

Министерство образования, науки и молодежной политики Нижегородской области  
Нижегородский государственный университет им. Н.И.Лобачевского

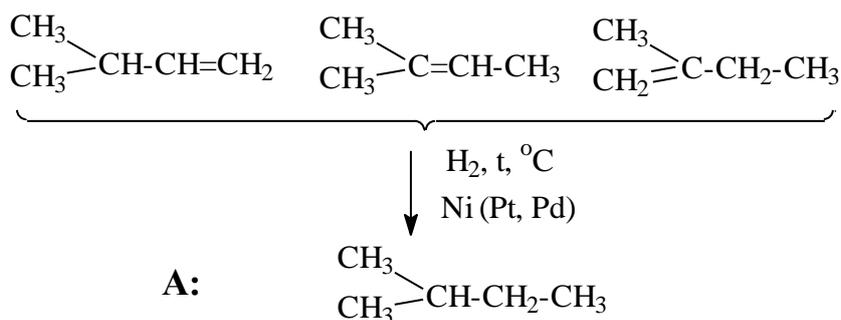
Всероссийская олимпиада школьников по химии  
Муниципальный (районный) этап

10 класс  
Решение задач

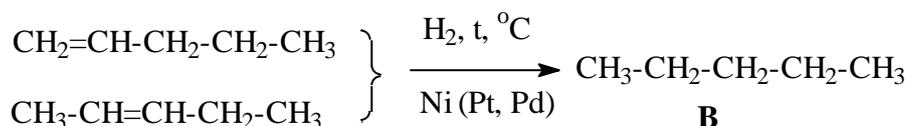
**Задание №1**

Исходные алканы: **A** – 2-метилбутан (изопентан)  $(\text{CH}_3)_2\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ ;  
**B** – пентан  $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ ; **C** – 2,2-диметилпропан (нео-пентан)  
 $\text{CH}_3-\text{C}(\text{CH}_3)_2-\text{CH}_3$ .

Соединение **A** получается при гидрировании следующих алкенов:  
3-метилбутена-1, 2-метилбутена-2 и 2-метилбутена-1:

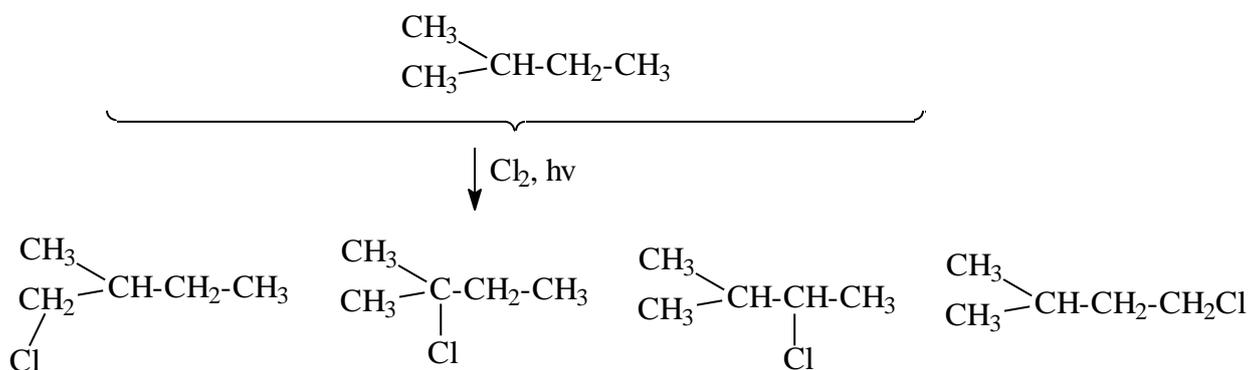


Пентан (**B**) получается при гидрировании двух изомерных алкенов:  
пентена-1 или пентена-2:

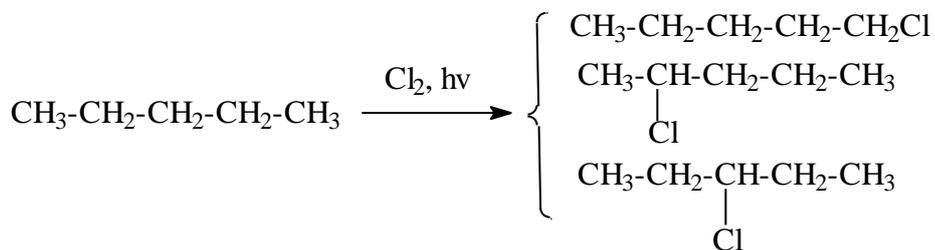


Нео-пентан (**C**) невозможно получить гидрированием алкенов.

