

Межрегиональная олимпиада школьников
«Будущие исследователи – будущее науки» - 2023/24
Химия. Финальный тур. Время выполнения заданий – 180 минут.

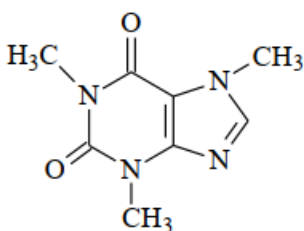
9 класс

Задача 9-1

Два минерала **А** и **Б** имеют одинаковый качественный элементный состав. Синий цвет минерала **А** длительное время считался одним из самых редких и красивых. Он вдохновлял великих художников и иконописцев, его сияние на протяжении веков освещает своды Сикстинской капеллы Ватикана. Зеленый минерал **Б** используется как дорогой поделочный камень, пилястры и элементы декора из которого украшают залы московского Кремля.

На полное растворение измельченного **А** требуется в 1.5 раза больше водного раствора сильной минеральной кислоты, чем на растворение такого же количества вещества **Б**. При этом выделяется одинаковый объем бесцветного газа без запаха, не поддерживающего горение, и образуется водный раствор, содержащий только одно вещество. Если для растворения использовать соляную кислоту, то этим веществом является **В**. Установите химические формулы **А** и **Б**, если молярная масса **А** в 1.441 раза больше, чем **Б** и оба минерала можно рассматривать как смешанный гидроксид и карбонат металла в степени окисления +2. Ответ поясните соответствующими расчетами и рассуждениями. Запишите уравнения реакций растворения **А** и **Б** в соляной кислоте.

Задача 9-2



Кофеин ($C_8H_{10}N_4O_2$) является основным тонизирующим компонентом чая и кофе. Он стимулирует психическую деятельность, повышает умственную и физическую работоспособность, двигательную активность. Однако большие дозы кофеина угнетающе действуют на организм человека, поэтому очень важно определять его содержание в продуктах. В классической аналитической химии для определения кофеина используют реакцию взаимодействия с хлорной кислотой $HClO_4$.

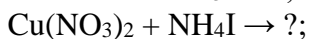
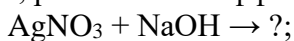
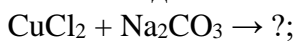
Напишите уравнение реакции между кофеином и хлорной кислотой, учитывая, что они взаимодействуют в молярном соотношении 1:1 и при этом образуется один продукт по донорно-акцепторному механизму (как хлорид аммония $NH_4^+Cl^-$ из NH_3 и HCl). При написании уравнения реакции используйте графическую формулу кофеина и продукта реакции.

Вычислите массовую долю кофеина в чае, если анализ чая проводили следующим образом. Кофеин количественно извлекли из 5 г чая в 50 мл раствора. На реакцию с 20 мл этого раствора потребовалось 15.5 мл 0.01 моль/л раствора хлорной кислоты.

Сколько чашек такого чая можно выпить в сутки, чтобы не превысить установленный в РФ максимальный уровень безопасного суточного потребления кофеина (150 мг). На одну чашку расходуется 2 г чая, кофеин в раствор извлекается полностью.

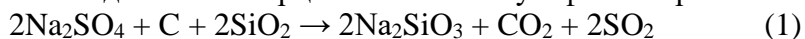
Задача 9-3

Допишите формулы продуктов 6 реакций, протекающих при сливании водных растворов солей с выделением осадков, расставьте коэффициенты.



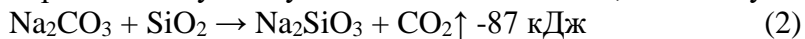
Задача 9-4

Современная технология выплавки силикатного стекла включает ряд реакций, в том числе взаимодействие кварцевого песка и сульфата натрия:



1. Определите тепловой эффект реакции (1), если известны значения мольных стандартных теплот образования $Q_{\text{обр.}}(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 1390$ кДж/моль, $Q_{\text{обр.}}(\text{SiO}_2) = 911$ кДж/моль, $Q_{\text{обр.}}(\text{Na}_2\text{SiO}_3) = 1561$ кДж/моль, $Q_{\text{обр.}}(\text{CO}_2) = 394$ кДж/моль, $Q_{\text{обр.}}(\text{SO}_2) = 297$ кДж/моль.

Чтобы узнать, как связаны значения теплового эффекта реакции и мольных теплот образования участвующих в ней веществ, используйте известные данные для реакции:



$Q_{\text{обр.}}$ (кДж/моль) = 1131 для Na_2CO_3 , 911 для SiO_2 , 1561 для Na_2SiO_3 , 394 для CO_2 .

2. Определите, экзо- или эндотермической является реакция (1).

3. Определите, сколько кДж теплоты выделится (или поглотится), если для реакции (1) использовали смесь 30 г сульфата натрия, 1,2 г угля и 12 г песка.

4. Найдите объем выделившихся газов при нагревании смеси 30г сульфата натрия, 1,2г угля и 12г песка, измеренный при давлении 405200 Па и температуре 819°C.