

Занятие № 10

Тема: Поверхностные явления. Адсорбция

Цель: Сформировать знания основ теории поверхностных явлений на подвижных и неподвижных границах раздела фаз. Приобрести практические навыки по определению поверхностного натяжения жидкостей с помощью сталагмометра.

Значимость темы: Знания материала этого раздела дают ключ к пониманию сущности процессов адсорбции, играющей значительную роль в жизнедеятельности. Они являются физико-химической основой адсорбционной терапии, гемосорбции, применения в медицине ионитов. Здесь же изучается строение биомембран.

Исходный уровень:

1. Законы химической термодинамики.
2. Теория электролитической диссоциации.
3. Адсорбция.

Содержание занятия.

Вопросы для рассмотрения:

1. Адсорбционные процессы и равновесия на подвижных границах раздела фаз. Поверхностная энергия Гиббса и поверхностное натяжение.
2. Поверхностно-активные и поверхностно-неактивные вещества.
3. Ориентация молекул в поверхностном слое и структура биомембран.
4. Адсорбция на поверхности раздела жидкость/газ. Уравнение Гиббса. Изменение поверхностной активности в гомологических рядах (правило Дюкло-Траубе).
5. Адсорбция на поверхности раздела твердое тело/газ. Физическая адсорбция и хемосорбция. Уравнение Ленгмюра.
6. Адсорбция на поверхности раздела твердое тело/раствор. Избирательная адсорбция. Правило Пескова-Фаянса. Применение ионитов в медицине.

Задачи

1. *В 1 л раствора содержится 18 г масляной кислоты. Поверхностное натяжение раствора масляной кислоты равно $6,24 \cdot 10^{-3}$ Дж/м², а поверхностное натяжение воды – $7,35 \cdot 10^{-3}$ Дж/м².

Вычислите величину адсорбции (моль/м²) при 15 °С.

$R = 8,31$ Дж/моль·К; $M_{C_3H_7COOH} = 72$ г/моль.

2. Для некоторого процесса адсорбции $\Gamma_{\infty} = 7 \cdot 10^{-10}$ моль/м², $K = 0,935$.

Вычислите величину адсорбции при концентрации адсорбтива 0,05 моль/л.

Изобразите изотерму адсорбции.

Объясните, какому участку графика соответствует условие данной задачи.

3. Число капель раствора, вытекающего из сталагмометра при данной температуре, равно 111. Число капель воды в тех же условиях 57. Поверхностное натяжение воды равно 0,0733 н/м.

Вычислите поверхностное натяжение раствора, если его плотность равна 888 кг/м³, плотность воды 1000 кг/м³.

Примечание: Задача, отмеченная звездочкой, необязательна для решения (бонусная).

Лабораторные работы

Опыт №1. Определение поверхностного натяжения водных растворов сталагмометрическим методом

Цель работы: Получить навык определения поверхностного натяжения водных растворов сталагмометрическим методом. Установить зависимость между строением веществ и их поверхностным натяжением.

Теоретическая часть.

Избыточная свободная энергия молекул поверхностного слоя, приходящаяся на 1 см² поверхности раздела фаз, называется поверхностным натяжением (σ).

Для определения поверхностного натяжения часто используется простой, но достаточно точный сталагмометрический метод.

Принцип метода основан на том, что в момент отрыва капли от капилляра ее масса равна силе поверхностного натяжения.

Практически удобнее определять не массу капли, а ее объем или число капель известного объема.

Применяют сравнительный метод для определения поверхностного натяжения жидкости. Он заключается в том, что подсчитывают число капель эталонной жидкости (как правило воды), поверхностное натяжение которой известно (σ_o), и число капель исследуемой жидкости (n_x) с поверхностным натяжением (σ_x).

Зная, что

$$\frac{\sigma_x}{\sigma_o} = \frac{n_o}{n_x} \text{ находят}$$

$$\sigma_x = \sigma_o \cdot \frac{n_o}{n_x}, \text{ где}$$

σ_o – поверхностное натяжение воды,

n_o – число капель воды,

n_x – число капель исследуемой жидкости.

Ход работы. Сталагмометр закрепить вертикально в штативе над стаканчиком, с помощью груши поднять выше верхней отметки жидкость с известным поверхностным натяжением (воду), позволить ей медленно, по каплям вытечь.

Когда нижний край мениска стекающей жидкости коснется верхней метки, начинать счет капель и продолжать его до тех пор, пока мениск жидкости не достигнет нижней метки.

Измерение произвести три раза и рассчитать среднее значение.

Таким же образом наполнить предварительно промытый исследуемой жидкостью сталагмометр и считать число капель исследуемой жидкости так, как это делалось для стандартной жидкости.

Определение проводить в следующей последовательности: вода, этанол, бутанол, желчные кислоты.

Результаты занести в таблицу:

№ опыта	Исследуемая жидкость	Число капель	σ , Дж/м ²
1	Вода		
2	Этанол		
3	Бутанол		
4	Желчные кислоты		

Выводы:

1. Установите, к какой из трёх групп по величине поверхностного натяжения относятся исследуемые вещества.
2. Объясните разницу в поверхностном натяжении этанола и бутанола, используя правило Дюкло – Траубе.

Рекомендуемая литература:

1. М.И. Равич-Щербо, В. В. Новиков. Физическая и коллоидная химия. М.: Высшая школа, 1975. С. 132–174; 179–187.
2. Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов: учебник для вузов / Ю.А. Ершов, В.А. Попков, А.С. Берлянд; Под. ред. Ю.А. Ершова. – 10-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во Юрайт, 2014. – 560 с. – Серия: Бакалавр. Базовый курс.
3. Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов. Под ред. Ю.А. Ершова. – М.: Высшая школа, 1993. С. 432–446; 491–526.
4. Н.Л. Глинка. Общая химия. Л.: Химия, 1979 (и далее). Гл. X.