

ТЕМА 13. Физическая химия поверхностных явлений. Поверхностные явления. Теории адсорбции.

Цель занятия:

Формирование системных знаний закономерностей процессов, протекающих на границе раздела фаз, для обоснования протекающих в живых системах сорбции и десорбции; приобретение экспериментальных навыков количественного определения величины адсорбции на неподвижной границе раздела.

Задачи занятия:

- 1) Сформировать знания:
 - ❖ особенности энергетического состояния поверхностного слоя; поверхностная энергия и поверхностное натяжение; строение поверхностно-активных веществ;
 - ❖ закономерности адсорбции на границе фаз газ – жидкость и количественное измерение величины адсорбции на подвижной границе раздела.
- 2) Заложить начальные представления:
 - о структуре биологических мембран.
- 3) Развить практические умения обращаться с лабораторным оборудованием, проводить химический эксперимент, соблюдая правила техники безопасности.
- 4) Воспитать ценностное отношение к химическим объектам.

Мотивационная характеристика необходимости изучения темы:

Поверхностные явления возникают на границе раздела фаз (в гетерогенных системах) и обусловлены различием физико-химических свойств граничащих фаз. Живые организмы представляют собой системы с очень развитыми поверхностями раздела (кожные покровы, стенки кровеносных сосудов и нервных окончаний, клеточные мембраны и т.д.). Так, например, площадь поверхности эритроцитов всей крови человека составляет приблизительно 3800 м^2 , поверхность скелета - около 200 км^2 .

Все жизненноважные процессы в организме происходят на поверхности биологических мембран, поэтому для понимания их механизма и патологических изменений, связанных с проницаемостью клеточных мембран, важно знать закономерности, которым подчиняются поверхностные явления. Поверхностное натяжение, которое возникает на границе раздела фаз в биологических жидкостях, является одним из диагностических тестов при некоторых заболеваниях (анафилактический шок, рак и др.). Поверхностное натяжение играет значительную роль в таких явлениях как деление клеток, фагоцитоз, изменение проницаемости клеточных мембран. С процесса адсорбции - самопроизвольного изменения концентрации веществ в поверхностном слое, начинается процесс всасывания питательных и лекарственных веществ, проникновение токсинов в клетки и ткани

организма. Изучение особенностей поверхностного слоя и ориентации на нем поверхностно-активных веществ сыграло большую роль в развитии учения о структуре биологических мембран, что является одним из вопросов, изучаемых на данном занятии.

Вопросы для самоподготовки:

Решить задачи:

1. Как и во сколько раз изменится поверхностное натяжение воды, если в ней вместо метанола растворить бутанол (при условии равенства концентраций их водных растворов)?
2. При уменьшении концентрации новокаина в растворе с 0,2 моль/л до 0,15 моль/л поверхностное натяжение возросло с $6,9 \cdot 10^{-2}$ Н/м до $7,1 \cdot 10^{-2}$ Н/м, а у раствора кокаина с $6,5 \cdot 10^{-2}$ Н/м до $7,0 \cdot 10^{-2}$ Н/м. Сравните величины адсорбции двух веществ в данном интервале концентраций. $T = 293$ К.

Вопросы для аудиторного контроля знаний:

Поверхностные явления и их значение в биологии и медицине. Поверхностная энергия и поверхностное натяжение. Поверхностно-активные и поверхностно-инактивные вещества. Изотерма поверхностного натяжения. Поверхностная активность. Правило Дюкло-Траубе. Адсорбция на границе раздела жидкость – газ и жидкость – жидкость. Уравнение Гиббса. Ориентация молекул в поверхностном слое. Структура биологических мембран.

Теории адсорбции. Адсорбция на границе раздела твердое тело – газ и твердое тело – жидкость (раствор). Уравнения Ленгмюра и Фрейндлиха. Мономолекулярная и полимолекулярная адсорбция. Изотермы полимолекулярной адсорбции на твердой фазе. Основы иммуноферментного анализа. Хемосорбция. Адсорбция сильных электролитов (эквивалентная, избирательная, обменная). Значение адсорбционных процессов в биосистемах. Понятие об адсорбционной терапии. Иониты, их применение в медицине.

Тесты для проверки уровня знаний:

1. Как можно регулировать запас свободной энергии?
 - а) объемом
 - б) площадью
 - в) температурой
2. Дайте понятие адсорбции:
 - а) поверхностное поглощение адсорбента адсорбтивом
 - б) объемное поглощение адсорбтива адсорбентом
 - в) поверхностное поглощение адсорбтива адсорбентом
3. По какому уравнению можно рассчитать величину адсорбции на границе раздела газ-жидкость?
 - а) Гиббса
 - б) Шишковского
 - в) Фрейндлиха

