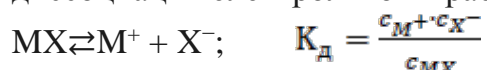


**Время выполнения заданий – 240 минут.  
Максимальное количество баллов – 100.**

**Напоминание: вычисления в расчетных задачах необходимо вести с точностью  
приведенных в условии значений**

1. Для описания обратимых химических реакций используется понятие константы равновесия, связывающей концентрации исходных веществ и продуктов реакции к моменту достижения равновесия. Так, например, для описания диссоциации электролитов в растворе используется константа диссоциации  $K_d$ :



Целый ряд свойств растворов зависит только от суммарной концентрации частиц в растворе и не зависят от их типа. Такие свойства называют коллигативными. Определенная с их помощью концентрация будет равна общей концентрации частиц, т.е. у 0,001М раствора NaCl общая концентрация частиц будет примерно такой же, как у 0,002М раствора сахарозы.

Кажущаяся (т.е. общая концентрация частиц всех типов) концентрация 2М раствора некоторой кислоты составляет 2,4М, а 0,2М раствора – 0,3М. Какой будет кажущаяся концентрация 0,02М раствора?

2. Некоторое вещество А может необратимо разлагаться двумя путями: с образованием ценного продукта В и побочного продукта С. Без катализатора реакция идёт с образованием практически только С (из 20 моль А образуется 19 моль С и только 1 моль В). Катализатор позволяет ускорить нужную реакцию в 120 раз, а побочную только в 4 раза. Каким будет соотношение продуктов?

3. Жидкость Х является бинарным (состоящим из двух элементов) соединением, массовая доля азота в котором равна 97,66%. Это вещество многие путают с другим известным азотсодержащим веществом Y. Однако Х является кислотой, в отличие от Y, обладающего выраженными основными свойствами. При взаимодействии вещества Х (в водном растворе) с магнием образуется два бинарных азотсодержащих вещества А, В и азот. Массовые доли азота в соединениях А и В соответственно составляют 77,57% и 93,29% (считаем, что эти соединения не являются кристаллогидратами).

- 1) Определите вещества Х, Y, А и В. Подтвердите расчётами.
- 2) Напишите уравнения реакций.
- 3) Определите степени окисления азота в соединениях Х, А и В.
- 4) Изобразите геометрическую форму молекулы Х.

4. Через раствор смеси сульфида и селенида калия пропустили электрический ток. На одном электроде выделилось 10 г осадка, на другом – водород. Объём водорода – 4,911 л при н.у. Рассчитайте состав осадка.

5. При нагревании реакционноспособного металла X, окрашивающего пламя в жёлтый цвет, с металлом Y получилось необычное кристаллическое бинарное соединение Z1, при растворении навески которого массой 1,000 г в концентрированной азотной кислоте образовался аморфный белый осадок Z2. Этот осадок прокалили и получили 1,169 г оксида Z3 с массовой долей Y, составляющей 78,77 %. Установите брутто-формулу Z1.

6. Три навески тонкоизмельченной смеси металла с его оксидом, содержащие разные количества металла, внесли в соляную кислоту. В первом случае происходило выделение газа А, во втором случае выделение другого газа Б, в третьем случае выделение газа не наблюдалось. Смесь каких веществ могла быть использована для проведения опытов? Дайте мотивированный ответ и обсудите возможные варианты решений (не больше трех).

7. Смесь газов объемом V л, каждый из которых имеет значение относительной молекулярной массы  $M_r \sim 28$ , была сожжена в кислороде. При этом для сжигания потребовалось V л кислорода и образовалась смесь V л газообразных продуктов сгорания. В результате пропускания через щелочь объем смеси газообразных продуктов сгорания уменьшился на 90%. Все указано для н.у. Определите качественный и количественный состав исходной смеси.

8. В 10 пронумерованных пробирках находятся 0,1M растворы следующих веществ: хлорид бария, сульфат натрия, хлорид калия, нитрат магния, ортофосфат натрия, гидроксид бария, нитрат свинца, гидроксид калия, сульфат алюминия, карбонат натрия.

Используя в качестве реактивов только эти растворы, составьте план и схему определения, под каким номером находится каждое из названных веществ. Напишите уравнения проводимых реакций.

9. Кроме фосфина  $\text{PH}_3$ , существует ещё несколько гидридов фосфора. Для получения одного из них (X, газ) фосфор и кальций сплавляют с образованием А, а затем полученное вещество обрабатывают водой для получения X.

Полученный газ известного объёма пропускали через раствор подкисленного серной кислотой перманганата калия, затем избыток перманганата оттитровывали сульфатом железа(II). По расчётам получилось, что газ X и  $\text{KMnO}_4$  реагируют в соотношении 5 : 14 (учтите, что фосфор в таких условиях окисляется до максимальной степени окисления).

Установите степень окисления фосфора в X и предложите его формулу. Также предложите формулу вещества А, из которого получают X в ходе гидролиза. Запишите все уравнения реакции.

10. Дифторид дикислорода  $O_2F_2$  несколько выпадает из «школьных» представлений о валентности. Длина связи  $O-O$  в этой молекуле фактически равна длине двойной связи  $O=O$  в молекуле кислорода и существенно меньше длины связи  $O-O$  в молекуле пероксида водорода. Известно, что длины одинарных связей Э–Э (Элемент–Элемент) должны быть на несколько десятых ангстрема больше, чем длины соответствующих кратных связей Э=Э. Это иллюстрируют примеры, приведенные в таблице.

Таблица 1.

Примеры длин связей в различных соединениях

Связь	Длина (Å)	Связь	Длина (Å)
$O=O$	1.21	$H_3C-CH_3$	1.54
$FO-OF$	1.22	$H_2C=CH_2$	1.35
$HO-OH$	1.48	$HC\equiv CH$	1.21

Предложите свое объяснение необычно малой длине связи  $O-O$  в молекуле  $O_2F_2$ .