



Олимпиада школьников
Санкт-Петербургского университета

Общеобразовательный предмет «Химия»
Заключительный этап 2024-2025 уч. года

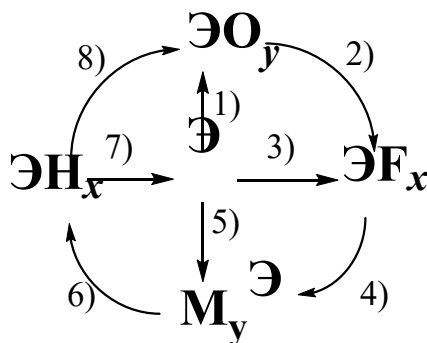


9 класс

Задание № 1. «Определите элемент»

Вариант №1

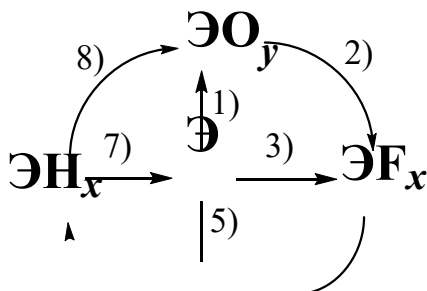
На схеме показаны превращения с участием простого вещества элемента Э. Каждой стрелке на схеме отвечает одна реакция (в которой, кроме указанных соединений, могут получаться и другие продукты). Идентифицируйте элемент Э, если его массовая доля в высшем оксиде ЭO_y составляет 46.7%, напишите уравнения протекающих реакций и укажите условия их проведения. Какие элементы могут выступать в качестве М? Каково наиболее распространенное использование простого вещества элемента Э?



Задание № 1. «Определите элемент»

Вариант № 2

На схеме показаны превращения с участием простого вещества элемента Э. Каждой стрелке на схеме отвечает одна реакция (в которой, кроме указанных соединений, могут получаться и другие продукты). Идентифицируйте элемент Э, если его массовая доля в высшем фториде EF_x составляет 27.0%, напишите уравнения протекающих реакций и укажите условия их проведения. Какие элементы могут выступать в качестве М? Каково наиболее распространенное использование простого вещества элемента Э?



Задание № 2. «Анализ стали»

Вариант № 1

Одним из методов количественного определения содержания фосфора в сталях является фотометрическое определение в присутствии молибдата аммония. Навеску стали растворяют в азотной кислоте, кипятят до полного прекращения выделения оксидов азота, добавляют избыток гидроксиламина, нагревают раствор до кипения, после чего при непрерывном перемешивании добавляют избыток раствора молибдата аммония, доводят до 100 мл и через 5 минут измеряют оптическую плотность с красным светофильтром. Для построения калибровочного графика проводят аналогичный эксперимент с карбонильным железом и стандартным раствором фосфата натрия.

В результате эксперимента получена следующая зависимость оптической плотности D от содержания фосфора

Содержание фосфора в растворе, мг/л	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
D	0.13	0.21	0.32	0.42	0.54	0.62

Для определения содержания фосфора в исследуемом сплаве навеску стали массой 0.254 г обработали согласно указанной методике, довели раствор до объема 100 мл и определили оптическую плотность раствора. Она составила 0,59. Раствор разбавили в два раза и вновь определили оптическую плотность. Измеряемая величина составила 0.31.

- А) Определите массовую долю фосфора в исследуемой стали;
- Б) Напишите уравнения протекающих реакций. К какому классу веществ относится соединение, определяющее окраску конечного раствора?;
- В) для чего добиваются полного удаления оксидов азота?

Задание № 3. «Лабораторная работа»

Вариант № 1

Студентка Елизавета выполняла лабораторную работу «Окислительно-восстановительные» реакции». В одном из заданий этой лабораторной работы было предложено восстановить соль металла X до более низкой степени окисления. Для этого в пробирку нужно было прилить раствор данной соли, добавить гранул цинка и подкислить раствор. На выбор у Елизаветы на подносе стояло четыре кислоты: серная, соляная, азотная и фосфорная. Елизавета выбрала одну из них и добавила небольшое количество к раствору. После чего в описании работы было сказано «заккрыть пробирку». На выбор на столе перед Елизаветой лежали: резиновая пробка, резиновая пробка со стеклянной газоотводной трубкой, фильтровальная бумага, резиновая пробка с подсоединенным к ней отрезком резинового шланга с небольшим надрезом, также заткнутым небольшой пробкой. Елизавета выбрала один из предметов и закрыла пробирку. После этого в описании было сказано «нагреть раствор». В распоряжении Елизаветы оказались: газовая горелка, спиртовка и водяная баня (стакан с горячей водой на электроплитке). После нагревания, которое прошло без инцидентов, цвет раствора в пробирке остался неизменным и больше ничего не наблюдалось. После того, как по совету преподавателя кислота была заменена на другую, опыт удался и раствор изменил цвет на ярко-голубой, а после добавления ацетата натрия – на темно красный. Исходя из описания опыта определите:

- 1) Природу металла X, запишите уравнения протекающих реакций при восстановлении и при добавлении ацетата натрия.
- 2) В виде какой соли X разумнее всего проводить восстановление в растворе?
- 3) Какую кислоту выбрала Елизавета?
- 4) Какую кислоту нужно было взять для проведения реакции?
- 5) Чем необходимо было закрыть пробирку и почему?
- 6) Как нужно правильно было провести нагрев согласно требованиям техники безопасности?

Задание № 4. «Две соли»

Вариант № 1

При термическом разложении соли **А** при 350 °С получаются только газообразные продукты, при пропускании которых через избыток концентрированного раствора едкого натра объем газа уменьшается в 3 раза. При термическом разложении соли **Б**, содержащей тот же анион, образуется газовая смесь такого же качественного состава, что и при разложении соли **А**, но с иным соотношением компонентов. Газ, оставшийся после пропускания полученной смеси через раствор едкого натра, способен обесцвечивать подкисленный серной кислотой водный раствор перманганата калия, при этом объем газа остается неизменным. Если раствор едкого натра после поглощения продуктов разложения упарить, обработать концентрированной серной кислотой и пропустить газообразные продукты последней реакции через 0.02 М водный раствор гидроксида кальция, они будут взаимодействовать в соотношении 0.025 г соли **А** – 5,95 мл раствора $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Определите вещества **А** и **Б**, напишите уравнения упомянутых реакций. Составьте уравнения реакций взаимодействия веществ **А** и **Б** с едким натром, соляной кислотой, аммиаком.

Задание № 5. «Металл»

Вариант № 1

Металл **М** образует со всеми элементами **Х** одной из групп периодической системы соединения в двух степенях окисления. Все эти соединения в водном растворе являются устойчивыми за исключением одного. Последнее получают следующим способом: продукт взаимодействия порошка металла **М** с угарным газом при комнатной температуре, растворяют в гексане в атмосфере аргона и добавляют избыток **Х**, после чего раствор приобретает светло-красный цвет. Выделившийся продукт **Р**, массовая доля **М** в котором составляет 13,24%, подвергают воздействию света, снова в присутствии избытка **Х**, в результате чего выделяется угарный газ и образуется черная пленка соединения **М** с **Х**.

1. Определите природу **М**
2. Расшифруйте указанные превращения.
3. Как получают соединения **М** с элементами **Х** в разных степенях окисления?
4. Что происходит с указанным нестабильным соединением в водном растворе?
5. Почему остальные соединения в этой степени окисления устойчивы в водном растворе?