

Поведение воды в условиях космоса.

Авторы: Овчинникова Мария 1995г рождения



Исследование данной работы лежит в области физики и биологии и посвящено изучению поведения жидкости в космическом пространстве.

Актуальность данной работы определяется той ролью, которую играет вода в процессах жизнедеятельности и перспективами освоения человеком космического пространства.

Объектом исследования является вода.

Предметом исследования являются процессы диффузии, поверхностного натяжения, капиллярные явления.

Гипотеза данной работы: сила тяжести влияет на поведение жидкости.

Для решения проблемы исследовательской работы и доказательства гипотезы были поставлены следующие задачи:

- конкретизировать роль воды для процессов жизнедеятельности человека;
- изучить явление диффузии и поверхностного натяжения по материалам различных источников информации;
- провести исследование материала о явление диффузии, поверхностного натяжения в условиях повышенного и пониженного давления

Человеческий организм состоит из 70-80% воды, в некоторых растениях воды содержится до 90% и более. Такое высокое содержание воды в живом организме невольно наводит на мысль о более значимой ее роли, нежели простой нейтральный растворитель или некая нейтральная среда.

Роль воды в организме человека:

- Способствует доставке кислорода в клетки;
- Транспортирует питательные вещества;
- Обеспечивает гидратацию клеток;
- Служит амортизатором для костей и суставов;
- Предохраняет от ударов кости и органы;
- Регулирует температуру тела;

- Выводит из организма отходы жизнедеятельности;
- Вымывает токсины;
- Предотвращает слипание клеток;
- Служит смазкой для суставов;
- Улучшает клеточную коммуникацию;
- Поддерживает нормальные электрические свойства клеток;
- Ускоряет естественные процессы регенерации в организме.

Гравитационная сила определяет поведение жидкости в пределах Земли. Мы воспринимаем гравитацию, как должное. Мы уже привыкли к тому, что гравитация действует постоянно и, что она никогда не меняется. Если бы земная гравитация внезапно бы исчезла, это отразилось бы практически на всей жизни на Земле, и жидкости перестали бы течь вниз, как мы привыкли.

Актуальность выбора темы.

Человеческий организм состоит из 70-80% воды, в некоторых растениях воды содержится до 90% и более. Такое высокое содержание воды в живом организме невольно наводит на мысль о её значимой роли.

Вода— превосходный нейтральный **растворитель** для полярных молекул. Такие вещества называются гидрофильными. Неполярные вещества, липиды, не смешиваются с водой, поэтому могут разделить водные преграды на отдельные отсеки, подобно мембране. Таким образом, вода является единственной жидкостью, которая обеспечивает оптимальные условия для организации биохимических процессов.

Вода в организме находится в динамическом состоянии. Вода это не просто вещество, заполняющее свободное пространство в организме. Вода активно участвуют практически во всех жизненно важных процессах, находится в постоянном движении. С водой в организм поступают все необходимые для жизни элементы и выводятся из организма не нужные, отработанные отходы. В этом плане вода в организме исполняет роль **универсального транспортного средства** по доставке в организм и к каждому отдельному органу до уровня каждой клетки жизненно необходимые вещества и для удаления из него отработанных отходов. Живой организм является довольно сложной системой, состоящей из различных самостоятельных органов. Эти органы находятся в постоянной взаимосвязи между собой и каждому органу необходимо обеспечить условия для его нормальной работы. Одними из важнейших этих условий является обеспечение каждого органа набором веществ, которые необходимы для организации биохимических процессов, энергии для работы этих процессов, а также системы для очищения и

удаления отходов жизнедеятельности органов. И с этими, различными по своему характеру задачами, удивительно просто и оптимально справляется вода. Доставку в органы исходных веществ для организации биохимических процессов и энергии, извлеченной из окислительных процессов продуктов питания и кислорода, осуществляет водный раствор крови, состоящий из 80 процентов чистой воды. Вся очистительная и выделительная система организма - лимфа, пот, моча – это тоже чистая вода, в которой растворены удаляемые из организма продукты.

Отметим еще одно уникальное свойство воды. Это высокая теплоемкость воды $4.19 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$ которая, в 5-30 раз выше, чем у других веществ. А это значит, что вода обеспечивает наилучшие условия для накопления и сохранения тепла, которое необходимо для поддержания стабильной температуры в организме. Известно, что биохимические реакции в организме способны протекать только в определенном интервале температур. Для человека это плюс 36 – 37 градусов Цельсия. При этом температура эта должна стабильно поддерживаться с точностью до десятых долей градуса. Среда, которая могла бы поддерживать такую температурную стабильность, должна обладать высокой теплоемкостью и одновременно довольно низкой теплопроводностью. Именно такими свойствами и обладает вода, которая заполняет организм человека на 70 – 80 процентов.

Легче всего вода нагревается и быстрее всего охлаждается в своеобразной “температурной яме”, соответствующей $+37^\circ\text{C}$, температуре человеческого тела (рис. 4).

Как видно из рис.4, теплоемкость воды своих минимальных значений достигает около $+37^\circ\text{C}$. Это нормальная температура тела человека. Именно при температуре 36,6-37 $^\circ\text{C}$ сложнейшие реакции обмена веществ в организме человека наиболее интенсивны. Значит, при этой температуре

организм человека находится в на выгоднейшем энергетическом состоянии.

