

1.2. Заключительный (городской) этап. Теоретический тур

11 класс

*Авторы задач – Скрипкин М.Ю. (№№ 1, 3), Бахманчук Е.Н. (№2),
Пошехонов И.С. (№ 4), Михайлов К.И. (№ 5), Ростовский Н.В. (№№ 6, 7)*

1. При нагревании 3,00 г некоторой жидкости *A* до 300 °С получили газ *B* и 1,03 г твердого вещества *B*. При взаимодействии этого твердого вещества с избытком 10% серной кислоты получилось 0,394 л газа (в пересчете на н.у.).

Газ **B** легко реагирует с простым веществом **Г**, образованным самым распространенным на Земле элементом; единственным продуктом их взаимодействия является газ **Д** с относительной плотностью по пропану равной 1,00.

1) Определите состав исходной жидкости **A**, составьте уравнения указанных в тексте задачи реакций.

2) Напишите уравнение реакции, протекающей при длительном выдерживании жидкости **A** в атмосфере газа, состоящего из элемента, образующего вещество **Г**, и его ближайшего соседа по периодической системе.

3) Известно, что вещество **A** является представителем соединений с необычным характером связи. В чем он заключается? Приведите примеры еще 3 соединений с аналогичным характером химической связи.

2. Химические элементы **X** и **Y** находятся в одной группе Периодической системы. Соответствующие им простые вещества **X*** и **Y*** реагируют с водородом с образованием газообразных при 25 °С веществ **A** и **B**, соответственно. Известно, что водные растворы веществ **A** и **B** являются кислотами, притом **B** проявляет более сильные кислотные свойства, чем **A**. При взаимодействии **X*** с **Y*** можно получить соединения **C** (34,9% **X**), **D** (61,6% **X**), **E** (72,8% **X**). Они гидролизуются в щелочном растворе с образованием соли кислоты **A** и солей кислот **F**, **G**, **H**, соответственно.

А) Расшифруйте элементы **X** и **Y**, соединения **X***, **Y***, **A** – **H**.

Б) Почему водный раствор **B** более сильная кислота, чем водный раствор **A**?

В) Как меняются кислотные и окислительно-восстановительные свойства в ряду соединений **F** – **G** – **H**? Ответ поясните.

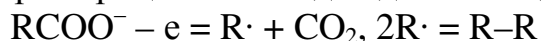
3. Сумма всех четырех квантовых чисел последнего по порядку заполнения электрона атома элемента **A** равна 4,5. Сумма орбитального и магнитного квантовых чисел равна нулю, а отношение главного квантового числа к орбитальному равно 2,5.

1) Определите элемент **A**.

2) Охарактеризуйте его химические свойства – укажите характерные степени окисления, составьте формулы высшего оксида, фторида, бромида. Ответ мотивируйте.

3) Чем замечательны ближайшие соседи (по горизонтали и по вертикали) этого элемента?

4. Перспективным промышленным методом получения кислоты **X** является анодная конденсация монометиладипината $\text{CH}_3\text{OOC}(\text{CH}_2)_4\text{COO}^-$ до диметилового эфира кислоты **X** (электролиз) с последующим гидролизом диэфира. Процесс на аноде идет по следующему механизму:



при достаточно высокой плотности тока (плотность тока $j = I/S$, где сила тока **I** и площадь поверхности электрода **S**).

1) Вычислите время, спустя которое содержание монометиладипината в водно-метанольном растворе уменьшилось с 1,7 моль до 0,2 моль. Необходимые данные: $j = 12 \text{ А/дм}^2$, параметры цилиндрических электродов –

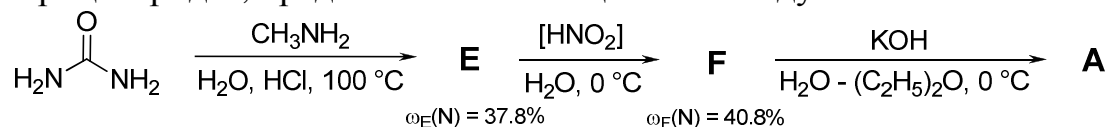
диаметр $d = 3$ см, высота $h = 20$ см; электроды погружены в раствор на $7/8$ по высоте.

