

Время выполнения заданий 235 минут.

Максимальный первичный балл – 100 (5 задач по 20 баллов).

Максимальный итоговый балл – 100.

Задача 10-1

Смесь оксидов натрия и калия, в которой на **два** атома натрия приходится **один** атом калия обработали водой (**реакции 1 и 2**). К полученному раствору прилили раствор серной кислоты массой 100 г (**реакции 3 и 4**). При этом образовавшийся раствор имел нейтральную среду. Этот раствор прилили к избытку раствора хлорида бария. При этом наблюдали выпадение осадка массой 34,95 г (**реакция 5 и 6**).

- 1) Напишите уравнения реакций 1-6.
- 2) Вычислите массовые доли оксидов металлов в исходной смеси.
- 3) Вычислите массовую серной кислоты в используемом растворе.
- 4) Вычислите молярную концентрацию ортофосфорной кислоты (объем раствора 100 мл), которая потребуется для растворения исходной смеси оксидов металлов до образования средних солей (**реакции 7 и 8**).

Задача 10-2

Смесь двух твёрдых солей **А** и **Б** обработали концентрированной соляной кислотой (**реакции 1 и 2**), взятой в избытке, в результате выделился желто-зеленый газ **И**. К образовавшемуся раствору прилили избыток раствора гидроксида калия (**реакции 3,4,5**). Выпавший осадок вещества **В** бледно-розового, почти белого цвета, отделили, а через оставшийся раствор изумрудного цвета пропустили избыток углекислого газа (**реакция 6**), в результате чего выпал серо-зелёный осадок **Ж**. Вещество **В** обработали избытком азотной кислоты (**реакция 7**), получили раствор соли **Г**. Соль **Г** разлагается при нагревании с образованием бурого оксида **Д** (**реакция 8**), который при сплавлении с нитратом калия в среде карбоната калия (**реакция 9**) образует соль **Е**, растворы которой имеют зеленый цвет. Если через раствор соли **Е** пропустить хлор (**реакция 10**), то одним из продуктов реакции будет соль **А**, а раствор изменит цвет на малиновый.

Осадок **Ж** отделили от раствора, из которого он выпал, и растворили в избытке перекиси водорода с добавлением гидроксида калия (**реакция 11**). Получили раствор соли **З** желтого цвета, который при добавлении азотной кислоты стал оранжевым (**реакция 12**) в результате образования **Б**.

Дополнительно известно, что вещество **А** часто встречается в органической химии в качестве сильного окислителя, а его разбавленный холодный водный раствор используется в реакции Вагнера. Массовая доля кислорода в веществе **Б** составляет 38,095%, а в веществе **З** – 32,989%.

Совет: если цветовые подсказки в задаче не помогли Вам определить **Б**, воспользуйтесь массовой долей кислорода в веществах **Б** и **З**.

- 1) Определите неизвестные вещества **А-И**.
- 2) Напишите уравнения реакций 1-12.
- 3) Напишите уравнение реакции Вагнера с пропиленом. Укажите визуальный эффект реакции.

Задача 10-3

Смесь двух солей **А** и **Б** нагревали до окончания процессов их разложения, в результате образовалась смесь из трёх газов (**смесь 1** – **В, Г** и **Д**), которая при температуре 150°C и давлении 101,3 кПа занимает объём 26,038 л и имеет массу 17,6 г (твёрдых веществ не образовывалось). Если полученную газовую смесь охладить до 20°C при том же давлении, то её объём уменьшится до 6,012 л, и масса составит 8,6 г – образуется **смесь 2**. Если же оставшуюся смесь газов (**смесь 2**) нагреть до 700°C (давление 101,3 кПа), то её масса не изменится и останется равной 8,6 г, а объём будет составлять 23,958 л (при 700°C и давлении 101,3 кПа), а в составе конечной **смеси 3** будут находиться только 2 простых вещества (**В** и **Е**). Известно, что в атмосфере газа **Е** вспыхивает тлеющая лучина.

- 1) Определите средние молярные массы газовых **смесей 1, 2** и **3**.
- 2) Определите формулы веществ **А-Е**.
- 3) Напишите уравнения описанных в условии задачи реакций (3 реакции).
- 4) Определите массовые доли веществ в исходной смеси солей **А** и **Б**.

Примечание: в расчётах используйте значение универсальной газовой постоянной

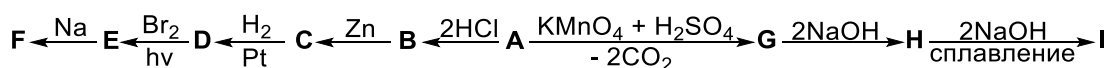
$$R = 8,314 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{K}}.$$

Задача 10-4

Навеску вещества **А** массой 0,82 г сожгли в избытке кислорода. При этом образовалось 2,64 г углекислого газа и 0,9 г воды.

- 1) Определите молекулярную формулу вещества **А**, если известно, что его молекулярная масса меньше 90 г/моль.

Вещество **А** ввели в следующую цепочку превращений.



- 2) Определите структурные формулы веществ **А-И**.

Дополнительно известно:

- Вещество **С** является циклоалканом, в структуре которого имеется трёхчленный цикл, содержащий 3 заместителя при разных атомах углерода в цикле.

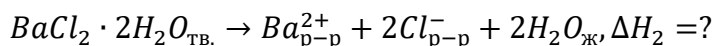
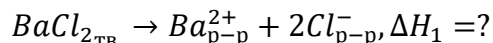
- При окислении 1 моль вещества А сернокислым раствором перманганата калия выделяется 2 моль углекислого газа.

3) Напишите уравнение реакции окисления вещества А сернокислым раствором перманганата калия (получение вещества G).

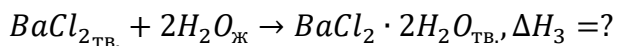
Задача 10-5

При растворении 10,4 г хлорида бария в воде выделяется 0,435 кДж теплоты, а при растворении 12,1 г дигидрата хлорида бария в воде поглощается в 1,04 кДж теплоты.

1) Определите тепловые эффекты следующих процессов.



2) На основании данных полученный в предыдущем пункте, определите тепловой эффект следующего процесса.



3) Вычислите, какую массу хлорида бария необходимо добавить к 150 г 5%-ного его раствора, чтобы массовая доля соли возросла в 2 раза.

4) Вычислите, какую массу дигидрата хлорида бария необходимо добавить к 150 г 5%-ного его раствора, чтобы массовая доля соли возросла в 2 раза.

Учтите, что положительные значения изменения энтальпии (ΔH) соответствуют поглощению теплоты.