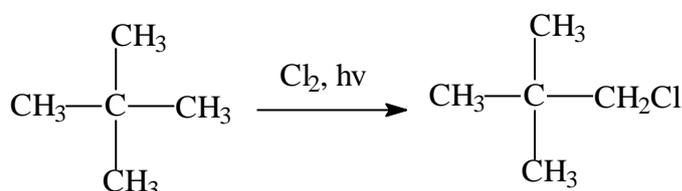
При хлорировании изопентана (**A**) образуется четыре  
моноклорпроизводных: 2-метил-1-хлорбутан, 2-метил-2-хлорбутан,  
3-метил-2-хлорбутан и 3-метил-1-хлорбутан:



Хлорирование пентана (**B**) приводит к образованию 3-х соединений:  
1-хлорпентана, 2-хлорпентана и 3-хлорпентана:



При хлорировании алкана (**C**) – неопентана – образуется  
2,2-диметил-1-хлорпропан:



|                                                           |           |
|-----------------------------------------------------------|-----------|
| За структурные формулы <b>A, B, C</b> (по 2 балла)        | 6 баллов  |
| За названия <b>A, B, C</b> (по 0.5 балла)                 | 1.5 балла |
| За структурные формулы алкенов (5 веществ, по 1 баллу)    | 5 баллов  |
| За названия алкенов (5 веществ, по 0.5 балла)             | 2.5 балла |
| За структурные формулы монохлорпроизводных (8 веществ)    | 8 баллов  |
| За названия монохлорпроизводных (8 веществ, по 0.5 балла) | 4 балла   |
| Всего                                                     | 27 баллов |

## Задание №2

1. Предположим, что  $x$  моль серебра растворили в 100 г 57%-ной  $\text{HNO}_3$ :



Всего в растворе исходно содержалось 57 г азотной кислоты, в реакцию вступило  $1,33x$  моль.

После окончания реакции масса раствора составила

$$m(\text{p-ра}) = 100 + 108x - 0.33x \cdot 30 = 100 + 98.1x,$$

$$\text{а масса азотной кислоты } m(\text{HNO}_3) = 57 - 1.33x \cdot 63 = 57 - 83.79x$$

2. Запишем выражение для массовой доли  $\text{HNO}_3$ :

$$\omega = 0.45 = (57 - 83.79x)/(100 + 98.1x)$$

$$45 + 44.15x = 57 - 83.79x$$

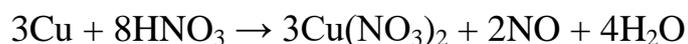
$$127.94x = 12$$

$$x = 0.094 \text{ моль}$$

3. Рассчитаем массу раствора, нитрата серебра и оставшейся азотной кислоты:

$$m(\text{p-ра}) = 109.22 \text{ г}, m(\text{HNO}_3) = 49.12 \text{ г}, m(\text{AgNO}_3) = 170x = 15.98 \text{ г}$$

4. В полученном растворе растворили  $y$  моль меди:



После окончания реакции масса раствора составила

$$m(\text{p-ра}) = 109.22 + 64y - 0.66y \cdot 30 = 109.22 + 44.2y,$$

$$\text{а масса азотной кислоты } m(\text{HNO}_3) = 49.12 - 2.66y \cdot 63 = 49.12 - 167.58y$$

5. Запишем выражение для массовой доли  $\text{HNO}_3$ :

$$\omega = 0.39 = (49.12 - 167.58y)/(109.22 + 44.2y)$$

$$42.6 + 17.24y = 49.12 - 167.58y$$

$$184.82y = 6.52$$

$$y = 0.035 \text{ моль}$$

6. Рассчитаем массу раствора и массу образовавшегося нитрата меди:

$$m(\text{p-ра}) = 110.77 \text{ г}, m(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = 188y = 6.58 \text{ г}$$

Таким образом, концентрации веществ в полученном растворе (за исключением данной в условии концентрации азотной кислоты) составляют:

$$\omega(\text{AgNO}_3) = 15.98/110.77 = 0.144 (14.4\%)$$

$$\omega(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = 6.58/110.77 = 0.059 (5.9\%)$$

|                                                                   |          |
|-------------------------------------------------------------------|----------|
| За уравнения химических реакций (2 уравнения, по 3 балла)         | 6 баллов |
| За идею рассмотреть конкретное количество раствора $\text{HNO}_3$ | 2 балла  |
| За расчет количества вещества серебра                             | 5 баллов |
| За расчет массы нитрата серебра                                   | 2 балла  |
| За расчет количества вещества меди                                | 5 баллов |
| За расчет массы нитрата меди                                      | 2 балла  |

|                                                    |           |
|----------------------------------------------------|-----------|
| За расчет массовых долей солей в растворе (2 соли) | 8 баллов  |
| Всего                                              | 30 баллов |

### Задание №3

Образование **F** и **G** из ацетиленов происходит через наращивание углеводородного радикала. Образование **D** из **A** через стадию получения **B** позволяет определить, что **A** является углеводородом, а **M** - металлом, образующим металлоорганические соединения.

