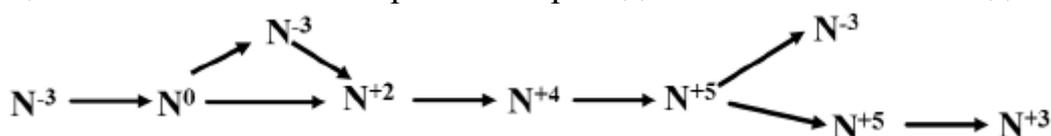


Всероссийская олимпиада школьников по химии
Муниципальный этап (решение)
10-й класс

Задание 1

Расшифруйте схему превращений, напишите уравнения 9 реакций. Вещества в схеме не повторяются. Приведите названия всех соединений.

**Решение задания № 1**

Содержание верного ответа и указания к оцениванию	Баллы
Уравнения реакций: 1) $\text{NH}_4\text{NO}_2 = \text{N}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ ($-3 \rightarrow 0$), 2) $\text{N}_2 + \text{O}_2 = 2\text{NO}$ ($0 \rightarrow +2$), 3) $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$ ($+2 \rightarrow +4$), 4) $4\text{NO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 = 4\text{HNO}_3$ ($+4 \rightarrow +5$), 5) $\text{HNO}_3 + \text{NaOH} = \text{NaNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ ($+5 \rightarrow +5$), 6) $2\text{NaNO}_3 = 2\text{NaNO}_2 + \text{O}_2$ ($+5 \rightarrow +3$), 7) $10\text{HNO}_3 + 4\text{Mg} = 4\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 + \text{NH}_4\text{NO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ ($+5 \rightarrow -3$), 8) $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 = 2\text{NH}_3$ ($0 \rightarrow -3$), 9) $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 = 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$ ($-3 \rightarrow +2$)	9 баллов (по 1 баллу за уравнение реакции с коэффициентами)
Названия веществ: NH_4NO_2 – нитрит аммония, N_2 – азот, NO – оксид азота (II), NO_2 – оксид азота (IV), HNO_3 – азотная кислота, NaNO_3 – нитрат натрия, NaNO_2 – нитрит натрия, $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ – нитрат магния, NH_4NO_3 – нитрат аммония, NH_3 – аммиак	1 балл (по 0,1 балла за название вещества)
Итого	10 баллов

Задание 2

Известно, что 0,336 л (н. у.) смеси пропена с бутином-1 могут легко прореагировать в темноте с 1,28 мл брома (плотность 3,14 г/мл). Во сколько раз уменьшится объём исходной газовой смеси после пропускания её через аммиачный раствор оксида меди (I)? Проведите расчёты. Напишите уравнения реакций, о которых идёт речь в задаче.

