

# Олимпиада «Ломоносов» по химии. 11 класс

## Вариант 1

1. При инвентаризации реактивов в лаборатории обнаружили, что этикетки от трех банок с аминокислотами открепилась и лежат на полке отдельно. Чтобы установить содержимое банок, приготовили разбавленные растворы этих аминокислот и определили значение pH каждого из них. Результаты измерений представлены в таблице. Определите содержимое каждой банки, если известно, что в них были глутаминовая кислота, лизин и аланин. (6 баллов)

Банка	1	2	3
pH раствора	5.7	2.9	9.6

2. Смесь CO и CO<sub>2</sub> с плотностью по водороду 21.2 пропустили над раскаленным углем, объем смеси при этом увеличился в 1.5 раза (объемы измерены в одинаковых условиях). Определите плотность по водороду конечной газовой смеси. (10 баллов)

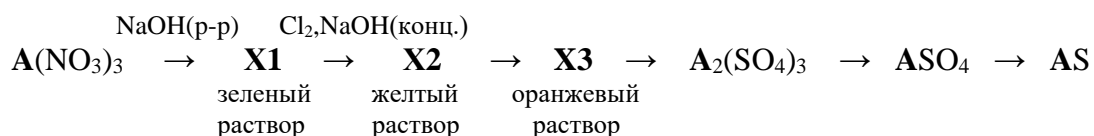
3. Сложный эфир А массой 47 г подвергли щелочному гидролизу и получили 44 г натриевой соли карбоновой кислоты неразветвленного строения и 23 г предельного спирта (выход реакции 100%). Определите строение А. Рассчитайте, сколько процентов по массе потеряет кислота, входящая в состав А, при нагревании ее до 180°C. Напишите уравнения протекающих реакций. (12 баллов)

4. Рассчитайте максимальную температуру газовой смеси, полученной в результате полного сгорания 1 моля пропена в 30 молях кислорода. Начальная температура равна 25 °С. Теплоты образования при 298 К и теплоемкости газов приведены в таблице. (12 баллов)

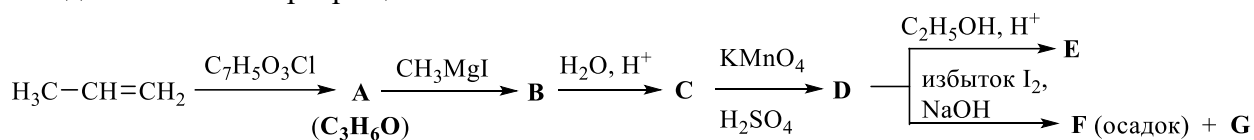
Газ	Q <sub>обр</sub> , кДж/моль	C, Дж/(моль·К)	Газ	Q <sub>обр</sub> , кДж/моль	C, Дж/(моль·К)
C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>	-20.4	142.7	CO <sub>2</sub>	393.5	53.5
O <sub>2</sub>	0	34.7	H <sub>2</sub> O	241.8	43.0

5. Произведение растворимости Mg(OH)<sub>2</sub> при 25°C составляет 7.1·10<sup>-12</sup>. Вычислите растворимость (в моль/л) гидроксида магния в чистой воде и определите pH раствора над осадком Mg(OH)<sub>2</sub>. Дайте количественную оценку растворимости Mg(OH)<sub>2</sub> в растворе с pH = 12.5. (14 баллов)

6. Определите металл А и состав соединений X1 – X3. Напишите уравнения протекающих реакций, укажите условия их проведения. Укажите окраску соединения AS и водного раствора ASO<sub>4</sub>. (12 баллов)



7. *мета*-Хлорнадбензойная кислота  $C_7H_5O_3Cl$  содержит непрочную связь O—O, которая легко подвергается атаке нуклеофильных реагентов с последующим переносом к ним атома кислорода. Такими реагентами являются алкены, некоторые ароматические соединения, сульфиды, селениды, амины и азотистые гетероциклы. Расшифруйте следующую последовательность превращений:



Определите неизвестные соединения и напишите уравнения всех протекающих реакций. Примите во внимание, что соединение **D** не реагирует с гидрокарбонатом калия. Рассчитайте массу соединения **F**, полученного из 10.8 г **D** с выходом 75%. (16 баллов)

8.4. 53.8 г смеси безводного сульфата меди  $CuSO_4$  и хлорида калия полностью растворили в 0.45 л воды и подвергли полученный раствор электролизу с инертными электродами, разделенными диафрагмой. Электролиз проводили до тех пор, пока отношение объемов выделившихся на аноде и катоде газов не стало равным 2 : 3 (объемы измерены при одинаковых условиях), масса полученной меди при этом составила 9.6 г. Рассчитайте массовые доли веществ, оставшихся в растворе после окончания электролиза. Определите состав и массу осадка, который образуется, если в исходный раствор пропустить ток сернистого газа. Запишите уравнения всех реакций. (18 баллов)

