

10 класс

Задание 1.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Б	А	Б	В	В	В	А	В	Г	Г	В	В	Б	Г	В

По 1 баллу за правильный ответ. Если указано более одного варианта, среди которых есть верный, 0 баллов.

Всего максимум 15 баллов.

Задание 2.

1. Массу раствора можно найти сложением масс составляющих его веществ:  
 $m(p-pa) = 1000 + 250 + 5 + 5 + 25 = 1285$  г

Массовые доли компонентов составят:

$$w(\text{NiSO}_4) = 250/1285 = 0,1946 \Rightarrow \mathbf{19,46\%}$$

$$w(\text{H}_3\text{BO}_3) = 25/1285 = 0,0195 \Rightarrow \mathbf{1,95\%}$$

$$w(\text{KCl}) = w(\text{KF}) = 5/1285 = 0,0039 \Rightarrow \mathbf{0,39\%}$$

(по 0,5 балла за каждый компонент, всего 2 балла)

2. Обозначим количество добавляемого кристаллогидрата сульфата никеля за  $x$ . Тогда вместе с этой солью в раствор попадет  $x \cdot 18,7 / (18,7 + 154,75) = 0,4488 \cdot x$  воды и  $x \cdot 154,75 / (18,7 + 154,75) = 0,5512 \cdot x$  безводного сульфата никеля. Массу полученного раствора обозначим за  $y$ . Тогда:

$$w(\text{H}_2\text{O}) = (1000 + 0,4488 \cdot x) / y = 0,7782$$

$$w(\text{NiSO}_4) = 0,5512 \cdot x / y = 0,1946$$

Эта система уравнений имеет решение  $x = 570$  и  $y = 1614$ .

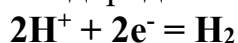
Таким образом, масса необходимого количества кристаллогидрата сульфата никеля составляет  $m(\text{NiSO}_4) = 570$  г. Массы остальных компонентов можно найти, используя массу раствора и массовые доли этих компонентов:

$$m(\text{H}_3\text{BO}_3) = 0,0195 \cdot 1614 = \mathbf{31,5}$$
 г

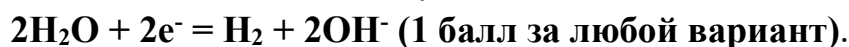
$$m(\text{KF}) = m(\text{KCl}) = 0,0039 \cdot 1614 = \mathbf{6,3}$$
 г (по 0,75 балла за массу каждого компонента, всего 3 балла)

3. Основной процесс:  $\text{Ni}^{2+} + 2e^- = \text{Ni}$  (1 балл).

Второй возможный катодный процесс при проведении электролиза металлов средней активности – выделение водорода:



или



4. Закон электролиза Фарадея, связывающий массу выделившегося при электролизе вещества с силой тока, может быть записан следующим образом:  
 $m = I \cdot t \cdot M / (n \cdot F)$ .

Вычислим теоретически выделяющуюся массу металла:  $m(Ni, теор) = 8 \cdot 40 \cdot 60 \cdot 58,7 / (2 \cdot 96485) = 5,84$  г. С учётом выхода по току масса металла составит  $m(Ni, прак) = 0,97 \cdot 5,84 = 5,67$  г. Объём никеля  $V = 5,67 / 8,9 = 0,637$  см<sup>3</sup>.

Толщина покрытия может быть найдена как отношение объёма металла к занимаемой им площади:  $0,637 / 320 = 0,002$  см = **20 мкм. (3 балла)**

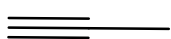
5. На покрытие одной детали требуется 5,67 г металла. Исходный раствор содержит 250 г сульфата никеля, что соответствует  $250 \cdot 58,7 / 154,75 = 94,8$  г никеля. Количество деталей  $N = 94,8 / 5,67 = 16,7$ , т.е. можно покрыть **16** деталей (1 балл за ответ 16 или 16,7, 0,5 балла за неверно округленный ответ 17).