Решение задания № 2

Содержание верного ответа и указания к оцениванию	Баллы
<p>Уравнения реакций:</p> <p>1) $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_3 + \text{Br}_2 \rightarrow \text{CH}_2\text{Br}-\text{CH}_2\text{Br}-\text{CH}_3$,</p> <p>2) $\text{CH}\equiv\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 + 2\text{Br}_2 \rightarrow \text{CHBr}_2-\text{CBr}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$,</p> <p>3) $\text{CH}\equiv\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 + [\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]\text{OH} \rightarrow \text{CuC}\equiv\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 + 2\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$</p>	<p>3 балла (по 1 баллу за уравнение реакции с коэффициентами)</p>
<p>Расчёт количества вещества смеси и жидкого брома:</p> $n(\text{смеси}) = \frac{0,336 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}} = 0,015 \text{ моль,}$ $m(\text{Br}_2) = 1,28 \text{ мл} \cdot 3,14 \text{ г/мл} = 4 \text{ г,}$ $n(\text{Br}_2) = \frac{4 \text{ г}}{160 \text{ г/моль}} = 0,025 \text{ моль}$	<p>1 балл</p>
<p>Расчёт количества веществ, образующих смесь: обозначим $n(\text{C}_3\text{H}_6) = x$ моль, а $n(\text{C}_4\text{H}_6) = y$ моль. Тогда $x + y = 0,015$. По ур-ю 1: $n(\text{Br}_2) = n(\text{C}_3\text{H}_6) = x$ моль. По ур-ю 2: $n(\text{Br}_2) = 2n(\text{C}_4\text{H}_6) = 2y$ моль. Тогда $x + 2y = 0,025$. Система уравнений: $\begin{cases} x + y = 0,015 \\ x + 2y = 0,025 \end{cases}$ $y = 0,01 \text{ моль} - n(\text{C}_4\text{H}_6),$ $x = 0,015 - 0,01 = 0,005 \text{ моль} - n(\text{C}_3\text{H}_6)$ </p>	<p>2 балла</p>
<p>Расчёт объёмов газов:</p> $V(\text{C}_3\text{H}_6) = 0,005 \text{ моль} \cdot 22,4 \text{ л/моль} = 0,112 \text{ л,}$ $V(\text{C}_4\text{H}_6) = 0,01 \text{ моль} \cdot 22,4 \text{ л/моль} = 0,224 \text{ л.}$ <p>Поскольку с аммиачным раствором оксида меди (I) реагирует только бутин-1, то объём газовой смеси уменьшится за счёт поглощения бутина раствором.</p> $n = \frac{V(\text{смеси})}{V(\text{C}_3\text{H}_6)} = \frac{0,336 \text{ л}}{0,112 \text{ л}} = 3 \text{ раза}$ <p>ИЛИ</p> $n = \frac{n(\text{смеси})}{n(\text{C}_3\text{H}_6)} = \frac{0,015 \text{ л}}{0,005 \text{ л}} = 3 \text{ раза.}$ <p>Ответ: объём газовой смеси уменьшится в 3 раза</p>	<p>2 балла</p>
<p>Итого</p>	<p>8 баллов</p>

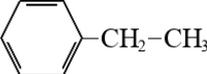
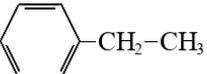
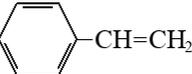
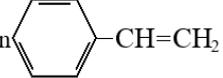
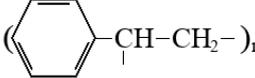
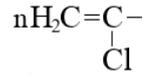
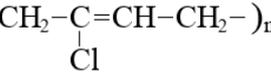
Задание 3

Установлено, что два алифатических углеводорода имеют по одной кратной связи одинакового характера. Известно также, что относительные молекулярные массы этих углеводородов относятся как 1:2. После гидрирования углеводородов отношение их относительных молекулярных масс стало равным 0,5116. Какие это углеводороды? Приведите вычисления.

Объясните свой выбор. (При вычислении принять целочисленные значения атомных масс.)

Решение задания № 3

Содержание верного ответа и указания к оцениванию	Баллы
<p>Алифатические углеводороды с одной кратной связью принадлежат к рядам:</p> <ul style="list-style-type: none"> – этиленовые углеводороды – C_nH_{2n}; – ацетиленовые углеводороды – C_nH_{2n-2}. <p>Расчёт проводится по обоим классам углеводородов</p>	<p>1 балл (определены классы веществ и указаны общие формулы)</p>
<p>Отношение относительных молекулярных масс углеводородов до реакции:</p> <p>а) этиленовые углеводороды C_xH_{2x} и C_yH_{2y}:</p> $\frac{12x+2x}{12y+2y} = \frac{14x}{14y} = \frac{x}{y} = \frac{1}{2} = 0,5;$ <p>б) ацетиленовые углеводороды C_xH_{2x-2} и C_yH_{2y-2}:</p> $\frac{12x+2x-2}{12y+2y-2} = \frac{14x-2}{14y-2} = \frac{1}{2} = 0,5$	<p>2 балла</p>
<p>Отношение относительных молекулярных масс углеводородов после реакции (до предельных углеводородов C_nH_{2n+2}):</p> <p>а) этиленовые углеводороды:</p> $\frac{12x+2x+2}{12y+2y+2} = \frac{14x+2}{14y+2} = 0,5116;$ <p>б) ацетиленовые углеводороды:</p> $\frac{14x+2}{14y+2} = 0,5116$	<p>1 балл</p>
<p>Система уравнений:</p> $\begin{cases} x = 0,5y \\ 14x + 2 = 0,5116(14y + 2) \\ 7y+2 = 0,5116(14y+2), \\ 2-1,0232 = 7,1624y-7y, \\ 0,1624y = 0,9768 \\ y = 6,015 \text{ (приблизительно 6)} \\ x = 3. \end{cases}$ <p>Следовательно, искомыми веществами могли быть пропилен C_3H_6 и один из изомеров гексена C_6H_{12}</p>	<p>1 балл</p>
<p>Система уравнений:</p> $\begin{cases} 14x - 2 = 0,5(14y - 2) \\ 14x + 2 = 0,5116(14y + 2) \end{cases}$ $\begin{cases} 14x - 2 = 7y - 1 \\ 14x + 2 = 7,1624y + 1,0232 \end{cases}$ $\begin{cases} 14x - 7y = 1 \\ 14x - 7,1624y = -0,9768 \end{cases}$ <p>$y = 12,17$ (приблизительно 12), $x = 6,16$ (приблизительно 6).</p> <p>Значения x и y нецелочисленны. Значительно менее точное решение получается для углеводородов C_6H_{10} ($Mr = 82$) и $C_{12}H_{22}$ ($Mr = 166$), где</p>	<p>2 балла</p>

