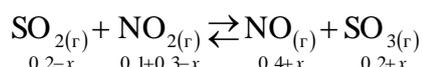


1. Рассчитаем константу равновесия по известным равновесным концентрациям компонентов  $\bar{C}_1$ :

$$K_c = \frac{\bar{C}_1(\text{NO}) \cdot \bar{C}_1(\text{SO}_3)}{\bar{C}_1(\text{SO}_2) \cdot \bar{C}_1(\text{NO}_2)} = \frac{0,4 \cdot 0,2}{0,2 \cdot 0,1} = 4;$$

Поскольку константа равновесия при фиксированной температуре остается постоянной, очевидно, что при введении дополнительного количества  $\text{NO}_2$ , концентрации  $\text{NO}$  и  $\text{SO}_3$  должны повыситься, а концентрации  $\text{NO}_2$  и  $\text{SO}_2$  – понизиться. Обозначим через  $x$  дополнительное количество  $\text{NO}$ , которое образовалось в системе в результате смещения равновесия. Выразим новые равновесные концентрации компонентов  $\bar{C}_2$  через  $x$  и старые равновесные концентрации. Подставим их в выражение для константы равновесия:



$$K = \frac{(0,4+x)(0,2+x)}{(0,2-x)(0,4-x)} = 4.$$

Решение данного уравнения дает  $x = 0,088$ . Таким образом, новые равновесные концентрации оказываются следующими:

$$\begin{aligned} \bar{C}_2(\text{NO}) &= 0,488 \text{ моль/л} & \bar{C}_2(\text{SO}_3) &= 0,288 \text{ моль/л} \\ \bar{C}_2(\text{SO}_2) &= 0,112 \text{ моль/л} & \bar{C}_2(\text{NO}_2) &= 0,312 \text{ моль/л} \end{aligned}$$

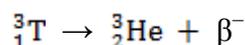
**Ответ:** Новые равновесные концентрации:

$$\begin{aligned} \bar{C}_2(\text{NO}) &= 0,488 \text{ моль/л} & \bar{C}_2(\text{SO}_3) &= 0,288 \text{ моль/л} \\ \bar{C}_2(\text{SO}_2) &= 0,112 \text{ моль/л} & \bar{C}_2(\text{NO}_2) &= 0,312 \text{ моль/л} \end{aligned}$$

2. а) Масса атомов углерода в 12 раз больше самого легкого изотопа водорода. Для выравнивания масс атомов этих элементов в составе молекулы следует использовать более тяжелые изотопы водорода (дейтерий D, тритий T) или иметь в составе молекулы атомы других элементов, связанных с атомами водорода. Условию равенства массовых долей C и H удовлетворяет тетратритометан  $\text{CT}_4$ .

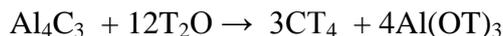
Формально условию равенства массовых долей C и H могут удовлетворять следующие соединения, например  $\text{CD}_3\text{NDND}_2$ ,  $\text{C}(\text{SiH}_3)_4$ , но информация об их устойчивости и области существования неизвестна.

б) Тетратритометан  $\text{CT}_4$  содержит радиоактивный тритий. Для трития характерен  $\beta^-$  распад:

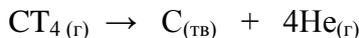


Тритий в воздухе можно определить по наличие  $\beta^-$  излучения с помощью чувствительного дозиметра-радиометра.

в) Тетратритометан можно получить, как и метан, гидролизом карбидов металлов, но с тяжелой водой (тритьевой водой)



г) В соответствии с формальной схемой радиоактивного распада из одного моля газообразного  $\text{CT}_4$  образуется 4 моля газообразного  ${}^3_2\text{He}$ :



Следовательно со временем давление в герметичном сосуде будет расти за счет выделения гелия и при полном распаде трития возрастет в 4 раза по сравнению с исходным.

3. а) Согласно уравнению реакции, протекающей в свинцовом аккумуляторе, 2 моль  $\text{H}_2\text{SO}_4$  эквивалентны 2 моль  $\text{H}_2\text{O}$ , и 2 молям электронов, участвующих в окислении  $\text{Pb}$  и восстановлении  $\text{PbO}_2$ . Следовательно, при разрядке аккумулятора расходуется 196 г серной кислоты и образуется 36 г воды, а при зарядке - наоборот.

В соответствии с законом Фарадея, масса серной кислоты, расходуемая в результате работы аккумулятора мощностью 120 А·ч, равна

$$m_{\text{H}_2\text{SO}_4} = \frac{98 \cdot 120 \cdot 3600}{96500} = \frac{98 \cdot 120}{26,8} = 438,8\text{г}$$

При этом образуется вода, масса которой равна:

$$m_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{18 \cdot 120 \cdot 3600}{96500} = \frac{18 \cdot 120}{26,8} = 80,6\text{г}$$

Пусть  $m_1$  - масса серной кислоты заряженного аккумулятора, а  $m_2$  - масса воды заряженного аккумулятора. Тогда массовая доля раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$  в заряженном аккумуляторе:

$$\omega_1 = \frac{m_1}{m_1 + m_2} = 0,3687$$

В результате разрядки масса серной кислоты уменьшилась до  $(m_1 - 438,8)$ , а воды увеличилась до  $(m_2 + 80,6)$ . Тогда массовая доля раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$  в разряженном аккумуляторе составляет:

$$\omega_2 = \frac{m_1 - 438,8}{m_1 - 438,8 + m_2 + 80,6} = 0,1435$$

Решая систему уравнений, находим:  $m_1 \approx 634,26$  г,  $m_2 \approx 1086,10$  г.

Масса раствора серной кислоты в заряженном аккумуляторе составляет  $634,26 + 1086,10 = 1720,36$  г, объем этого раствора  $V_1 = 1720,36 / 1,28 \approx 1344$  мл.

В разряженном аккумуляторе масса серной кислоты составляет  $634,26 - 438,8 = 195,46$  г, а масса воды  $1086,10 + 80,6 = 1166,7$  г. Масса раствора серной кислоты в разряженном аккумуляторе равна  $195,46 + 1166,7 = 1362,16$  г, а объем этого раствора  $V_2 = 1362,16 / 1,10 \approx 1238$  мл.

Разность между объемами кислоты в случае заряженного и разряженного аккумулятора указанной мощности составляет

$$\Delta V = V_1 - V_2 \approx 1344 - 1238 \approx 106 \text{ мл.}$$

б)  $m(\text{H}_2\text{SO}_4) \approx 1,84 \cdot 106 \approx 196 \text{ г}$ ,

**Ответ:**  $m(\text{H}_2\text{SO}_4) \approx 195 \text{ г}$ ,  $\Delta V \approx 106 \text{ мл}$