

Ассоциация
победителей
олимпиад

Командное стратегическое московское соревнование — КОСМОС

Весенний сезон, I тур

Задание по химии и биологии

Известно, что Кембрийский взрыв, произошедший на Земле около 540 миллионов лет назад и связанный с резким повышением содержания кислорода в атмосфере, привёл к образованию новых жизненных форм. Характерной чертой этих новых видов было наличие скелета. Именно в этот момент в палеонтологической летописи появляются останки хордовых, членистоногих, моллюсков и иглокожих. С одной стороны, кислородная революция сильно поменяла условия жизни на Земле и привела к увеличению биоразнообразия. С другой стороны, мы не узнали бы об этом, если эти организмы не начали бы строить минерализованные структуры в виде скелетов и раковин, которые отлично сохраняются в ископаемом состоянии. Древние скелеты были построены из карбоната кальция (CaCO_3). Карбонат кальция входит в состав экзоскелета иглокожих, ракообразных и моллюсков. Состав атмосферы меняется таким образом, что карбонат кальция становится биологически доступным материалом и “входит в моду” у животных, которые начинают делать из него свои скелеты.

На поверхности планеты вы обнаружили некие останки животных, похожие на фрагменты скелета животных. Вам необходимо проанализировать химический состав фрагментов скелета и выяснить, входит ли в него карбонат кальция. Если это так и карбонат кальция действительно содержится в останках, это означает, что атмосфера планеты кислородная, а жизненные формы схожи с земными - так как жизнь вероятнее всего основана на углероде, точно также как на Земле.

Для выяснения состава останков вам нужно провести качественную реакцию на карбонат кальция. Для этого вам понадобится ступка и пестик для измельчения фрагментов скелета, колба с раствором соляной кислоты, газоотводная трубка, колба с известковой водой (смесь воды и гидроксида кальция), колба с водным раствором H_2S .

Вы измельчаете фрагмент скелета в ступке, получается белый порошок. Вы перемещаете его в колбу с соляной кислотой (**эксперимент 1**), закрываете колбу пробкой, в которую вставлена газоотводная трубка и наблюдаете за тем, что происходит. Белый порошок растворяется в соляной кислоте, при этом выделяется бесцветный газ.

Мы не знаем, какой это газ. Это нужно выяснить в ходе дополнительного опыта (**эксперимент 2**). Конец газоотводной трубки мы помещаем в колбу с прозрачным раствором известковой воды. По мере выделения газа, известковая вода мутнеет и становится белой. Такой эффект мог обеспечить CO_2 или SO_2 .

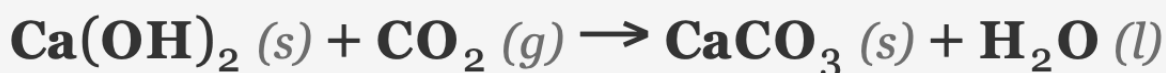
Чтобы определить, какой из двух газов выделился, вам потребуется провести третий эксперимент (**эксперимент 3**). Газоотводную трубку вы переносите в колбу с раствором H₂S. SO₂ будет реагировать с H₂S с образованием серы, а CO₂ не будет вступать в реакцию. Вы видите, что в колбе не образуется осадок. Теперь вы можете быть уверены, что выделившийся газ - это CO₂. Напишите реакции, которые объясняют произошедшее в **эксперименте 1** и **эксперименте 2**, а также реакцию водного раствора сероводорода с SO₂.

Объяснение:

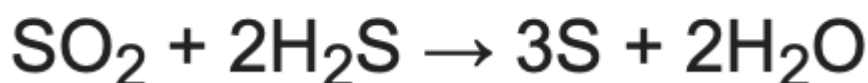
1 - В ходе реакции обмена образуется хлорид кальция и углекислый газ.



2 - Гидроксид кальция реагирует с углекислым газом с образованием CaCO₃, который нерастворим в воде.



3.



По всей видимости, остатки скелета действительно содержат в своем составе карбонат кальция. Это очень хороший знак, потому что указывает на сходство атмосферы с атмосферой Земли.

На всякий случай, чтобы подтвердить свою гипотезу, вы пробуете зажечь спичку. Она горит оранжевым пламенем. Спичка горит – значит, атмосфера окислительная, а оранжевое пламя указывает на то, что окислителем является именно кислород. Вы не понимаете, зачем вы потратили столько времени на скелеты, но не очень расстраиваетесь.

Известно, что в те времена, когда концентрация кислорода в атмосфере Земли была высокой, животные были очень крупными. Этому есть простое объяснение: чем больше кислорода в атмосфере, тем эффективнее кислородное дыхание и тем больше энергии получают клетки, соответственно. Вам необходимо оценить размер найденных останков, чтобы понять, насколько богата кислородом местная атмосфера. Это важно, поскольку, если кислорода очень много, то высок риск возникновения пожаров, и вам нужно проявлять осторожность. Также стоит опасаться местных обитателей, потому что они, вероятно, гораздо крупнее вас.