

ЗАДАНИЯ

1. Качественный анализ минерала леонита показал присутствие в нем ионов калия, магния и сульфат-ионов. При прокаливании образца минерала массой 7,32 г его масса уменьшается на 1,44 г. Такая же навеска минерала при растворении в воде и последующем прибавлении избытка раствора хлорида бария образует 9,32 г осадка. Определите формулу леонита.

2. Смесь этана, этилена и пропена имеет плотность по водороду 15,9. К 1 литру этой смеси добавили 1 литр водорода и пропустили полученную смесь над платиновым катализатором. Общий объем газов на выходе из реактора составил 1,5 л.

Рассчитайте состав исходной смеси углеводородов в процентах по объему, считая, что реакция прошла количественно (все объемы измерены при н.у.).

3. При взаимодействии смеси двух монобромалканов с металлическим натрием получена смесь углеводородов **A**, **B** и **B** (в порядке возрастания молекулярной массы). Бромированием **A** можно получить два изомерных монобромпроизводных с плотностью по воздуху 4,72. Бромирование **B** приводит к трем продуктам с плотностью по воздуху 6,66.

1) Определите структурные формулы всех упомянутых веществ. 2) Приведите уравнения реакций. 3) Как Вы думаете, какой из трех продуктов бромирования углеводорода **B** образуется в большем количестве и почему?

4. Газ **A** получается при нагревании кусочков парафина с простым веществом **X**. Газ **B** образуется при взаимодействии некоторых металлов с кислотой **B** в присутствии паров воды. Газы **A** и **B** реагируют друг с другом в объемном отношении 2:1, при этом получается вещество **X**. О каких веществах идет речь? Напишите уравнения упомянутых реакций.

5. Перед вами отрывок из книги Астрид Линдгрен "Приключения Калле Блумквиста", в котором пропущены некоторые слова или словосочетания.

– Это обыкновенная колба, в которую я наливаю _____ и кладу несколько кусочков _____. Тут выделяется водород, так? Если теперь сюда ввести мышьяк в каком угодно виде, то получится газ _____. Отсюда газ поступает для просушивания в трубку с сухим _____, а затем вот в эту узенькую трубочку. Здесь мы подогреваем газ на спиртовке, и он распадается на _____ и _____. Причем _____ оседает на стенках трубки в виде блестящего серо-черного налета. Так называемое мышьяковое _____ – надеюсь, вы о нем слышали, мой молодой друг. Его молодой друг вообще ни о чем не слышал, но он с неослабевающим интересом следил за всеми приготовлениями. – Но не забудьте – я вовсе не утверждаю, что в шоколаде действительно есть мышьяк, – заметил Калле, когда он наконец зажег спиртовку. – Просто я для порядка делаю небольшой опыт и искренне надеюсь, что мои подозрения неосновательны.

1) Вставьте пропущенные слова. 2) Напишите уравнения реакций
3) Возможно, Вы знаете, как называется указанный метод обнаружения мышьяка. В каких материалах определяют мышьяк (качественно и количественно) и для чего?

6. Простое вещество **A** взаимодействует с жидкостью, состоящей из элементов **B** и **V**. При этом выделяется газ **B₂**, а из раствора можно выделить легко возгоняющееся вещество состава **AB₃**, содержащее 33,33% элемента **V**. **AB₃** реагирует с газом **B₂**, образуя при этом вещество **A** и другое соединение элементов **B** и **V**. Определите, о каких веществах идет речь. Напишите уравнения реакций.

РЕКОМЕНДАЦИИ К РЕШЕНИЮ

1. При прокаливании образца удаляется кристаллизационная вода.

Определим ее массу: $7,32 - 1,44 = 5,88$ г.

При добавлении хлорида бария получается сульфат бария:

$M = 233, n = 9,32 / 233 = 0,04$ моль.

Таким образом, исходная навеска содержит 0,04 моль сульфат-ионов. Масса сульфат-ионов в навеске - 3,84 г, масса суммы металлов - 2,04 г.