<p>7)  + CH₂=CH₂ → </p> <p>8)  →  + H₂</p> <p>9) n  $\xrightarrow{90-200^{\circ}\text{C, кат}}$ </p> <p>10) 2 CH₃≡CH → CH₂=CH-C≡CH,</p> <p>11) CH₂=CH-C≡CH + HCl → CH₂=CH-CCl=CH₂,</p> <p>12) n  $\xrightarrow{\text{кат}}$ </p>	
<p>Названия веществ: В – ацетилен (этин), С – этилен (этен), D – этанол, E – бензол, F – этилбензол, X – дивинил (бутадиен-1,3), Y – стирол, Z – хлоропрен (2-хлорбутадиен-1,3), C₄H₄ – вилацетилен (бутен-1-ин-3), X₁ – бутадиеновый каучук, Y₁ – полистирол, Z₁ – хлоропреновый каучук</p>	<p>3 балла (по 0,2 балла за название веществ В, С, D, E, F, X, Y, X₁, Y₁, Z₁; по 0,5 балла за названия веществ Z, C₄H₄)</p>
<p>В реакциях получения X₁, Y₁, Z₁ органическая перекись используется как катализатор радикальной полимеризации</p>	<p>0,5 балла</p>
<p>Вещества X₁, Y₁, Z₁ относятся к каучукам и находят широкое применение в народном хозяйстве, например: X₁ – для производства шин; Y₁ – для производства посуды, игрушек, облицовочных плит; Z₁ – для производства кабелей, трубопроводов для бензина и нефти</p>	<p>1,5 балла (по 0,5 балла за область применения каждого вещества)</p>
<p>Итого</p>	<p>12 баллов</p>

Задание 5

Предполагается, что металлические опилки содержат магний, алюминий и олово. При растворении 0,75 г опилок в соляной кислоте выделилось 0,784 л водорода (н. у.). При сжигании такой же навески в токе кислорода образовалось 1,31 г оксидов. Установите процентный состав исходной смеси. Напишите уравнения предполагаемых реакций.

Решение задания № 5

Содержание верного ответа и указания к оцениванию	Баллы
Уравнения реакций:	3 балла (по 0,5

