

**Муниципальный этап ВСОШ по ХИМИИ. 10 класс**

**Задача 1. 10 баллов**

Образец метана содержит примесь неизвестного газообразного алкена. Проведя анализ, выяснили, что образец объемом 2,24 л весит 1,964 г и полностью обесцвечивает 70 г бромной воды с массовой долей брома 0,032. Определите, какой алкен содержится в образце, и рассчитайте его процентное содержание (по объему).

Решение и критерии оценки:

Решение:	Баллы
$n(\text{Br}_2) = \frac{70 \cdot 0,032}{160} = 0,014$ моль	2
$n(\text{алкена}) = n(\text{Br}_2) = 0,014$ моль	1
$n(\text{газов}) = \frac{2,24}{22,4} = 0,1$ моль	1
$n(\text{метана}) = 0,1 - 0,014 = 0,086$ моль	1
$m(\text{метана}) = 0,086 \cdot 16 = 1,376$ г	1
$m(\text{алкена}) = 1,964 - 1,376 = 0,588$ г	1
$M(\text{алкена}) = \frac{0,588}{0,014} = 42$ г/моль; Алкен – пропен, $\text{C}_3\text{H}_6$	2
$\omega(\text{C}_3\text{H}_6) = \frac{0,014}{0,1} = 0,014$ или 14%	1
<b>Итого</b>	<b>10</b>

**Задача 2. 10 баллов**

Моногалогеноуглеводород **X** содержит 54,24% углерода и 40,11 % хлора. Мировой промышленный синтез **X** составляет около 300 тысяч тонн в год. Какова структурная формула **X**? Назовите **X** по тривиальной и систематической номенклатуре. Каково основное применение **X** (напишите уравнение реакции)?

Решение и критерии оценки:

$\omega(\text{H}) = 100 - 54,24 - 40,11 = 5,65\%$ <table style="margin-left: 20px;"> <tr> <td><b>C</b></td> <td>:</td> <td><b>H</b></td> <td>:</td> <td><b>Cl</b></td> </tr> <tr> <td><math>\frac{54,24}{12}</math></td> <td>:</td> <td><math>\frac{5,65}{1}</math></td> <td>:</td> <td><math>\frac{40,11}{35,5}</math></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>:</td> <td>5</td> <td>:</td> <td>1</td> </tr> </table> <p><math>\text{C}_4\text{H}_5\text{Cl}</math> – молекулярная формула</p>	<b>C</b>	:	<b>H</b>	:	<b>Cl</b>	$\frac{54,24}{12}$	:	$\frac{5,65}{1}$	:	$\frac{40,11}{35,5}$	4	:	5	:	1	Вывод формулы – 4 балла
<b>C</b>	:	<b>H</b>	:	<b>Cl</b>												
$\frac{54,24}{12}$	:	$\frac{5,65}{1}$	:	$\frac{40,11}{35,5}$												
4	:	5	:	1												
$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{C}=\text{C}-\text{CH}=\text{CH}_2 \\   \\ \text{Cl} \end{array}$ <p align="center">структурная формула</p>	2 балла															
<p>Хлоропрен 2-хлорбута-1,3-диен или 2-хлорбутадиен-1,3 или 2-хлор-1,3-бутадиен</p>	1 балл 1 балл															
<p>Синтез каучуков (полимеров)</p> $n \begin{array}{c} \text{H}_2\text{C}=\text{C}-\text{CH}=\text{CH}_2 \\   \\ \text{Cl} \end{array} \longrightarrow \left[ \text{H}_2\text{C}-\underset{\text{Cl}}{\text{C}}=\text{CH}-\text{CH}_2 \right]_n$	2 балла															
<b>Итого</b>	<b>10 баллов</b>															

### Задача 3. 10 баллов

Смесь, полученную после восстановления железной окалины ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) алюминием, разделили на две равные части. Первую часть обработали раствором соляной кислоты и при этом выделилось 13,44 л газа (н.у). При обработки второй части раствором едкого калия также выделился газ объемом 6,72 л (н.у). Определить массовую долю алюминия, не вступившего в реакцию с оксидом железа (II,III).