4. Как влияет повышение температуры на адсорбцию газа твердым веществом?
- а) повышает адсорбцию
 - б) не влияет
 - в) понижает адсорбцию
5. При определении адсорбции на границе раздела жидкость – твердое тело в каком случае используют уравнение Фрейндлиха?
- а) для малых концентраций
 - б) для средних концентраций
 - в) для больших концентраций
 - г) количество вещества адсорбированного равно количеству вещества оставшегося
6. Как происходит обессоливание воды при использовании ионитов?
- а) иониты избирательно адсорбируют катионы и анионы жесткой воды
 - б) иониты поглощают ионы жесткой воды, посылая в воду ионы того же знака
 - в) иониты поглощают ионы жесткой воды противоположного знака
7. Дайте определение анионитам:
- а) обменивают катионы
 - б) обменивают анионы
 - в) обменивают ионы противоположного знака
8. Пользуясь правилом Дюкло-Траубе, найти во сколько раз поверхностная активность амилового спирта отличается от поверхностной активности пропилового спирта?
- а) больше в 9 раз
 - б) меньше в 9 раз
 - в) больше в 6 раз

Учебно-исследовательская работа (УИРС):
"Качественные опыты по адсорбции"

ЦЕЛЬ: экспериментальное изучение влияния природы адсорбента, адсорбтива и растворителя на адсорбцию.

Выполнение работы:

Опыт 1. Влияние природы адсорбента на адсорбцию.

Насыпьте в одну пробирку немного каолина, в другую – активированного угля и прилейте в каждую пробирку смесь равных объемов метиленовой сини (концентрация 0,01%) и эозина. Содержимое пробирок взболтайте и, профильтровав, сравните окраску фильтрата с окраской исходной смеси красителей.

Объясните результаты опыта.

Опыт 2. Влияние растворителя на адсорбцию.

Налейте в одну пробирку 5 мл водного раствора метиленового синего (концентрация 0,01%), в другую – столько же спиртового раствора метиленового синего той же концентрации. В каждую из пробирок прибавьте по 0,1 г активированного угля. Содержимое пробирок взболтайте, отфильтруйте и сравните интенсивность окраски полученных фильтратов.

Объясните, почему из спиртового раствора краситель хуже адсорбируется.

Опыт 3. Избирательная адсорбция кислых и основных красителей каолином.

В 2 пробирки внесите по 0,2 г каолина. В первую пробирку отмерьте пипеткой 2 мл раствора кислого красителя эозина (или флюоресцеина), а во вторую – 2 мл основного метиленового синего. Смеси взболтайте и отфильтруйте. Объясните, какой из красителей адсорбируется каолином.

Опыт 4. Определение знака заряда частиц методом капилляризации.

Определите знак заряда частиц красителей метиленового синего и эозина. Для этого на листок фильтровальной бумаги нанесите по капле исследуемых растворов красителей.

После всасывания капли *положительно заряженные* золи и *основные красители* дают *окрашенное в центре и бесцветное по краям* пятно; *отрицательно заряженные* золи и *кислые красители* дают *равномерно до краев окрашенное* пятно.

Объясняется это явление тем, что отрицательно заряженная по отношению к воде бумага адсорбирует положительные частицы и не адсорбирует отрицательные.

Опыт 5. Окрашивание шерсти основным красителем.

В 2 пробирки налейте по 5 мл 0,05%-ного раствора метиленового синего. В первую пробирку прибавьте 5 капель 2 М раствора HCl, а во вторую – 5 капель 2 М NaOH.

В каждую пробирку внесите белую шерстяную нить.

Через 20 мин. слейте растворы и тщательно промойте нитки холодной водой.

Запишите результаты опыта и на основании электрического заряда шерсти (белка) в кислой и щелочной среде объясните, в каком растворе шерсть интенсивно окрашивается основным красителем.

Задания для самостоятельной работы:

1. Как можно экспериментально установить влияние на адсорбцию удельной поверхности адсорбента?
2. Почему природа растворителя оказывает влияние на адсорбцию?

3. Как экспериментально можно определить влияние на адсорбцию природы растворителя?
4. В чем заключаются особенности строения молекул ПАВ? Приведите примеры природных ПАВ.
5. Как можно определить величину адсорбции на подвижных границах раздела?
6. В качестве противоядия при отравлениях метанолом применяют этанол. Дайте обоснование такому применению этанола.

Список литературы:

Основная:

1. Общая химия: учебное пособие / С.В.Ткачёв, В.В.Хрусталёв. – Минск: Вышэйшая школа, 2020. – гл.17
2. Ершов, Ю. А. Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов: учеб. для студентов мед., биол., агрон., ветеринар., экол. вузов / Ю. А. Ершов, В. А. Попков, А. С. Берлянд; под ред. Ю. А. Ершова. – 10-е изд., перераб. и доп. - Москва: Юрайт, 2014. -гл.10 (10.1-10.3)

Дополнительная:

1. Болтromeюк, В.В. Общая химия: пособие для студентов обучающихся по специальностям 1-79 01 01 «Лечебное дело», 1-79 01 02 «Педиатрия», 1-79 01 04 «Медико-диагностическое дело», 1-79 01 05 «Медико-психологическое дело», 1-79 01 06 «Сестринское дело» / В.В. Болтromeюк. – Гродно: ГрГМУ, 2020. – 576 с.