**Всего максимум 11 баллов.**

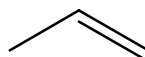
### Задание 3.

1.

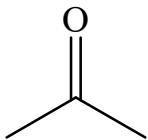
A



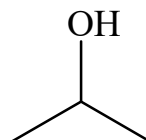
E



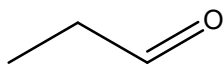
B



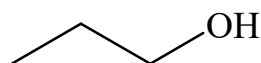
F



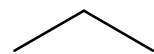
C



G



D



H

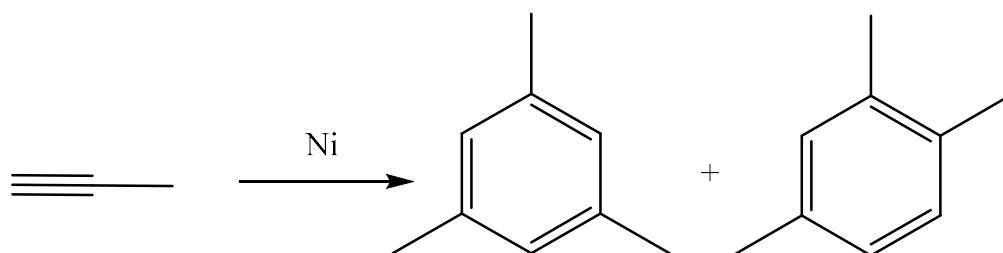
CF<sub>4</sub>

X

F<sub>2</sub>

**По 1 баллу за каждую верную структуру**

2.



**По 0,5 балла за каждую верную структуру**

3. Кучеров, Хараш (Караш), Майо, Кижнер, Вольф, Клемменсен, Марковников, Линдлар (любые два из списка, по 0,5 балла)

**Всего максимум 11 баллов.**

### Задание 4.



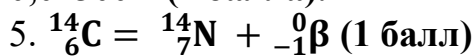
3. В результате распада масса уменьшилась на 0,00020 г в результате выделения альфа-частиц. Количество выделившихся через 77 секунд альфа-частиц равно  $0,00020/4 = 0,05$  ммоль, масса распавшегося вещества составит  $0,05 \cdot 218 = 10,9$  мг, а масса нераспавшегося:  $43,6 - 10,9 = 32,7$  мг. (1 балл)

Период полураспада можно выразить следующим образом:

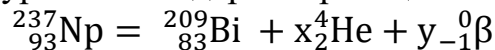
$$T_{\frac{1}{2}} = -\frac{t \cdot \ln(2)}{\ln\left(\frac{m}{m_0}\right)} = -\frac{77 \cdot 0,693}{\ln\left(\frac{10,9}{32,7}\right)} = 185,5 \text{ с} \quad (2 \text{ балла})$$

4.  $m = m_0 \cdot 2^{-t/T_{\frac{1}{2}}} = 43,6 \cdot 2^{-370/185,5} = 10,9$  мг

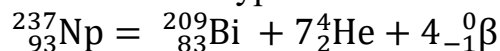
Следовательно, распалось  $43,6 - 10,9 = 32,7$  мг, что соответствует выделению  $32,7/218 \cdot 4 = 0,6$  мг альфа-частиц. Весы покажут значение  $0,04360 - 0,0006 = 0,04300$  г (2 балла).



5. Запишем суммарное уравнение ядерных реакций:



Закон сохранения масс будет выглядеть следующим образом:  $237 = 209 + 4x$ , откуда получаем  $x = 7$ . Закон сохранения заряда даст:  $93 = 83 + 2x - y = 97 - y$ , следовательно,  $y$  равен 4. Итоговое уравнение:



Таким образом, превращения нептуния-237 в висмут-209 включает 7 альфа- и 4-бета-распада (по 1 баллу за каждое число)

**Всего максимум 10 баллов.**