

## Девятый класс

### Теоретические вопросы

Среди большого разнообразия неорганических веществ есть класс соединений, содержащих в своем составе пероксогруппу (–O–O–). Простейшим примером этого класса веществ является пероксид водорода – бесцветная жидкость, имеющая широкое применение в лабораторной практике и быту. Интересно, что в промышленности выпускается даже «твёрдая» форма этого вещества под названием «гидроперит», представляющая собой таблетки клатратного соединения  $\text{H}_2\text{O}_2$ .

1. Какую концентрацию  $\text{H}_2\text{O}_2$  имеет раствор, который обычно используется в лабораториях в качестве концентрированного реактива пероксида водорода (именуемого «пергидроль»)?

- 3 %                       30 %                       60 %                       90 %

2. Какую концентрацию  $\text{H}_2\text{O}_2$  имеет раствор, который обычно используется в медицине в качестве кровоостанавливающего и антисептического средства?

- 3 %                       30 %                       60 %                       90 %

3. Как и в любом клатратном соединении, в «гидроперите» есть молекулы «гостя» (в данном случае – это молекулы  $\text{H}_2\text{O}_2$ ), а также молекулы «хозяина» (вещество, в кристаллической структуре которого «размещаются» молекулы «гостя»). Что составляет основу таблеток «гидроперита» (что является молекулами «хозяина» в этом клатратном соединении)?

- хлорид кальция     мочевины (карбамид)  
 диоксид титана     диоксид кремния

В водном растворе пероксид водорода проявляет свойства очень слабой кислоты:



Помимо пероксида водорода, известны также пероксиды щелочных и щелочноземельных элементов, которые обычно получают не из растворов.

4. При сгорании в кислороде какого из щелочных металлов в качестве

продукта преимущественно образуется его пероксид?

литий

калий

натрий

рубидий

5. Какие типы химических связей реализуются в твердых пероксидах щелочных металлов?

ковалентные неполярные

ионные

ковалентные полярные

металлические

Несмотря на то, что большинство пероксидов щелочных и щелочноземельных элементов в воде полностью гидролизуются, некоторые из них могут быть получены из водных растворов ввиду их низкой растворимости. Одним из таких пероксидов является пероксид бария, который сегодня Вам и предстоит получить.

### Получение $BaO_2 \cdot 2H_2O_2$

Химический стакан, находящийся на Вашем столе, содержит 15 мл 1 М раствора хлорида бария. Аккуратно по палочке добавьте к содержимому стакана 10 мл пергидроля ( $\rho = 1,1 \text{ г/см}^3$ ), отмеренного с помощью мерного цилиндра. Затем отмерьте этим же мерным цилиндром 10 мл концентрированного раствора аммиака ( $\omega(NH_3) = 25 \%$ ,  $\rho = 0,9 \text{ г/см}^3$ ) и при постоянном перемешивании стеклянной палочкой добавляйте его небольшими порциями к реакционной смеси в стакане.

Образовавшийся белый осадок отфильтруйте на стеклянном пористом фильтре, стараясь при этом максимально перенести продукт из стакана на фильтр. Для этого аккуратно по палочке перенесите взмученный осадок и маточный раствор из стакана на фильтр. Включите водоструйный насос и присоедините его к колбе Бунзена (колба Бунзена при этом должна быть чистой и ополоснутой дистиллированной водой). Если весь маточный раствор с осадком перенести на фильтр полностью за один раз не удалось, содержимое стакана постепенно доливают по палочке на фильтр по мере уменьшения его содержимого. После того, как весь маточный раствор отделен от осадка и в колбу Бунзена перестали поступать капли фильтрата, отсоедините насос от

колбы Бунзена (ни в коем случае не закрывая кран водоструйного насоса!). Налейте на фильтр с осадком ~5 мл дистиллированной воды, перемешайте полученную суспензию и вновь подключите насос к колбе Бунзена. После того, как в колбу Бунзена перестанут поступать капли воды, повторите процедуру промывки осадка. Осадок на фильтре оставьте сушиться в токе воздуха в течение 1–2 мин. (не отключая при этом насос от колбы Бунзена). Затем отсоедините насос от колбы Бунзена и выключите кран водоструйного насоса.

6. Приведите уравнение реакции, в результате проведения которой Вы получили пероксид бария.

7. Кратко (1–2 предложения) объясните, с какой целью в процессе синтеза в реакционную смесь добавляли раствор аммиака.

8. Рассчитайте максимальную массу  $\text{BaO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}_2$ , которую теоретически можно получить в проведенном Вами синтезе. Приведите подробный расчет, отметив какие вещества взяты в избытке, а какие в недостатке.

### Определение выхода $\text{BaO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}_2$

Полученный осадок на фильтре с помощью пластикового шпателя аккуратно перенесите в химический стакан. К этому осадку в стакане добавьте небольшими порциями (по 3–4 мл) 25 мл 1 М раствора соляной кислоты, отмеренного мерным цилиндром (для перемешивания используйте пластиковый шпатель). Остатки продукта на фильтре также растворите в 10 мл 1 М раствора соляной кислоты. Полученный раствор перенесите в мерную колбу объемом 250,00 мл и доведите до метки 1 М раствором соляной кислоты.

Бюретку заполните 0,04 М раствором перманганата калия. С помощью пипетки Мора объемом 10,00 мл отберите аликвоту приготовленного Вами ранее солянокислого раствора пероксида и перенесите ее в коническую колбу для титрования. Аликвоту оттитруйте стандартным раствором перманганата калия до появления бледно-розовой окраски, устойчивой в течение 20 секунд. Учтите, что вначале реакция идет медленно и на обесцвечивание первых капель титранта может уйти некоторое время. Титрование повторите до получения 3–4

сходящихся результатов.

**9.** Приведите уравнения реакций, которые Вы проводили для определения выхода полученного продукта (растворение  $\text{BaO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}_2$  в разбавленном растворе соляной кислоты и перманганатометрическое титрование).

**10.** По результатам титрования рассчитайте массу  $\text{BaO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}_2$ , которую Вы получили, а также рассчитайте выход продукта. Приведите подробный расчет.