2) Если после завершения первого этапа электролиза в раствор добавить 0,5 моль уксусной кислоты и продолжить пропускать ток, какие вещества можно будет обнаружить в анодном пространстве? Расположите их в порядке уменьшения содержания каждого компонента. Ответ поясните.

3) Из 700 г монометиладипината натрия можно получить 272 г кислоты **X**. Вычислите выход продукта на втором этапе, если электролиз (первый этап) протекает с 85%-ным выходом. Запишите уравнения описанных реакций.

5. В 1899 году Ганс фон Пехманн работал с желтым газом **A**, имеющим относительную плотность по водороду 21. Немецкий инженер обнаружил, что при аккуратном нагревании **A** образуется воскоподобное белое вещество **B**. В настоящее время вещество **B** (правда, уже под другим названием) получают в промышленности в количестве нескольких десятков миллионов тонн. Исходным сырьем для синтеза является газ **D**, получающийся в процессе крекинга нефти и её дистиллятов, а также выделяющийся при гниении яблок. Лабораторный способ получения **B** – нагревание газа **D** до 100–120 °С в присутствии триэтилалюминия под давлением 3–4 атм.

Лучшим лабораторным способом получения **A** до сих пор остается способ Фрица Арндта, предложенный им ещё в 1930 году:

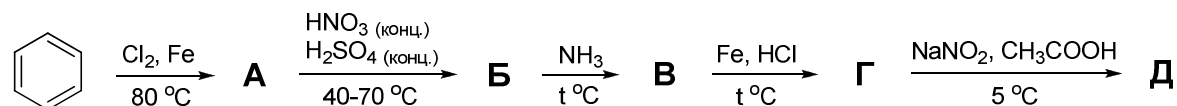


1) Приведите структурные формулы веществ **A, B, D, E, F**.

2) Какое название было предложено фон Пехманном для соединения **B**? Каково современное название этого вещества?

3) Вещество **A** может храниться около 6 месяцев в виде раствора в диэтиловом эфире при -20 °С. Почему **A** требует таких специфических условий хранения?

6. Расшифруйте представленную ниже схему синтеза вещества **D** ($t_{\text{пл}} = 100$ °С). Согласно данным элементного анализа **D** содержит 60,8% углерода, 4,3% водорода и 35,5% азота по массе.



Примечание: на второй стадии образуется несколько изомеров, вещество **B** – один из них.

7. Секретный «КОД»

Углеводород **X** может быть получен при нагревании бута-1,3-диена в присутствии катализатора NiX_2 , при этом в качестве побочного продукта образуется углеводород **Y**, изомерный **X**. При озоноллизе **X** и последующем действии восстановителя диметилсульфида, $(\text{CH}_3)_2\text{S}$, получено единственное соединение **A** состава $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_2$, а при озоноллизе **Y** в тех же условиях – бутан-

1,2,4-трикарбальдегид и формальдегид в соотношении 1:1. При окислительном дегидрировании **Y** образуется углеводород **B**, являющийся важным промышленным мономером. Углеводород **B** легко взаимодействует с бромом с образованием соединения **C**, при этом 1.00 г **B** присоединяет 1.54 г брома. Углеводород **X** служит исходным веществом для синтеза 9-борабицикло[3.3.1]нонана (9-BBN), важного реагента для синтеза первичных спиртов.

1) Напишите структурные формулы соединений **X**, **Y**, **A** – **C**;

2) В год производится более 10 000 тонн углеводорода **X**, из которых большая часть используется для получения комплекса NiX_2 . Изобразите пространственное строение комплекса NiX_2 , учитывая, что атом никеля в нём находится в тетраэдрическом окружении;

3) Предложите механизм образования **X** в описанной реакции;

4) Обязательно ли присутствие катализатора для образования **Y**? Ответ поясните.