Решение и критерии оценки

Решение:	Баллы
$3\text{Fe}_3\text{O}_4 + 8\text{Al} = 4\text{Al}_2\text{O}_3 + 9\text{Fe}$ (1) $\text{Fe} + 2\text{HCl} = \text{FeCl}_2 + \text{H}_2$ (2) $2\text{Al} + 6\text{HCl} = 2\text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2$ (3) $2\text{Al} + 2\text{NaOH} + 6\text{H}_2\text{O} = 2\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] + 3\text{H}_2$ (4) Fe+2NaOH реакция не идет	4 балла (по 1 за уравнение)
Определение количества и объема выделившегося в реакциях (2)-(4) водорода $n(\text{H}_2)_{(3)} = n(\text{H}_2)_{(4)} = 6,72/22,4 = 0,3$ моль $n(\text{H}_2)_{(2)} = 13,44 - 6,72 = 6,72$ л	1
Определение количества железа и алюминия по объему выделившегося водорода в реакциях (1) и (2): $n(\text{H}_2) = n(\text{Fe}) = 0,3$ моль; $n(\text{H}_2)_{(3)} = n(\text{H}_2)_{(4)} = 0,3$ моль $n(\text{Al}) = 2/3n(\text{H}_2)_{(3)} = 0,2$ моль	2
$m(\text{Al}) = 27 \cdot 0,2 = 5,4$ г -остаток, который не вступил в реакцию с оксидом железа. Количество, вступившего в реакцию с оксидом железа: $n(\text{Al}) = 8/9n(\text{Fe}) = 8/9 \cdot 0,3 = 0,27$ моль; общее количество алюминия $0,27 + 0,2 = 0,47$ моль, а его масса равна $0,47 \cdot 27 = 12,7$ г Определение массовой доли алюминия, не вступившего в реакцию с оксидом железа: $\omega(\text{Al}) = 5,4/12,7 \cdot 100\% = 42,5\%$	3
ИТОГО	10

#### Задача 4. 10 баллов

Через 200 г 5 % раствора сульфата меди пропускали постоянный электрический ток до тех пор, пока на катоде не выделилось 5,6 литра газа. К полученному раствору добавили 4,0625 г гранулированного цинка. Определите массовую долю веществ в полученном растворе.

#### Решение и критерии оценки

Решение:	Баллы
$2\text{CuSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{Cu} + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4$ (1) $2\text{H}_2\text{O} = 2\text{H}_2 + \text{O}_2$ (2) $\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2$ (3)	3
Определение количества и массы водорода, меди на катоде, кислорода на аноде: $n(\text{H}_2) = 5,6 / 22,4 = 0,25$ моль, $m(\text{H}_2) = 0,25 * 2 = 0,5$ г $n(\text{CuSO}_4) = n(\text{Cu}) = n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 200 * 0,05 / 160 = 0,0625$ моль $m(\text{Cu}) = 0,0625 * 64 = 4$ г $n(\text{O}_2) = n(\text{O}_2)_{(1)} + n(\text{O}_2)_{(2)} = 1/2 n(\text{Cu}) + 1/2 n(\text{H}_2) = 0,03125 + 0,125 = 0,15625$ моль $m(\text{O}_2) = 0,15625 * 32 = 5$ г	1 1 1
Сопоставление количества цинка и серной кислоты, определение вещества, находящегося в недостатке: $n(\text{Zn}) = 4,0625 / 65 = 0,0625$ моль $n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,0625$ моль реагенты расходуются полностью	1
Определение массы раствора после реакций: $m_{\text{р-ра}} = m_{\text{р-ра}}(\text{CuSO}_4) + m(\text{Zn}) - m(\text{O}_2) - m(\text{H}_2) - m(\text{Cu}) =$ $= 200 + 4,0625 - 5 - 0,5 - 4 = 194,5625$ г	2
Определение массовой доли сульфата цинка: $n(\text{H}_2\text{SO}_4) = n(\text{ZnSO}_4) = 0,0625$ моль $m(\text{ZnSO}_4) = 0,0625 * 161 = 10,0625$ $\omega(\text{ZnSO}_4) = 10,0625 / 194,5625 * 100\% = 5,17\%$	1

