

Девятый класс

(Авторы: М.А. Ильин, В.А. Воробьев, О.Г. Сальников)

1. Какую концентрацию H_2O_2 имеет раствор, который обычно используется в лабораториях в качестве концентрированного реактива пероксида водорода (именуемого "пергидроль")?

(Правильный ответ здесь и далее отмечен в виде)

- 3 % 30 % 60 % 90 %

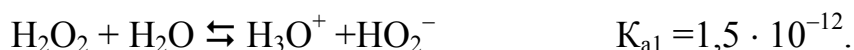
2. Какую концентрацию H_2O_2 имеет раствор, который обычно используется в медицине в качестве кровеостанавливающего и антисептического средства?

- 3 % 30 % 60 % 90 %

3. Как и в любом клатратном соединении, в "гидроперите" есть молекулы "гостя" (в данном случае – это молекулы H_2O_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

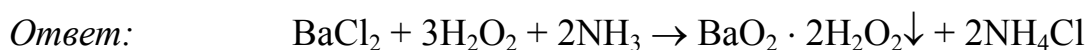
5. Какие типы химических связей реализуются в твердых пероксидах щелочных металлов?

- ковалентные неполярные ионные

ковалентные полярные

металлические

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.

Ответ: Если не добавлять аммиак, то в реакции $\text{Ba}^{2+} + \text{H}_2\text{O}_2 = \text{BaO}_2 + 2\text{H}^+$ среда должна подкисляться, что препятствует образованию фазы BaO_2 . Добавленный аммиак связывает кислоту и способствует смещению равновесия в нужную сторону.

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.

Ответ: Рассчитаем взятые для синтеза количества веществ:

$$v(\text{BaCl}_2) = V(\text{p-ра BaCl}_2) \cdot C(\text{p-ра BaCl}_2) = 0,015 \cdot 1 = 0,015 \text{ моль};$$

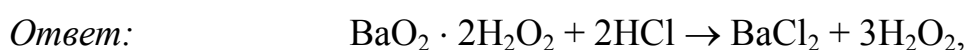
$$v(\text{H}_2\text{O}_2) = V(\text{p-ра H}_2\text{O}_2) \cdot \rho(\text{p-ра H}_2\text{O}_2) \cdot \omega(\text{H}_2\text{O}_2) / M(\text{H}_2\text{O}_2) = 10 \cdot 1,1 \cdot 0,3 / 34,01 = 0,097 \text{ моль};$$

$$v(\text{NH}_3) = V(\text{p-ра NH}_3) \cdot \rho(\text{p-ра NH}_3) \cdot \omega(\text{NH}_3) / M(\text{NH}_3) = 10 \cdot 0,9 \cdot 0,25 / 17,03 = 0,132 \text{ моль}.$$

Учитывая стехиометрические соотношения реагентов в уравнении реакции получения $\text{BaO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}_2$, можно заключить, что в недостатке находится BaCl_2 , а остальные реагенты – в избытке.

Количество полученного $\text{BaO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}_2$ составляет 0,015 моль, что соответствует $0,015 \cdot 237 = 3,56 \text{ г}$.

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.

Ответ: Согласно уравнению реакции, соответствующей перманганатометрическому титрованию, H_2O_2 реагирует с KMnO_4 в отношении 5 : 2. Количество H_2O_2 , содержащееся в аликвоте (10,0 мл):

$$v_{\text{в аликвоте}}(\text{H}_2\text{O}_2) = 5/2 \cdot v(\text{KMnO}_4) = 5/2 \cdot V_{\text{ср.}}(\text{KMnO}_4) \cdot c(\text{KMnO}_4),$$

где $V_{\text{ср.}}(\text{KMnO}_4)$ – средний объем раствора KMnO_4 , пошедший на титрование аликвоты H_2O_2 (в литрах),

$c(\text{KMnO}_4)$ – точная концентрация KMnO_4 (0,04 М).

Общее количество H_2O_2 , содержащееся в мерной колбе:

$$v_{\text{общ.}}(\text{H}_2\text{O}_2) = v_{\text{аликвота}}(\text{H}_2\text{O}_2) \cdot V_{\text{колбы}} / V_{\text{аликвоты}} = v_{\text{аликвота}}(\text{H}_2\text{O}_2) \cdot 0,25 / 0,01 = v_{\text{аликвота}}(\text{H}_2\text{O}_2) \cdot 25.$$

Учитывая, что полученный в синтезе продукт соответствует стехиометрии $\text{BaO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}_2$, его количество будет в 3 раза меньше общего количества H_2O_2 , рассчитанного по результатам титрования:

$$v(\text{BaO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}_2) = v_{\text{общ.}}(\text{H}_2\text{O}_2) / 3.$$

Выход полученного соединения:

$$\eta(\text{BaO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}_2) = \frac{v(\text{BaO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}_2) \cdot M(\text{BaO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}_2)}{m_{\text{теор.}}} \cdot 100\% = \frac{v(\text{BaO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}_2) \cdot 237,3}{3,56} \cdot 100\%.$$

Система оценивания:

1-4. Правильные ответы	1 б. × 4 =
4 балла	
5. Правильное указание типов химических связей	1 б. × 2 =
2 балла	
<i>(если среди правильных ответов отмечены неверные, за каждый верный ответ ставится 1 балл, а за каждый неправильный ответ отнимается 1 балл (но в сумме за этот пункт не менее 0 баллов))</i>	
6. Уравнение реакции получения BaO_2 или $\text{BaO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}_2$	2 балла
7. Объяснение добавления аммиака	1 балл
8. Расчет теоретической массы продукта	3 балла
9. Уравнения реакций	2 б. × 2 =
4 балла	
10. Расчет полученной массы и выхода продукта	9 баллов
Техника эксперимента	5 баллов
Выход $\text{BaO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}_2$ (результат эксперимента)	20 баллов
<i>(более 90 % – 20 баллов; баллы за выход менее 90 % выставляются из расчета выход (в %) / 4,5 и округленный до полуцелого значения, но в целом за этот раздел – не менее 7 баллов)</i>	
Всего	50 баллов