Для вычисления формулы минерала составим систему уравнений:
 $2n(\text{Mg}) + n(\text{K}) = 2n(\text{SO}_4^{2-})$ (условие электронейтральности).

$24n(\text{Mg}) + 39n(\text{K}) = 2,04$ (масса металлов в навеске минерала).

Решая систему уравнений, получаем $n(\text{Mg}) = 0,02, n(\text{K}) = 0,04$.

Соотношение $\text{K} : \text{Mg} : \text{SO}_4 = 2 : 1 : 2$. Таким образом, формула – $\text{K}_2\text{Mg}(\text{SO}_4)_2$.

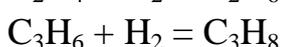
Теперь надо найти количество кристаллизационной воды.

1,44 г воды составляет 0,08 моль - в два раза больше, чем число моль сульфата.

Следовательно, формула леонита - $\text{K}_2\text{Mg}(\text{SO}_4)_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$.

2. При пропускании смеси над платиновым катализатором происходит гидрирование этилена и пропилена, этан остается без изменений.

Пусть смесь содержит X л этана, Y л этилена и Z л пропилена.



Так как 1 объем углеводорода реагирует с 1 объемом водорода и в результате получается 1 объем, то уменьшение объема смеси (0,5 л) соответствует объему прореагировавшего водорода, а также суммарному объему этилена и пропилена в смеси.

Таким образом, $Y + Z = 0,5$. Так как общий объем смеси 1 литр, то $X = 1 - 0,5 = 0,5$.

Плотность смеси по водороду записывается следующим образом:

$X \cdot 15 + 14 Y + 21 Z = 15,9$, (X, Y и Z представляют собой объемные доли соответствующих углеводородов в смеси, так как объем смеси 1 л, а 15, 14 и 21 - это плотности по водороду этана, этилена и пропилена соответственно). Так как $X = 0,5$, получаем

$$0,5 \cdot 15 + 14 Y + 21 Z = 15,9$$

$14 Y + 21 Z = 8,4$. Кроме того, известно, что

$$Y + Z = 0,5$$

Решение системы уравнений дает $Y = 0,3, Z = 0,2$.

Таким образом, исходная смесь содержит 50% этана, 30% этилена и 20% пропилена.

3. 1) Пусть формулы исходных веществ R^1Br и R^2Br

Тогда углеводороды **A**, **B** и **B** имеют формулы $\text{R}^1 - \text{R}^1, \text{R}^1 - \text{R}^2, \text{и } \text{R}^2 - \text{R}^2$

Молярная масса продуктов бромирования углеводорода **A** равна 137, за вычетом брома (80) плюс водород (1) получаем молярную массу **A**, это 58, $\text{A} = \text{C}_4\text{H}_{10}$

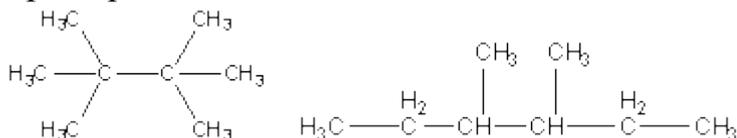
Молярная масса продуктов бромирования **В** равна 193, минус 80 плюс 1 дает 114, это соответствует **В** = C₈H₁₈. Очевидно, что **Б** = C₆H₁₄.

Исходные бромиды - C₂H₅Br и C₄H₉Br.

Определить структурные формулы можно на основании того, что **А** образует два монобромпроизводных, а **В** - три. Кроме того, молекулы **А** и **В** должны быть симметричными.

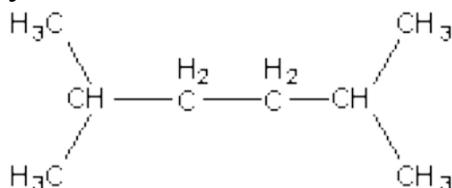
Вещество **А** - н-бутан (молекула изобутана несимметрична) Симметричные изомеры октана:

н-октан CH₃CH₂CH₂CH₂CH₂CH₂CH₂CH₃ - дает четыре разных продукта при бромировании.

