

Осмоз. Упражнения в применении второго закона термодинамики

Краткое содержание

1. Что называют осмосом? Сравнение с простой диффузией
2. Упражнение первое (для устного ответа). Осмос в случае замкнутой мембраны
3. История открытия осмоса. Второе упражнение для устного ответа.
4. Осмос в живых клетках. Зеленые терьяны.
5. Упражнения 3-4. Описания явлений осмоса в реальных клетках по картинкам
6. Способы борьбы клетки с набуханием
7. Задачи для письменного эссе
8. Ответы на вопросы упражнений и задачи
9. Литература

1. Что такое осмос?

Осмозом (от греч. $\delta\sigma\mu\acute{o}\varsigma$ — толчок, давление) называют все явления, связанные с диффузией вещества через полупроницаемую мембрану, разделяющую два раствора различной концентрации.

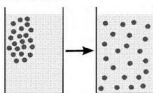
Полупроницаемая мембрана — перегородка, пропускающая малые молекулы, но непроницаемая для более крупных молекул. Обычно молекулы растворителя меньше, чем молекулы растворенного вещества, поэтому только они диффундируют через полупроницаемую мембрану.

Диффузия в конечном счете должна приводить к выравниванию концентраций растворенного вещества по обе стороны такой мембраны, а это возможно лишь при односторонней диффузии растворителя от чистого растворителя к раствору или от разбавленного раствора к концентрированному.

Различия в концентрации растворителя в привычных растворах можно превзречь. Например, концентрация воды в чистой воде — 55,6 М.л. а в очень-очень густом сиропе с массовой долей сахара — 6%, концентрация воды всего в 2 раза меньше (25,6 М.л.). Но мы говорим не о парнях, а о существенно более разбавленных растворах

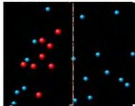
Рис.1. Сравнение простой диффузии и осмоса

А. Простая диффузия



В соответствии с великим вторым законом термодинамики в изолированных системах все самопроизвольные процессы идут в сторону увеличения энтропии, т.е. в сторону беспорядка. стакан чая, в котором сахар лежит на дне, — это «неправильная» ситуация, здесь есть определенная упорядоченность. Поэтому начнется диффузия сахара, и рано или поздно весь чай станет равномерно сладким.

Б. Осмос (пока рис из вина)



Осмоз через полупроницаемую мембрану. Частицы растворителя (синие) способны пересекать мембрану, а частицы растворенного вещества (красные) — нет. Полупроницаемость мембраны может быть следствием существования в ней пор, дырочек определенного размера или и различной растворимостью частиц раствора в теле мембраны.

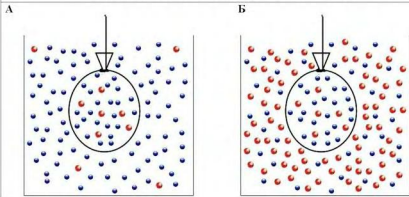
2. Упражнение № 1. Осмос в случае замкнутой мембраны

Представим себе мысленный эксперимент ● Мешочек из полупроницаемой мембраны наполнен раствором сахара, завязан ниточкой и опущен в стакан с другим раствором сахара, см. рис.2. Молекулы сахара не проходят через мембрану, а молекулы воды свободно проходят.

Что произойдет, если раствор в стакане более разбавлен, нежели в мешочке? (Рис.2.А). А что получится, если все будет наоборот, концентрация сахара в стакане окажется больше, чем в мешочке? (рис.2.Б)

Подсказку ищите в п.1

Рис.2. Ситуация в начале эксперимента
(синие шарикс — молекулы воды, красные — молекулы сахарозы)



- Такой эксперимент нетрудно поставить дома. В качестве полупроницаемой мембраны можно взять:
 - 1) «органический» целлофан, такой целлофан хлустит, если его мять, а, если его намочить, то тянется; племочку из кристлого льда; сделайте дырочку в скорлупе, с помощью шпильки удалите содержимое яйца и промойте его чистой водой; затем положите яйцо в уксус; через день, другой скорлупа растворится, и можно будет осторожно достать из раствора пинцетом головный полупроницаемый мешочек.

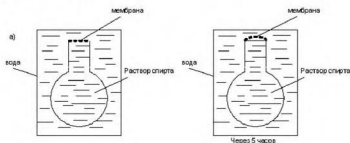
3. Немного о истории открытия осмоса

Первое научное описание явление осмоса опубликовал в 1748г. аббат и ученый Жан- Антуан Нолле. Если вы хотите узнать про этого удивительного человека поподробнее, рекомендуем прочесть вот эту статью [2], а здесь мы отметим, что еще не раз будем встречаться на этих страницах с людьми, получившими богословское образование, с людьми, сначала принявшими сан, а потом ставшими учеными. Просто коллекцию будем собирать, и фамилия первого французского профессора экспериментальной физики Нолле станет первой в этой коллекции. Ну, а теперь , к делу

Аббат Нолле изучал причины вскипания жидкостей, и вот по каким-то очень важным для него, но совершенно не важным для нашего рассказа соображениям он поставил опыт, результат которого сильно удивил самого ученого. Нолле плотно закрыл колбу, заполненную этанолом, мембраной из свиного пузыря●● и поместил колбу в большую емкость. Через 5 часов ученый с удивлением увидел, что объем жидкости в колбе увеличился, а мембрана растянулась и стала выпуклой, см. рис.«Схема опыта Нолле». Он попробовал проткнуть пузырь иголкой, и из колбы ударил струя спирта. Нолле как настоящий ученый несколько раз повторил опыт, результат воспроизводился, иногда пузырь так надувался, что даже лопался. [3]

Историки науки пишут, что Нолле объяснял такой результат тем, что вода проходила через пленку пузыря, а спирт – нет.

