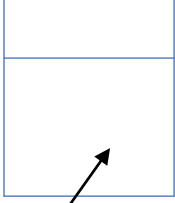


9 класс 1 задание

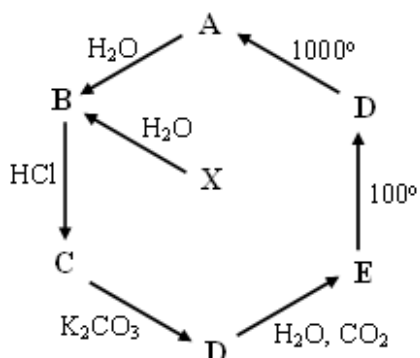
Профессия химика-технолога считается перспективной и востребованной. Технологи производства нужны в самых разных отраслях: фармацевтике, пищевом производстве, добыче металлов, производстве пластмасс, электронной техники, моющих средств, запчастей для техники и т. д. Представьте себя химиком-технологом. Вам необходимо получить 70%-й раствор серной кислоты (плотность 1,615 г/мл) путем смешения раствора объемом 1 дм³ (плотность 1,265 г/мл) с массовой долей серной кислоты 35% с 32%-м олеумом. Стакан какого объема Вы возьмете для приготовления 70%-й кислоты: 500 мл, 800 мл, 1000 мл, 2000 мл, 3000 мл? Что собой представляет олеум?

Решение	Баллы
<p>Олеум (от <u>лат.</u> <i>Oleum</i> - масло) — раствор серного ангидрида SO₃ в серной кислоте H₂SO₄. При добавлении олеума к серной кислоте происходит реакция:</p> $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ (доп.)}$ <div style="text-align: center;">  </div> <p>H₂SO₄ и H₂O</p> <p>т.к. раствор серной кислоты содержит воду. Таким образом образуется дополнительное количество серной кислоты.</p> $m_{\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ сум}} = m_{\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ исх}} + m_{\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ доп}} + m_{\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ из олеума}}$	2
<p>Пусть $v_{\text{SO}_3} = x$ моль, $m_{\text{SO}_3} = 80x$ г,</p> $m_{\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ доп}} = 98x \text{ г.}$ <p>80x – 32%</p> <p>$m_{\text{олеума}} = 100\%$</p> $m_{\text{олеума}} = (80x \cdot 100) / 32 = 250x \text{ г}$	4
$m_{\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ из олеума}} = m_{\text{раствора олеума}} - m_{\text{SO}_3} = 250x - 80x = 170x \text{ г}$ $m_{\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ исх}} = \rho V W = 1000 \cdot 1,265 \cdot 0,35 = 442,75 \text{ г}$ $m_{\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ сум}} = 442,75 + 98x + 170x = 442,75 + 268x \text{ г}$	8

$m_{\text{p-ра H}_2\text{SO}_4 \text{ исх}} = 1000 \cdot 1,265 = 1265 \text{ г}$ $m_{\text{p-ра}} = m_{\text{p-ра H}_2\text{SO}_4 \text{ исх}} + m_{\text{олеума}} = 1265 + 250x \text{ г}$ $w = m_{\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ сум}} / m_{\text{p-ра}}$ $(442,75 + 250x) / 1265 + 250x = 0,7$ $x = 4,76 \text{ моль}$ $m_{\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ сум}} = 442,75 + 98 \cdot 4,76 + 170 \cdot 4,76 = 1718,43 \text{ г}$ $v_{\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ сум}} = m / M = 1718,43 / 98 = 17,535 \text{ моль}$ $v = \rho V W / M$ $V = v M / \rho V$ $V = 17,535 \cdot 98 / 1,615 \cdot 0,7 = 1520,06 \text{ см}^3$	
<p>Для приготовления раствора 70%-й серной кислоты можно взять стаканы на 2000 мл и 3000 мл</p>	1

9 класс 2 задание

На схеме показаны превращения соединений химического элемента **X**:



Известно также, что соединение **D**, присутствующее на схеме, в природе образует минерал «известняк».

а) Определите элемент **X** и назовите вещества, обозначенные буквами, напишите уравнения реакций.

б) Есть ли среди этих реакций окислительно-восстановительная? Если да, укажите для нее окислитель и восстановитель, напишите электронные уравнения.