Реакция 3 позволяет предположить, что вещество **C** - это HBr.

Тогда вещество **E** - бромид металла, а значит,

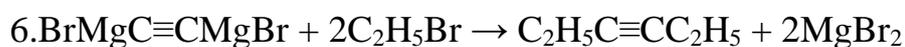
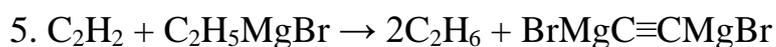
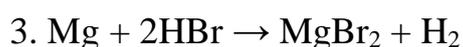
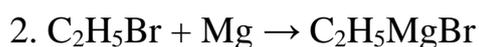
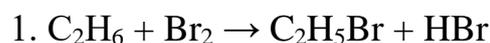
$$w = x/(x + 80n) = 0.13, \text{ где } n - \text{валентность металла.}$$

При  $n = 2$  находим  $x = 24$ , это магний. Вариант  $x = 48$  при  $n = 4$  (титан) не соответствует химическим свойствам этого элемента.

Углеводород **A**, удовлетворяющий реакциям 5 и 6, - этан.

Тогда **M** - Mg, **A** - C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>, **B** - C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>Br, **C** - HBr, **D** - C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>MgBr, **E** - MgBr<sub>2</sub>, **F** - BrMgC≡CMgBr, **G** - C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>C≡CC<sub>2</sub>H<sub>5</sub>.

Уравнения реакций:



Реакция (1) проводится при освещении. Реакции (2), (4), (5) и (6) идут в тщательно высушенном диэтиловом эфире или тетрагидрофуране. Процесс (3) протекает при непосредственном контакте реагентов или в водном растворе.

|                                                                           |           |
|---------------------------------------------------------------------------|-----------|
| За установление природы веществ <b>A-G</b> и металла <b>M</b> (8 веществ) | 16 баллов |
| За уравнения реакций (6 уравнений, по 1 баллу)                            | 6 баллов  |
| За условия проведения реакций (6 реакций, по 0.5 балла)                   | 3 балла   |

**Задание №4**

1) Запишем уравнения реакций сгорания:



2) Запишем выражения для  $Q_1$  и  $Q_2$ , используя следствие из закона Гесса:

$$Q_1 = Q_{\text{обр}}(\text{CO}_2) + 2Q_{\text{обр}}(\text{H}_2\text{O}) - Q_{\text{обр}}(\text{CH}_4) = 890.29 \text{ кДж/моль},$$

$$Q_2 = 3Q_{\text{обр}}(\text{CO}_2) + 4Q_{\text{обр}}(\text{H}_2\text{O}) - Q_{\text{обр}}(\text{C}_3\text{H}_8) = [2323.7 - Q_{\text{обр}}(\text{C}_3\text{H}_8)]$$

кДж/моль.

3) Определим количества веществ углеводородов в смеси:

$$n(\text{CH}_4) = 0.75 \cdot 134.4 / 22.4 = 4.50 \text{ моль},$$

$$n(\text{C}_3\text{H}_8) = 0.25 \cdot 134.4 / 22.4 = 1.50 \text{ моль}.$$

4) Общее количество теплоты, выделяющееся при сгорании смеси углеводородов, может быть определено из соотношения:

$$n(\text{CH}_4) \cdot Q_1 + n(\text{C}_3\text{H}_8) \cdot Q_2 = 7336 \text{ кДж}.$$

Подставив в это выражение  $Q_1$  и  $Q_2$  (см. выше пункт 2), получим:

$$4.5 \cdot 890.29 + 1.5 \cdot [2323.7 - Q_{\text{обр}}(\text{C}_3\text{H}_8)] = 7336,$$

$$\text{откуда } Q_{\text{обр}}(\text{C}_3\text{H}_8) = 103.9 \text{ кДж/моль}$$

|                                                                   |           |
|-------------------------------------------------------------------|-----------|
| За уравнения реакций (2 уравнения, по 3 балла)                    | 6 баллов  |
| За составление выражений для $Q_1$ и $Q_2$ (2 выражения, по 3 б.) | 6 баллов  |
| За расчет теплоты образования пропана                             | 6 баллов  |
| Всего                                                             | 18 баллов |