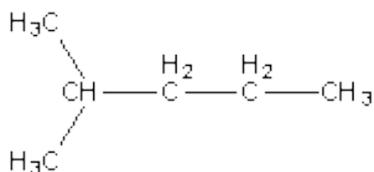


Данные изомеры могут образовать соответственно одно и четыре монобромпроизводных.

Таким образом, структурная формула вещества **В** :



Вещество **Б**:



Исходные бромиды: RBr: CH₃CH₂Br и (CH₃)₂CHCH₂Br.

2) Уравнения реакций: реакция Вюрца C₂H₅Br + C₄H₉Br + Na ® C₄H₁₀ + C₆H₁₄ + C₈H₁₈ + NaBr Бромирование углеводородов RH + Br₂ = RBr + HBr

3) На относительные количества продуктов замещения влияют два фактора. Первый фактор — это высокая подвижность атома водорода при третичном атоме С (группы СН) по сравнению с вторичным (группы СН₂) и первичным (группы СН₃). С другой стороны, количество атомов Н при первичном С атоме — 12, при вторичном — 4, а при третичном — только 2. Видно, что эти факторы действуют в противоположных направлениях, поэтому предсказать окончательный результат сложно, не зная во сколько раз константа скорости реакции для третичного атома больше, чем для первичного или для вторичного.

4. А = сероводород Х = сера Б = SO₂ В = конц. серная кислота

Реакции: C₄₀H₈₂ + 41 S = 41 H₂S + 40 C

Cu + 2 H₂SO₄ = SO₂ + CuSO₄ + 2 H₂O SO₂ + 2 H₂S = 3 S + 2 H₂O

5.

1. (1) соляная кислота (или другая, которая пригодна для получения водорода – в смысле не азотная)

(2) - цинк (или другой металл, который взаимодействует с кислотой с выделением водорода)

(3) AsH_3 (арсин)

(4) хлорид кальция или любой другой осушитель

(5), (6) мышьяк и водород или водород и мышьяк

(7) мышьяк

(8) зеркало

2. Можно написать несколько вариантов реакций.

Например, $\text{Zn} + 2\text{HCl} = \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2$

$\text{AsO}_3^{3-} + 9 \text{H}$ (атомарный водород) = $\text{AsH}_3 + 3 \text{H}_2\text{O}$

другой вариант: $\text{K}_3\text{AsO}_3 + 3 \text{Zn} + 9 \text{HCl} = 3 \text{ZnCl}_2 + \text{AsH}_3 + 3 \text{H}_2\text{O} + 3 \text{KCl}$

$2 \text{AsH}_3 = 2 \text{As} + 3 \text{H}_2$.

3. Мышьяк определяют в объектах окружающей среды, так как он токсичен и на его содержание разработаны нормы (ПДК) для различных объектов. Примерами объектов окружающей среды могут быть вода, почва, воздух. Содержание мышьяка определяют также в пищевых продуктах. Здесь речь идет о количественном определении. В области криминалистики мышьяк определяют в связи со случаями отравления — например, в описанном выше примере предполагалось, что мышьяк был добавлен в шоколад. Если человек был отравлен, то наличие мышьяка в тканях (обычно в волосах) покажет, что отравление произошло именно мышьяком. В этих случаях достаточно качественного определения.

6.

1) Предположительно, AB_3 является оксидом. (В = кислород)

Определим молярную массу элемента А (х)

$48 / (x + 48) = 0,3333$. Отсюда $x = 96$. Элемент - молибден.

Таким образом, А = молибден,

Б и В = водород и кислород. Жидкость, состоящая из них - H_2O_2 .

$\text{AB}_3 = \text{MoO}_3$

Другое соединение элементов Б и В - вода.

2) Реакции $\text{Mo} + 2 \text{H}_2\text{O}_2 = \text{MoO}_3 + \text{H}_2 + \text{H}_2\text{O}$ либо $2 \text{Mo} + 3 \text{H}_2\text{O}_2 = 2 \text{MoO}_3 + 3 \text{H}_2$

$\text{MoO}_3 + 3 \text{H}_2 = \text{Mo} + 3\text{H}_2\text{O}$.