

Вариант 4

1. На семинаре произошел спор о том, всегда ли энергии гидратации 1-1 электролитов гораздо меньше, чем соединений, содержащих многозарядные ионы. Один из студентов привел пример хлорида одновалентного металла, энергия гидратации которого близка к энергии гидратации SrI_2 . О какой соли шла речь, если расчеты энергии гидратации проводились в рамках модели Борна?
2. Согласно методике синтеза, в воде растворили 1 грамм безводного CsOH , 2 грамма Na_2SO_4 и 1 литр (при атмосферном давлении и 0°C) газообразного HBr . Объем раствора довели до 1 л. Для следующих операций было важно определить pH раствора, но сломался pH-метр. Рассчитайте pH полученного раствора при 25°C . Изменением объема раствора при нагревании пренебрегайте.
3. Кондуктометрический анализ на перхлорат имеет важное значение для экологии. Определите предельные ионные электропроводности перхлорат-аниона в воде (вязкость $0.89 \text{ мПа}\cdot\text{с}$) и в этиленгликоле (вязкость $16.1 \text{ мПа}\cdot\text{с}$) при 25°C , если известно, что его коэффициент диффузии в воде при бесконечном разбавлении составляет $1.792 \cdot 10^{-5} \text{ см}^2/\text{с}$ и что выполняется закон Стокса.
4. Два потенциометриста получили разные результаты, измеряя при 25°C относительно насыщенного каломельного электрода потенциалы медных электродов, погруженных в растворы 5 мМ CuSO_4 с добавками 25 мМ соли калия. Позднее выяснилось, что один из них вводил добавку 25 мМ KCl , а второй - добавку $25 \text{ мМ K}_2\text{SO}_4$. Каково различие показаний, если измерения верны, а цепи равновесны?
5. При необходимости сконструировать небольшой источник тока в распоряжении аспиранта оказались только цинк и сульфат цинка, поэтому он решил сделать концентрационный элемент и поместил цинковые пластины в водные растворы ZnSO_4 с концентрациями 10 и 15 мМ при 25°C . Рассчитайте величину ЭДС, которой удалось достичь аспиранту. Коэффициенты диффузии ионов Zn^{2+} и SO_4^{2-} составляют $7.03 \cdot 10^{-6}$ и $1.065 \cdot 10^{-5} \text{ см}^2/\text{с}$ соответственно.
6. В ходе разработки "двойнослойного" конденсатора возникла задача обеспечения постоянства потенциала внешней плоскости Гельмгольца при изменении концентрации электролита. Разработчикам известно, что заряд поверхности электрода равен $+35 \text{ мкКл}/\text{см}^2$ в растворе 0.1 М поверхностно-неактивного 1,1-электролита при 25°C . Как нужно изменить заряд поверхности, чтобы при увеличении концентрации электролита вдвое и при той же температуре потенциал внешней плоскости Гельмгольца не изменился? Диэлектрическая постоянная раствора равна диэлектрической постоянной воды.
7. Предельно допустимое содержание Hg^{2+} в питьевой воде $2.5 \cdot 10^{-6} \text{ М}$. Во сколько раз отвечающий этому содержанию предельный диффузионный ток восстановления ртути на вращающемся дисковом электроде отличается от экспериментально достижимого, если максимально возможная скорость вращения составляет $3 \cdot 10^4 \text{ об}/\text{мин}$, а минимальный измеряемый ток равен 5 мкА ? Диаметр электрода равен 0.5 см , динамическая вязкость воды $0.89 \text{ мПа}\cdot\text{с}$, плотность раствора $1.0 \text{ г}/\text{см}^3$. Коэффициент диффузии ионов ртути $9.13 \cdot 10^{-6} \text{ см}^2/\text{с}$.

8. От полностью заряженного магний-ионного аккумулятора, содержащего катод на основе MgFeSiO_4 , отобрали заряд 20 мА·ч. Сколько ионов магния интеркалируется при этом в структуру катодного материала?

9. Во сколько раз изменится плотность тока выделения водорода на платиновом катоде электролизера при потенциале -0.45 В (нас. к. э.) в результате увеличения pH от 1 до 3? Кажущаяся (измеряемая) константа скорости составляет $1.2 \cdot 10^{-3}$ см/с, коэффициент переноса – 0.5. Считайте, что реакция протекает без диффузионных ограничений, ион-ионными взаимодействиями пренебрегайте. Коэффициент переноса примите равным 0.5. Концентрация электролита фона достаточно велика для экранирования электростатических взаимодействий реагента с электродом.

10. Водород-кислородный топливный элемент заполнен раствором 3 М КОН при температуре 298 К. В раствор помещены два электрода: катод с геометрической площадью поверхности 25 см², загрузка платины 85 мкг/см², диаметр сферических частиц платины 6 нм, и анод с геометрической площадью поверхности 21 см², загрузка никеля 80 мкг/см², диаметр сферических частиц никеля 13 нм. Какое напряжение установится на электрической нагрузке этого топливного элемента (в отсутствие диффузионных ограничений) при протекающем токе 1.35 А? Омическими потерями пренебрегайте. Коэффициенты переноса для замедленных одноэлектронных стадий обеих реакций примите равными 0.5. Токи обмена кислородной и водородной реакций в этих условиях составляют $1.9 \cdot 10^{-5}$ и $3.9 \cdot 10^{-6}$ А/см² соответственно. Разность стандартных потенциалов систем $\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}$ и H^+/H_2 при температуре 298 К примите равной 1.23 В.

11. Железные пластины (стенки контейнера) площадью 18 см² подвергаются коррозии в 0.005 М водном растворе FeSO_4 при pH 4 и температуре 298 К в условиях водородной деполаризации. Найдите насколько изменится масса пластин после 2 суток коррозии. Стандартный потенциал системы Fe^{2+}/Fe составляет -0.440 В (с.в.э.). Токи обмена для этой системы и для системы $\text{H}_3\text{O}^+/\text{H}_2$ равны 0.005 и 0.2 мА/см² соответственно. Коэффициенты переноса для замедленных одноэлектронных стадий обеих реакций примите равными 0.5. Ион-ионными взаимодействиями и изменением концентрации раствора пренебрегайте.

12. Для выбора условий эксперимента студенту нужно было знать константу скорости реакции гидратированного электрона с тетрахлоруглеродом. Он предположил, что такая реакция является диффузионно-контролируемой, и оценил константу скорости при 298 К, приняв диаметр квазисферической молекулы CCl_4 равным 0.46 нм. Эффективный «кинетический» радиус гидратированного электрона, определенный для ряда диффузионно-контролируемых реакций, составляет 0.25 нм, а его коэффициент диффузии равен $4.96 \cdot 10^{-5}$ см²/с. Какое значение константы скорости получил студент? Было ли его предположение правомерно, если экспериментально определенная константа скорости для данной реакции (которой он не знал) равна $3 \cdot 10^{10}$ л/(моль·с)?