

Олимпиада школьников «Ломоносов». 2024/25 учебный год.

Задания заключительного этапа по химии

5-9 классы

Вариант 1

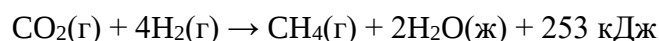
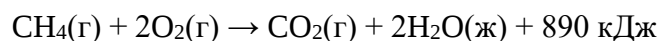
Указание к оформлению решения. Во всех задачах, требующих численного ответа, должны быть приведены расчеты. Все качественные вопросы требуют обоснования. Только ответы, записанные без расчетов и/или обоснований, не оцениваются.

Задача 1 (10 баллов)

Жидкое вещество **X** используется для хлорирования органических и неорганических соединений. Оно состоит из трех элементов, содержание хлора составляет 59.7% по массе и 50% по числу атомов. Установите формулу **X** и запишите уравнения его реакций с водой и избытком раствора гидроксида калия.

Задача 2 (14 баллов)

Даны термохимические уравнения реакций полного сгорания метана в кислороде и полного восстановления углекислого газа водородом:



1) Найдите теплоту образования ($Q_{\text{обр}}$) жидкой воды из простых веществ (в кДж/моль). (Для экзотермических реакций $Q > 0$).

2) Сколько литров метана (в пересчете на н. у.) потребуется сжечь, чтобы выделившейся теплоты хватило на полное разложение одного литра воды на простые вещества?

Задача 3 (14 баллов)

Два положительных иона состоят из одних и тех же элементов-неметаллов и имеют одинаковый заряд. Один из двух элементов имеет в этих ионах разные степени окисления, они отличаются на 2. Соли этих катионов, как правило, гигроскопичны и реагируют с водой. Твёрдый нитрат одного из этих катионов представляет собой высший оксид.

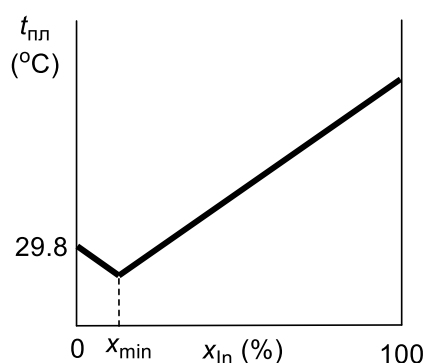
1) Установите формулы ионов, определите степени окисления и валентности элементов в них.

2) Запишите уравнения реакций с водой кислотного оксида и перхлората каждого катиона.

Задача 4 (12 баллов)

Индий и галлий образуют сплавы, которые могут быть жидкими даже при комнатной температуре. Зависимость температуры плавления таких сплавов $t_{\text{пл}}$ (°C) от мольной доли индия x (%) в них приближенно описывается линейной функцией:

$$t_{\text{пл}}(^{\circ}\text{C}) = \begin{cases} 29.8 - x & \text{при } x \leq x_{\text{min}} \\ 1.64x - 8 & \text{при } x \geq x_{\text{min}} \end{cases}$$



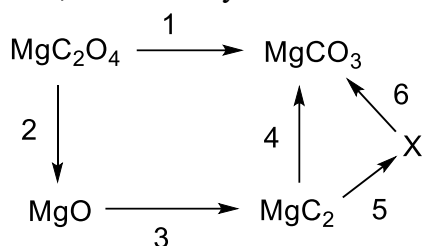
- 1) Найдите температуру плавления чистого индия.
- 2) Найдите состав и температуру плавления самого легкоплавкого сплава.
- 3) При какой температуре будет плавиться сплав, содержащий равные массы индия и галлия?

Задача 5 (12 баллов)

Для измерения постоянной Авогадро был проведен следующий эксперимент. Раствор сульфата никеля подвергли электролизу с никелевым анодом в течение 2525 с при постоянной силе тока 1.234 А. За время электролиза масса анода уменьшилась на 0.9453 г. Оцените значение постоянной Авогадро с точностью три знака после запятой, используя следующие справочные данные: относительная атомная масса никеля $A_r(\text{Ni}) = 58.69$, заряд электрона $e = 1.602 \cdot 10^{-19}$ Кл. Подсказка: постоянной Фарадея пользоваться нельзя, так как она связана с постоянной Авогадро.

Задача 6 (18 баллов)

Напишите уравнения реакций, соответствующие схеме превращений:



Вещество X состоит из двух элементов и содержит 8.7% магния по массе.

Задача 7 (20 баллов)

«Адский камень» X – неорганическая соль белого цвета, которая при попадании на кожу оставляет на ней темные следы. Отлично растворима в воде. При действии щёлочи на водный раствор X выпадает темный осадок Y (реакция 1), который растворяется в аммиаке (реакция 2) и азотной кислоте (реакция 3) и светлеет при добавлении соляной кислоты (реакция 4).

Вещество Y используется в качестве катода в кнопочных батарейках, где анодом служит металлический цинк, а электролитом – раствор щелочи.

- 1) Определите вещества X и Y, запишите уравнения реакций (1) – (4).
- 2) Запишите уравнения полуреакций на катоде и аноде и суммарное уравнение реакции, протекающей в батарейке. Щелочи в батарейке не очень много.