Рис.3 Схема опыта аббата Нолле[4]



Упражнение № 2

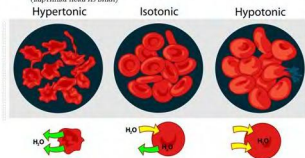
- A.** Почему то, что вода проходила через пленку пузыря, а спирт – нет, объясняет вздутие пузыря? Все подсказки найдете в разделе 1
- B.** Некоторые историки науки пишут, что Нолле ставил еще и другой опыт: взял такую же колбу, но с чистой водой, так же завязал ее свиным пузырем и поместил в емкость со спиртом.[4-5] Оставив в стороне свои сомнения в том, что такой опыт был реально проделан, давайте подумаем, что могло получиться в результате. Что получится в опыте Нолле, если спирт и воду поменять местами?

4. Осмос в жизни клеток

Термины, которые могут пригодиться для обсуждения процессов осмоса в клетках

- Гипертонические растворы** (греч. от *ὑπέρ* — над, сверху, *τόνος* — «напряжение»), растворы, осмотическое давление которых выше осмотического давления в растительных или животных клетках и тканях (БСЭ). А, если перевести это на человеческий язык, это такие растворы, в которых концентрация всех растворенных веществ, не проникающих через клеточную мембрану, выше, чем внутри клетки.
- Гипотонические растворы** – растворы, в которых концентрация непроникающих через мембрану веществ, ниже, чем внутри клетки.
- Ну, а что такое **изотонический раствор**, сообразите сами.
- Плазмолиз** – отставание клеточной мембраны от клеточной стенки при погружении клетки в гипертонический раствор. Соответственно, плазмолиз возможен, для растительных клеток, клеток грибов и бактерий (не всех). У остальных в такой ситуации происходит сморщивание клеток.
- Тургор** – явление противоположное плазмолузу, это напряжённое состояние клеточной стенки, создаваемое гидростатическим давлением внутриклеточной жидкости. В растительных клетках внутреннее давление на клеточную стенку всегда превышает давление на неё наружного раствора. У большинства растений тургорное давление лежит в пределах 5-10 атм, грибов - 50-100 атм. (Биологический энциклопедический словарь)

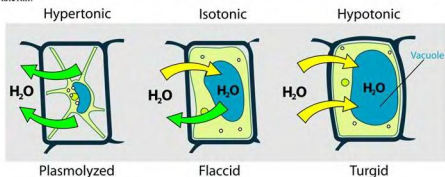
Упражнение № 3 Расскажите устно, что происходит с эритроцитами в растворах разной тоничности (картинка пока из вики)



●●
тщательно очищенный от жира и отмытый мочевой пузырь свиной представляет собой тонкую полупроницаемую мембрану

Упражнение № 4 Рассмотрите рисунок (пока из вики) и выскажите свои предположения о том

- какую роль играет в изображенных процессах клеточная стенка, характерная для растительной клетки;
- какую роль играет в изображенных процессах вакуоль, также характерный признак растительной клетки.



5. Способы борьбы клеток с набуханием

Если изменения тоничности среды так опасны для клеток (см рис. выше), то, естественно, что в процессе эволюции возникли механизмы защиты клеток как от набухания, так и от плазмолиза.

Основные способы самозащиты клеток от набухания:

- Прочные клеточные стенки у растений, грибов, некоторых протист, бактерий
- Сокращающиеся вакуоли у простейших. Кстати, понимаете ли вы, почему они характерны для пресноводных простейших? Рис или анимация
- K^+/Na^+ -АТФаза у всех. Это потребует отдельного рассказа, см. след главу+анимация

6. Задачи для письменного развернутого ответа

Задача №1 Два сообщающихся сосуда разделены полупроницаемой мембраной. В сосуды налиты равные объемы растворов с разной концентрацией сахара. Что произойдет через некоторое время?

Объясните происходящее, используя второй закон термодинамики и термин «энтропия»



Задача №2. * Предложите возможные способы самозащиты клетки от потери воды в гипертоническом растворе.

Задача очень сложная. Не надо использовать дополнительные источники, опирайтесь на здравый смысл и свою фантазию

Задача №3 (имени Л.З.).** Два сообщающихся сосуда разделены полупроницаемой мембраной. В сосуды налиты разные объемы одного и того же раствора сахара. Выскажите предположения о том, что произойдет через некоторое время

(решите задачу на качественном уровне, никаких вычислений)



Задача №4. ** Есть чаша с раствором соли, например, с раствором NaCl 0,01 моль/л. В нее опущены три завязанных мешочка из прочной полупроницаемой пленки. В первом мешочке – раствор NaCl с концентрацией 0,1 моль/литр, во втором – раствор CaCl2 такой же концентрации, 0,1 моль/литр, а в третьем – раствор сахарозы концентрации 0,005 моль/литр.

Выскажите предположения о том, что произойдет через некоторое время

Временные картинки «Строение и работа сократительной вакуоли инфузории туфельки»

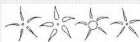


Рис. 88. Последовательные стадии работы сократительной вакуоли инфузории туфельки.



Цитология, © ВООБДМ

7. Ответы на вопросы упражнений и задачи