# Олимпиада «Ломоносов» по химии. 11 класс

## Вариант 2

1. При инвентаризации реактивов в лаборатории обнаружили, что этикетки от трех банок с аминокислотами открепилась и лежат на полке отдельно. Чтобы установить содержимое банок, приготовили разбавленные растворы этих аминокислот и определили значение pH каждого из них. Результаты измерений представлены в таблице. Определите содержимое каждой банки, если известно, что в них были лизин, глицин и глутаминовая кислота. **(6 баллов)**

Банка	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
pH раствора	5.5	3.2	9.6

2. Смесь CO и CO<sub>2</sub> с плотностью по гелию 9.4 пропустили над раскаленным углем, объем смеси при этом увеличился в 1.3 раза (объемы измерены в одинаковых условиях). Определите плотность по гелию конечной газовой смеси. **(10 баллов)**

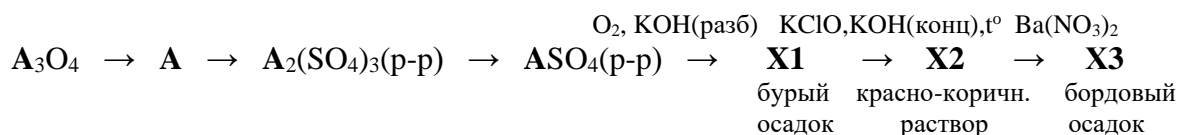
3. Сложный эфир А массой 30.3 г подвергли щелочному гидролизу и получили 24.3 г натриевой соли карбоновой кислоты неразветвленного строения и 18 г вторичного предельного спирта (выход реакции 100%). Определите строение А. Рассчитайте, сколько процентов по массе потеряет кислота, входящая в состав А, при нагревании ее до 180°C. Напишите уравнения протекающих реакций. **(12 баллов)**

4. Рассчитайте максимальную температуру газовой смеси, полученной в результате полного сгорания 1 моля пропана в 31 моле кислорода. Начальная температура равна 25 °С. Теплоты образования при 298 К и теплоемкости газов приведены в таблице. **(12 баллов)**

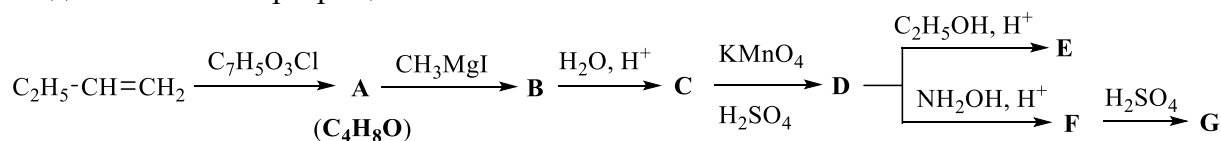
Газ	$Q_{\text{обр.}}$ , кДж/моль	$C$ , Дж/(моль·К)	Газ	$Q_{\text{обр.}}$ , кДж/моль	$C$ , Дж/(моль·К)
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	103.8	172.9	CO <sub>2</sub>	393.5	53.5
O <sub>2</sub>	0	34.7	H <sub>2</sub> O	241.8	43.0

5. Произведение растворимости Ni(OH)<sub>2</sub> при 25°C составляет  $2.0 \cdot 10^{-15}$ . Вычислите растворимость (в моль/л) гидроксида никеля(II) в чистой воде и определите pH раствора над осадком Ni(OH)<sub>2</sub>. Дайте количественную оценку растворимости Ni(OH)<sub>2</sub> в растворе с pH = 12.5. **(14 баллов)**

6. Определите металл А и состав соединений X1 – X3. Напишите уравнения протекающих реакций, укажите условия их проведения. Укажите окраску водных растворов A<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> и ASO<sub>4</sub>. **(12 баллов)**



7. *meta*-Хлорнадбензойная кислота  $C_7H_5O_3Cl$  содержит непрочную связь O–O, которая легко подвергается атаке нуклеофильных реагентов с последующим переносом к ним атома кислорода. Такими реагентами являются алкены, некоторые ароматические соединения, сульфиды, селениды, амины и азотистые гетероциклы. Расшифруйте следующую последовательность превращений:



Определите неизвестные соединения и напишите уравнения всех протекающих реакций. Примите во внимание, что соединение **D** не реагирует с гидрокарбонатом калия. Рассчитайте массу соединения **G**, полученного из 12.9 г **D** с выходом 80% на каждой стадии. (16 баллов)

8. 121.8 г смеси пентагидрата сульфата меди  $CuSO_4 \cdot 5H_2O$  и хлорида натрия полностью растворили в 0.6 л воды и подвергли полученный раствор электролизу с инертными электродами, разделенными диафрагмой. Электролиз проводили до тех пор, пока отношение объемов выделившихся на аноде и катоде газов не стало равным 1.2 (объемы измерены при одинаковых условиях), масса полученной меди при этом составила 19.2 г. Рассчитайте массовые доли веществ, оставшихся в растворе после окончания электролиза. Определите состав и массу осадка, который образуется, если в исходный раствор пропустить ток сернистого газа. Запишите уравнения всех реакций. (18 баллов)