### Задача 5. 10 баллов

Для получения углеводородов используется способ Кольбе, основанный на электролизе водных растворов солей органических кислот. При электролизе водного раствора, содержащего натриевую соль одноосновной карбоновой кислоты, на аноде выделилась смесь газов со средней молярной массой 39,33 г/моль. Запишите уравнение электролиза, процессы, протекающие на электродах и рассчитайте:

- 1) Определите и назовите соль какой кислоты содержалась в растворе;
- 2) Какой объем займут газообразные продукты электролиза при температуре 25 °С и 0,92 атм., если электролизу подвернут 1,5 моль соли.

Решение и критерии оценки:	Баллы
<p>Запишем процессы, протекающие на электродах</p> <p>(К-): <math>2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e} \rightarrow \text{H}_2\uparrow + 2\text{OH}^-</math></p> <p>(А+): <math>2\text{RCOO}^- - 2\text{e} \rightarrow \text{R-R} + 2\text{CO}_2</math></p> <p><math>2\text{RCOONa} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{R-R}\uparrow + \text{H}_2\uparrow + 2\text{CO}_2\uparrow + 2\text{NaOH}</math></p>	3
<p>Выразим среднюю молярную массу смеси газов</p> $M_{\text{ср}} = \frac{n_1}{n_1 + n_2} \cdot M_1 + \frac{n_2}{n_1 + n_2} \cdot M_2$ <p><math>n_1</math> = количество моль вещества R – R  <math>M_1</math> = молярная масса вещества R – R  <math>n_2</math> = количество моль <math>\text{CO}_2</math>  <math>M_2</math> = молярная масса <math>\text{CO}_2</math>  <math>n_2 = 2n_1</math></p> $39,33 = \frac{n_1}{n_1 + 2n_1} \cdot M(\text{R} - \text{R}) + \frac{2n_1}{n_1 + 2n_1} \cdot 44$ $39,33 = \frac{1}{3} \cdot M(\text{R} - \text{R}) + \frac{2}{3} \cdot 44$ $M(\text{R} - \text{R}) = 30 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$ <p><math>M(\text{R})=15</math> г/моль ;      <math>\text{R} = \text{CH}_3</math> ;      соль <math>\text{CH}_3\text{COONa}</math> – ацетат натрия</p>	3
<p>При электролизе 1,5 моль соли образуются 1,5 моль <math>\text{CO}_2</math>, 0,75 моль <math>\text{H}_2</math> и 0,75 моль <math>\text{C}_2\text{H}_6</math></p>	1
<p>Таким образом, всего образуется 3 моль газов. Рассчитаем объем по уравнению Менделеева-Клапейрона</p> $PV = nRT, \text{ откуда } V = \frac{nRT}{P}$ <p><b>Р-давление, кПа.</b>          В нашем случае 1 атм - 101,3 кПа  <math display="block">\frac{0,92 \text{ атм} - P}{101,3 \text{ кПа}} = 0,92</math> <math display="block">P = 93,20 \text{ кПа}</math></p> <p><b>Т-температура, К.</b> <math>T = 273 + 25 = 298 \text{ К}</math></p> <p><b>R – постоянная газовая, R=8,314 Дж/(К·моль)</b></p> $V = \frac{3 \cdot 8,314 \cdot 298}{93,2} = 79,75 \text{ л}$ <p>Определение объема возможно с использованием объединенного газового закона</p> $\frac{P_0 \cdot V_0}{T_0} = \frac{P_1 \cdot V_1}{T_1}$ $V_1 = \frac{P_0 \cdot V_0 \cdot T_1}{T_0 \cdot P_1} = \frac{101,3 \cdot 3 \cdot 22,4 \cdot 298}{273 \cdot 93,2} = 79,73 \text{ л}$	3
итого	10