<p>(1) $\text{Mg} + 2\text{HCl} = \text{MgCl}_2 + \text{H}_2$, (2) $2\text{Al} + 6\text{HCl} = 2\text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2$, (3) $\text{Sn} + 2\text{HCl} = \text{SnCl}_2 + \text{H}_2$, (4) $2\text{Mg} + \text{O}_2 = 2\text{MgO}$, (5) $4\text{Al} + 3\text{O}_2 = 2\text{Al}_2\text{O}_3$, (6) $\text{Sn} + \text{O}_2 = \text{SnO}_2$</p>	<p>балла за уравнение реакции с коэффициентами)</p>
<p>Расчёт количества вещества выделившегося водорода и прореагировавшего кислорода: $n(\text{H}_2) = \frac{0,784 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}} = 0,035 \text{ моль}$, $m(\text{O}_2) = 1,31 \text{ г} - 0,75 \text{ г} = 0,56 \text{ г}$, $n(\text{O}_2) = \frac{0,56 \text{ г}}{32 \text{ г/моль}} = 0,0175 \text{ моль}$</p>	<p>1 балл</p>
<p>Вывод о качественном составе смеси: $n(\text{H}_2) : n(\text{O}_2) = 2 : 1$. Анализ уравнений реакций показывает, что в смеси металлов отсутствует олово (как предполагалось по условию задачи). В противном случае соотношение $\text{H}_2:\text{O}_2$ (в молях) отличалось бы от 2:1</p>	<p>1 балл</p>
<p>Расчёт количества вещества металлов в смеси: обозначим $n(\text{Mg}) = x$ моль, а $n(\text{Al}) = y$ моль. Тогда: по ур-ю (1): $n(\text{H}_2) = n(\text{Mg}) = x$ моль; по ур-ю (2): $n(\text{H}_2) = 3/2 n(\text{Al}) = 3/2 y$ моль, $x + 1,5y = 0,035$ (количество вещества водорода). Также: $m(\text{Mg}) = 24x$ г, $m(\text{Al}) = 27y$ г, $24x + 27y = 0,75$ (общая масса металлов в навеске). Система уравнений: $\begin{cases} x + 1,5y = 0,035 \\ 24x + 27y = 0,75 \end{cases}$ $y = 0,01$ моль – $n(\text{Al})$, $x = 0,02$ моль – $n(\text{Mg})$</p>	<p>2 балла</p>
<p>Расчёт массы металлов и процентного состава смеси: $m(\text{Al}) = 0,01 \text{ моль} \cdot 27 \text{ г/моль} = 0,27 \text{ г}$, $m(\text{Mg}) = 0,02 \text{ моль} \cdot 24 \text{ г/моль} = 0,48 \text{ г}$, $\omega(\text{Al}) = \frac{0,27 \text{ г}}{0,75 \text{ г}} \cdot 100 \% = 36 \%$, $\omega(\text{Mg}) = \frac{0,48 \text{ г}}{0,75 \text{ г}} \cdot 100 \% = 64 \%$. Ответ: $\omega(\text{Al}) = 36 \%$, $\omega(\text{Mg}) = 64 \%$</p>	<p>1 балл</p>
<p>Итого</p>	<p>8 баллов</p>

Задание 6 (реальный эксперимент)

В четырёх пробирках без этикеток находятся водные растворы хлорида магния, нитрата аммония, нитрата серебра, азотной кислоты. С помощью одного реактива определите, какое вещество находится в каждой пробирке. Укажите признаки, по которым Вы провели идентификацию. Приведите уравнения реакций в молекулярном и сокращённом ионном виде.

Решение задания № 6

Содержание верного ответа и указания к оцениванию					Баллы
Выбор реагента: NaOH.					1 балл (по 0,2 балла за выбор реагента и каждый признак)
Признаки реакций					
Вещества	AgNO ₃	MgCl ₂	NH ₄ NO ₃	HNO ₃	
NaOH	+ Осадок бурого цвета	+ Белый осадок	+ Бесцветный газ с характерным резким запахом	Нет видимых изменений	
Вещества в пробирках определены верно					4 балла
<u>Уравнения реакций:</u> 1) $MgCl_2 + 2NaOH = Mg(OH)_2 + 2NaCl$, $Mg^{2+} + 2OH^- = Mg(OH)_2$; 2) $HNO_3 + NaOH = NaNO_3 + H_2O$, $H^+ + OH^- = H_2O$; 3) $NH_4NO_3 + NaOH = NaNO_3 + NH_3 + H_2O$, $NH_4^+ + OH^- = NH_3 + H_2O$; 4) $2AgNO_3 + 2NaOH = Ag_2O\downarrow + 2NaNO_3 + H_2O$, $2Ag^+ + 2OH^- = Ag_2O\downarrow + H_2O$					4 балла (по 0,5 балла за молекулярное и сокращённое ионное уравнение)
Итого					9 баллов

Итого: 10 + 8 + 8 + 12 + 8 + 9 = 55 баллов.