Решение	Баллы
<p>а) Элемент X – кальций. Уравнения реакций:</p> $\text{Ca} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\uparrow;$ <p>B – гидроксид кальция.</p> $\text{Ca}(\text{OH})_2 + 2\text{HCl} = \text{CaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O};$ <p>C – хлорид кальция.</p> $\text{CaCl}_2 + \text{K}_2\text{CO}_3 = \text{CaCO}_3\downarrow + 2\text{KCl};$ <p>D – карбонат кальция.</p> $\text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2;$ <p>E – гидрокарбонат кальция.</p> $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 = \text{CaCO}_3\downarrow + \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O};$ <p>D – карбонат кальция.</p> $\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2\uparrow;$ <p>A – оксид кальция.</p> $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2;$	7
<p>Окислительно-восстановительной является только реакция кальция с водой. При этом кальций является восстановителем:</p> $\text{Ca}^0 - 2e = \text{Ca}^{+2},$ <p>водород (вода) – окислителем:</p> $2\text{H}^{+1} + 2e = \text{H}_2^0$	3

9 класс 3 задание

Студтит — это минерал, который содержит только водород, кислород и металл М. Его эмпирическая формула — $MO_x(H_2O)_y$, где x и y — целые числа.

Образец студтита массой 1,0000 г нагревают до $520\text{ }^\circ\text{C}$, что вызывает его разложение на молекулярный кислород, водяной пар и твердый триоксид металла MO_3 . Газы этой реакции собираются в жесткий контейнер объемом 1000 л. Когда в этом контейнере поддерживается температура $200,0\text{ }^\circ\text{C}$, давление составляет 355,0 мм рт. При охлаждении сосуда до $25,0\text{ }^\circ\text{C}$ часть водяного пара конденсируется в жидкость, и давление в сосуде падает до 48,65 мм рт. Давление паров воды при $25,0\text{ }^\circ\text{C}$ равно 23,80 мм рт.

а. Вычислите количество молей O_2 , образовавшееся в результате этой реакции. (3 балла)

б. Вычислите количество молей H_2O , образовавшееся в результате этой реакции. (3 балла)

в. Рассчитайте массу твердого MO_3 , образовавшегося в результате этой реакции. (3 балла)

д. Какой металл является металлом М? Поясните свой ответ. (3 балла)

е. Какова степень окисления металла М в минерале студтит? Поясните свой ответ. (3 балла)

9 класс 4 задание

Перед вами имеется электролитическая ячейка, в которой проводится электролиз серной кислоты H_2SO_4 с электродами из меди (Cu) и платины (Pt).

1. Найдите уравнение реакции, проходящей на электродах при электролизе серной кислоты.

2. Определите полную реакцию, которая происходит в электролитической ячейке.

3. Найдите количество моля водорода (H_2), которое выделится на катоде (платиновом электроде) во время электролиза серной кислоты, если затрачивается 1,5 А электрического тока в течение 2 часов.

4. Рассчитайте объем (в литрах) выделенного водорода при стандартных условиях (температура 0 градусов Цельсия, давление 1 атмосфера).

Решение:

<p>1. Уравнение реакции на катоде:</p> $(\text{Pt}) 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2\uparrow$ <p>Уравнение реакции на аноде:</p> $(\text{Cu}) 2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e}^- \rightarrow \text{O}_2\uparrow + 4\text{H}^+$	2
<p>2. Полная реакция:</p> $\begin{array}{r l} (\text{Pt}) 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2\uparrow & 4 \quad 2 \\ (\text{Cu}) 2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e}^- \rightarrow \text{O}_2\uparrow + 4\text{H}^+ & 2 \quad 1 \end{array}$ $4\text{H}^+ + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_2\uparrow + \text{O}_2\uparrow + 4\text{H}^+$ $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_2\uparrow + \text{O}_2\uparrow$ <p>Таким образом, электролиз водного раствора серной кислоты сводится к электролизу воды.</p>	3
<p>3. Найдем количество моля водорода:</p> <p>Второй закон Фарадея имеет вид:</p> $m = \left(\frac{It}{F}\right)\left(\frac{M}{z}\right)$ <p>Выразим количество вещества:</p> $n = \left(\frac{It}{F}\right)\left(\frac{1}{z}\right)$ <p>Так как на каждый моль водорода требуется 2 электрона, количество молей водорода:</p>	3

$n(H_2) = \left(\frac{1.5 \text{ A} * 2 * 3600 \text{ c}}{96485 \frac{\text{Кл}}{\text{моль}}} \right) \left(\frac{1}{2} \right) = 0,056 \text{ моль}$	
<p>4. Рассчитаем объем выделенного водорода при стандартных условиях:</p> $V(H_2) = n(H_2) * 22,4 \text{ л/моль} = 0,056 \text{ моль} * 22,4 \text{ л/моль} = 1,254 \text{ л}$	2