

## Химия. 10-11 классы

### Задача 1. Ряд чисел

Автор – Б.Н.Гарифуллин

1. Так как какое-то из двух соединений состоит из двух элементов, одним из которых является кислород, то мы несомненно имеем дело с оксидом неизвестного металла. Проведем расчет для обоих значений массового содержания кислорода ( $x$ ), приведенных в условии, на основании общей формулы оксидов  $MeO_{n/2}$ , где  $n$  - степень окисления металла  $Me$ :

$$M(Me) = 8,00 \cdot n \cdot \frac{100 - x}{x}$$

Перебор возможных вариантов приводит к единственному ответу: неизвестный металл - гафний, образующий оксид  $HfO_2$  ( $n=4$ ) с содержанием кислорода 15,20% (соединение **В**). Отметим, что при решении необходимо обратить внимание на высокую точность значений, представленных в условии.

Для определения соединения **А** определим массу, приходящуюся в нем на безкислородный остаток:  $51,65 \cdot m$ , где  $m$  - число атомов кислорода в молекуле **В**. С учетом атомной массы гафния имеем неравенство  $m > 3$ . Если  $m=4$ , то за вычетом атомной массы гафния остается 28,11 г/моль, что соответствует атому кремния и общей формуле -  $HfSiO_4$ . При других  $m$  разумных вариантов структуры соединения **В** получить не удастся.

Итак, соединение **А** -  $HfO_2$  и соединение **В** -  $HfSiO_4$ .

(по 2 балла за соединения **А** и **В**, всего 4 балла)

2. Указанные соединения гафния преимущественно используются в производстве полупроводниковой техники. Исходя из того, что мы имеем дело с объектами, размеры которых находятся в нанодиапазоне, общего понижательного тренда для указанной последовательности, можно предположить, что в задаче рассматривается эволюция технических устройств, содержащих полупроводниковые элементы. Действительно, данный ряд отражает этапы развития технологического процесса полупроводникового производства. Так как при производстве полупроводниковых интегральных микросхем применяется литографическое оборудование, то разрешающая способность (в нм) применяемого инструментария и определяет название конкретного технологического процесса. Наиболее быстро решить данную задачу получится у тех, кто знаком с историей и перспективами развития центральных процессорных устройств.

Недостающими цифрами ряда являются 28 и 22 нм, которые отражают современное состояние дел в производстве полупроводниковых микросхем.

(по 1 баллу за недостающие цифры, 1 балл за обоснование, всего 3 балла)

3. Продолжение ряда возможно в обе стороны. Сдвиг влево отражает первые этапы технологического процесса полупроводникового производства (свыше 100 нм), происходившие в прошлом веке. Сдвиг вправо отражает будущее полупроводниковой техники: компанией Intel уже заявлены планы перехода на 14 нм и даже 10 нм процессы. Однако уменьшение размеров технологического процесса не беспредельно, оно не сможет быть меньше атомарного размера.

(2 балла)

4. Замена диоксида кремния при изготовления диэлектрика затвора на так называемый изолятор high-k, изготовленный на основе рассмотренных соединений гафния и обладающий высокой степенью диэлектрической проницаемости, приводит к увеличению полевого эффекта транзистора, уменьшению слоя диэлектрика и снижению тока утечки.

(1 балл)