

Вариант 1

1. Для выведения хлорид-ионов из этанольных растворов полезно иметь сведения о малорастворимых в этой среде хлоридах. Не привлекая никаких дополнительных справочных данных, используйте произведение растворимости AgCl в воде при 25°C ($1.8 \cdot 10^{-10}$) для оценки в рамках модели Борна произведения растворимости AgCl в этиловом спирте при той же температуре. Диэлектрическая постоянная воды равна 78.1, этилового спирта - 25.3.
2. Согласно методике синтеза, в воде растворили 3 грамма безводного KOH , 1 грамм K_2SO_4 и 1 литр (при атмосферном давлении и 0°C) газообразного HCl . 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 .
3. Для проведения деионизации 50 мл 0.1 М раствора CH_3COOH поместили в диализную мембрану и опустили в сосуд с 5 литрами дистиллированной воды (удельная электропроводность 0.055 мкСм/см). После установления равновесия диализат заменили на новую порцию дистиллированной воды того же объема (5 л). Рассчитайте удельные электропроводности первого и второго диализатов при 25°C . Предельные электропроводности иона гидроксония и ацетат-иона 349.8 и $40.9 \text{ см}^2/(\text{Ом}\cdot\text{моль})$, соответственно. Константа диссоциации уксусной кислоты $1.75 \cdot 10^{-5}$. Диэлектрическая постоянная раствора 78.1, вязкость $0.89 \text{ мПа}\cdot\text{с}$.
4. Два потенциометриста получили разные результаты, измеряя при 25°C относительно насыщенного каломельного электрода потенциалы медных электродов, погруженных в растворы 1 мМ CuSO_4 с добавками 20 мМ соли калия. Позднее выяснилось, что один из них вводил добавку 20 мМ KCl , а второй - добавку $20 \text{ мМ K}_2\text{SO}_4$. 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 20 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 -15 мкКл/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 проницаемость раствора равна диэлектрической проницаемости воды.
7. Предельно допустимое содержание ионов железа Fe^{3+} в сточных водах с pH 2 при производстве удобрений составляет 10^{-5} М . Во сколько раз превышен допустимый порог, если при изучении пробы воды методом циклической вольтамперометрии ток катодного пика, за вычетом фоновой и емкостной составляющих, был равен 0.5 мкА ? Измерения проводили используя плоский круглый электрод с диаметром 1 мм при скорости развертки потенциала 0.05 В/с . Восстановление ионов железа происходит до Fe^{2+} . Коэффициент диффузии ионов Fe^{3+} составляет $6.04 \cdot 10^{-6} \text{ см}^2/\text{с}$.

8. Полностью заряженный литий-ионный аккумулятор, состоящий из электродов на основе LiCoO_2 (85% LiCoO_2 , 10% полимерной связки и 5% углерода для обеспечения электронной проводимости) и графита, разряжали током 100 мА в течение 2 часов. Степень разряда составила 0.6. Сколько процентов от теоретической ёмкости составляет обратимая ёмкость аккумулятора, если загрузки активной массы для катода и анода равны 3.2 г?

9. При разработке амперометрического сенсора с динамическим ферроценовым электродом сравнения используются следующие сведения. Измеряемая константа скорости реакции Fc^+/Fc (Fc – ферроцен) в ацетонитриле на платиновом электроде составляет 1.0 см/с. Раствор содержит 10^{-4} М ферроцена и 10^{-3} М катиона ферроцена. Рассчитайте плотность тока, измеряемую в этой системе при потенциале 0.31 В, если стандартный потенциал системы Fc^+/Fc в шкале того же электрода сравнения составляет 0.23 В. 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. Электролизер для получения водорода и кислорода заполнен раствором 2 М NaOH при температуре 368 К. В раствор помещены два электрода: анод с геометрической площадью поверхности 12 см², загрузка платины 90 мкг/см², диаметр сферических частиц платины 9 нм, и катод с геометрической площадью поверхности 20 см², загрузка никеля 100 мкг/см², диаметр сферических частиц никеля 12 нм. При каком напряжении на электролизере (в отсутствие диффузионных ограничений) скорость выделения водорода составит 2.1 л/час? 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 $3.9 \cdot 10^{-5}$ и $5.1 \cdot 10^{-6}$ А/см², соответственно. Разность стандартных потенциалов систем $\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}$ и H^+/H_2 при температуре 368 К примите равной 1.23 В.

11. Свинцовые пластины (стенки контейнера) площадью 10 см² и массой 207 г подвергаются коррозии с кислородной деполяризацией в растворе $1 \cdot 10^{-5}$ М $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ при рН 2 при температуре 298 К. Считайте, что диффузионные ограничения отсутствуют. Стандартный потенциал системы Pb^{2+}/Pb составляет -0.126 В (с.в.э). Токи обмена реакций растворения металла и восстановления кислорода составляют $5.0 \cdot 10^{-6}$ и $7.9 \cdot 10^{-6}$ А/см², соответственно. Через какое время масса контейнера уменьшится на 5%? Коэффициенты переноса для замедленных одноэлектронных стадий обеих реакций равны 0.5. Ион-ионными взаимодействиями и изменением концентрации раствора пренебрегайте.

12. Коэффициент диффузии гидратированного электрона $4.96 \cdot 10^{-5}$ см²/с. На вступительном экзамене в аспирантуру возник вопрос о том, чему равен эффективный «кинетический» радиус гидратированного электрона для диффузионно-контролируемой реакции гидратированного электрона с гексафторидом серы в водном растворе при 298 К. Дайте ответ, предполагая, что диаметр квазисферических молекул SF_6 составляет 0.53 нм, а константа скорости реакции равна $1.7 \cdot 10^{10}$ л/(моль·с).