

3. Вещества **A** и **B** имеют одинаковое строение и обладают похожими свойствами – близкими температурами замерзания ( $0^{\circ}\text{C}$  у **A**,  $3.81^{\circ}\text{C}$  у **B**) и кипения при атмосферном давлении ( $100^{\circ}\text{C}$  у **A**,  $101.4^{\circ}\text{C}$  у **B**). Оба вещества выделяют горючий газ при реакции с металлическим натрием и кислород при электролизе полученного раствора (*реакции 1 – 4*). Относительная плотность паров этих веществ по азоту составляет 0.643 для **A** и 0.714 для **B**. Вещество **B** в настоящее время получают в две стадии. Для этого вводят в реакцию вещество **A** и газ **C** ( $D_{\text{N}_2}(\text{C}) = 1.25$ ) с запахом тухлых яиц и получают соединения **D** и **E** (*реакция 5*). Вещество **E** подвергают многократному электролизу и получают **B** с чистотой около 98% (*реакция 6*).

1) Приведите молекулярные и структурные формулы соединений **A – E**.

2) Напишите уравнения *реакций 1 – 6*, упомянутых в условии задачи.

3) Почему **A** и **B** обладают разными физическими, но одинаковыми химическими свойствами?

4) Какая реакция протекает при взаимодействии веществ **A** и **B**?

5) Можно ли получить в быту вещество **B**?

*Примечание: относительной плотностью паров вещества X по газу Y называется величина  $D_Y(X)$  равная отношению молярной массы вещества X к молярной массе газа Y.*

### № 3

Определение веществ **A** и **B**. Совокупность информации о химических свойствах **A** вкупе с температурой кипения и замерзания позволяет сделать вывод о том, что это вещество – вода ( $\text{H}_2\text{O}$ ). Подтверждение можно найти в относительной плотности паров по воздуху:

$$M(\text{A}) = D_{\text{N}_2} \cdot M(\text{N}_2) = 28 \cdot 0.643 = 18 \text{ г/моль}$$

Схожесть химических свойств при отличающихся физических, а также метод получения, должны натолкнуть на мысль, что вещество **B** – это тяжелая вода ( $\text{D}_2\text{O}$ ). Такое предположение подтверждается аналогичным расчетом:

$$M(\text{B}) = D_{\text{N}_2} \cdot M(\text{N}_2) = 28 \cdot 0.714 = 20 \text{ г/моль}$$

Варианты с перекисью водорода отсекаются отсутствием взаимодействия с перманганатом калия, а также молярными массами.

Газ **C** с запахом тухлых яиц – сероводород, однако при вычислении молярной массы получаем ее на 1 г/моль больше, чем в  $\text{H}_2\text{S}$ . Отсюда необходимо сделать вывод, что это изотопно-замещенный вариант  $\text{HDS}$ . Вещество **E** –  $\text{HDO}$ , вещество **D** –  $\text{H}_2\text{S}$

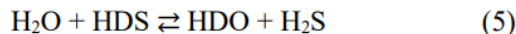
Уравнения реакций, упомянутые в задаче:



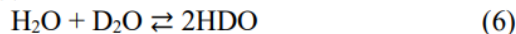
Уравнения электролиза:



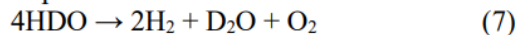
Равновесие сероводородного обмена:



Уравнение обмена тяжелой воды с обычной:



Вещество **E**, однократно изотопно-замещенная вода  $\text{HDO}$  при электролизе в первую очередь выделяет водород  $\text{H}_2$  – данное явление называется изотопным эффектом. Именно это явление лежит в основе процесса обогащения воды дейтерием.



Причина различий в физических свойствах тяжелой и легкой воды лежит в существовании различных стабильных изотопов водорода в природе – протия и дейтерия. При этом различия в химических свойствах объясняются изотопным эффектом из-за того, что масса атома протия в два раза меньше массы атома дейтерия.

В быту тяжелая вода получена быть не может. Бытует мнение, что при многократном кипячении воды в чайнике там накапливается тяжелая вода, однако её содержание слишком мало, а разница в температурах кипения тяжелой и обычной воды слишком мала, чтобы тяжелая вода накопилась в сколько-то заметном количестве.

#### Рекомендации к оцениванию:

- |   |           |
|---|-----------|
| 1. Молекулярные и структурные формулы <b>A – E</b> по 0.5 балла | 5 баллов  |
| 2. Уравнения реакций по 0.5 балла                               | 3.5 балла |
| 3. Указание на существование изотопов водорода – 0.5 балла      | 1.5 балла |
| Объяснение невозможности получения <b>B</b> в быту – 1 балл     |           |

**ИТОГО: 10 баллов**

