

$$K_C = \frac{\bar{C}(C) \cdot \bar{C}(D)}{\bar{C}(A) \cdot \bar{C}(B)} = \frac{(10+x) \cdot (20+x)}{(10-x) \cdot (5-x)} = 1,$$

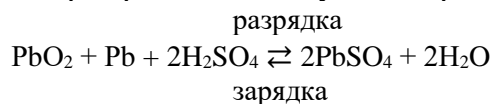
$$x = -3,33.$$

Равновесные концентрации: $\bar{C}(A) = 13,33 \text{ моль/л}$, $\bar{C}(B) = 8,33 \text{ моль/л}$, $\bar{C}(C) = 6,77 \text{ моль/л}$,
 $\bar{C}(D) = 16,77 \text{ моль/л}$

Ответ: а) не в равновесии, равновесие смещено вправо,

б) $\bar{C}(A) = 13,33 \text{ моль/л}$, $\bar{C}(B) = 8,33 \text{ моль/л}$, $\bar{C}(C) = 6,77 \text{ моль/л}$, $\bar{C}(D) = 16,77 \text{ моль/л}$

3. В свинцово-кислотном аккумуляторе протекают следующие процессы:



Плотность раствора серной кислоты в заряженном свинцовом аккумуляторе при 25°C для нашей климатической зоны равна 1,27 г/мл, что соответствует массовой доле H₂SO₄ в растворе 36,19%. В разряженном свинцовом аккумуляторе плотность кислоты обычно равна 1,1 г/мл, что соответствует массовой доле H₂SO₄ в растворе 14,73%.

а) Определите разность между объемами кислоты в случае заряженного и разряженного аккумулятора указанной мощности.

б) Рассчитайте массу концентрированной серной кислоты ($\rho \approx 1,84 \text{ г/мл}$), которую необходимо залить в аккумулятор легкового автомобиля мощностью 80 А·ч.

Решение:

а) Согласно уравнению реакции, протекающей в свинцовом аккумуляторе, 2 моль H₂SO₄ эквивалентны 2 моль H₂O, и 2 молям электронов, участвующих в окислении Pb и восстановлении PbO₂. 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 80 А·ч, равна

$$m_{\text{H}_2\text{SO}_4} = \frac{98 \cdot 80 \cdot 3600}{96500} = \frac{98 \cdot 80}{26,8} = 292,54 \text{ г}$$

При этом образуется вода, масса которой равна:

$$m_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{18 \cdot 80 \cdot 3600}{96500} = \frac{18 \cdot 80}{26,8} = 53,73 \text{ г}$$

Пусть m_1 - масса серной кислоты заряженного аккумулятора, а m_2 - масса воды заряженного аккумулятора. Тогда массовая доля раствора H₂SO₄ в заряженном аккумуляторе:

$$\omega_1 = \frac{m_1}{m_1 + m_2} = 0,3619$$

В результате разрядки масса серной кислоты уменьшилась до

($m_1 - 292,54$), а воды увеличилась до ($m_2 + 53,73$). Тогда массовая доля раствора H₂SO₄ в разряженном аккумуляторе составляет:

$$\omega_2 = \frac{m_1 - 292,54}{m_1 - 292,54 + m_2 + 53,73} = 0,1473$$

Решая систему уравнений, находим: $m_1 \approx 443,69 \text{ г}$, $m_2 \approx 782,32 \text{ г}$.

Масса раствора серной кислоты в заряженном аккумуляторе составляет $443,69 + 782,32 = 1226,01 \text{ г}$, объем этого раствора $V_1 = 1226,01 / 1,27 \approx 965,37 \text{ мл}$.

В разряженном аккумуляторе масса серной кислоты составляет $443,69 - 292,54 = 151,15 \text{ г}$, а масса воды $782,32 + 53,73 = 836,05 \text{ г}$. Масса раствора серной кислоты в разряженном аккумуляторе равна

$151,15 + 836,05 = 987,2 \text{ г}$, а объем этого раствора

$V_2 = 987,2 / 1,10 \approx 897,45 \text{ мл}$.

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

$$\Delta V = V_1 - V_2 \approx 965,37 - 897,45 = 67,92 \approx 68 \text{ мл.}$$

б) $m(\text{H}_2\text{SO}_4) \approx 1,84 \cdot 68 = 125,12 \approx 125 \text{ г}$,

Ответ: $m(\text{H}_2\text{SO}_4) \approx 125$ г, $\Delta V \approx 68$ мл

Председатель методической комиссии
Январь 2025 г.