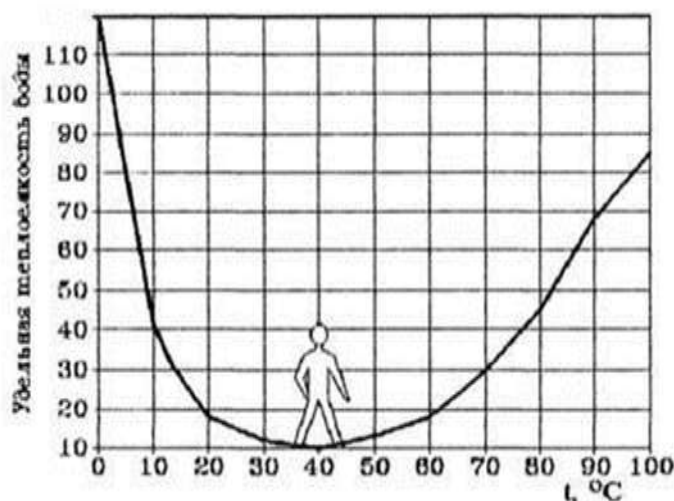


Рис. 4. Температурная зависимость удельной теплоемкости воды.

Именно в связи с этими жизненно необходимыми свойствами вода стала объектом наших исследований.

Поведение воды на Земле и в космосе.

На Земле: поведение жидкостей определяется действием силы тяжести. В космосе: жидкостями управляет сила поверхностного натяжения.

На Земле: можно легко разделить капельку жидкость шарообразной формы. В космосе: для этого придется приложить немалые усилия.

На Земле: несмачиваемые жидкости не смачивают поверхность. В космосе: достаточно небольшого прикосновения несмачиваемой жидкости для того, чтобы смочить поверхность

На Земле: если встряхнуть бутылку с какое-либо жидкостью, то она (жидкость) вернется в исходное состояние. В космосе: водяные шарики могут вести себя как "упругие мячики", неоднократно отскакивая от той же жидкости, из которой они изготовлены.

Но жизненно важными процессами являются капиллярные явления и диффузия.

Диффузия

Диффузией называется самопроизвольное проникновение молекул одного вещества в промежутки между молекулами другого вещества. При этом происходит перемешивание частиц. Диффузия и самодиффузия происходят благодаря тепловому движению молекул, которое при неравновесных состояниях создает потоки вещества.

Плотностью потока массы называется масса вещества (dm), диффундирующего в единицу времени через единичную площадку (dS_{nl}), перпендикулярную оси x :

$$j_m = \frac{dm}{dt \cdot dS_{nl}} .$$

Явление диффузии подчиняется закону Фика

$$j_m = -D \frac{d\rho}{dx}, \quad \text{где } \frac{d\rho}{dx} - \text{модуль градиента плотности, который}$$

определяет скорость изменения плотности в направлении оси x ;

D - коэффициент диффузии, который рассчитывается из молекулярно-кинетической теории по формуле

$$D = \frac{1}{3} \langle v \rangle \langle l \rangle, \quad (1.3)$$

где $\langle v \rangle$ - средняя скорость теплового движения молекул;

$\langle l \rangle$ - средняя длина свободного пробега молекул.

перенос массы происходит в направлении убывания плотности.

От чего же зависит скорость диффузии?

Во-первых, от среднего расстояния между столкновениями частиц, т.е. длины свободного пробега. Чем больше эта длина, тем быстрее частица проникает в вещество.

Во-вторых, на скорость влияет давление. Чем плотнее упаковка частиц в веществе, тем труднее частице-пришельцу проникнуть в такую упаковку.

В-третьих, большую роль оказывает на скорость диффузии молекулярная масса вещества. Чем крупнее мишень, тем вероятнее попадание, а после столкновения скорость всегда замедляется.

И, в-четвёртых, температура. С ростом температуры колебания частиц увеличиваются, растёт скорость молекул. Однако, скорость диффузии в тысячу раз медленнее скорости свободного движения.

Диффузия в живых организмах неразрывно связана с плазматической мембраной клетки. Максимальной проникающей способностью обладает вода и растворенные в ней газы. Транспорт ионов может проходить по градиенту концентраций, т. е. пассивно, без затрат энергии. Диффузия молекулярных ионов через мембраны осуществляется с помощью электрического потенциала внутри клетки. Обладая избирательной проницаемостью, мембраны играют роль таможни при перемещении товаров через границу: одни вещества пропускают, другие - задерживают,

третьи - вообще «выдворяют» из клетки. Рассматривая диффузию в живой природе, нельзя не упомянуть о всасывании. Всасывание — процесс поступления различных веществ из окружающей среды через клеточные мембраны в клетки, и через них — во внутреннюю среду организма.

Наибольшее физиологическое значение имеет всасывание в желудочно-кишечном тракте, которое происходит главным образом в тонком кишечнике. Для эффективного переноса веществ особое значение имеет большая площадь поверхности кишечника и постоянно высокий кровоток в слизистой оболочке, за счет которого поддерживается высокий градиент концентраций всасываемых соединений. У человека брыжеечный кровоток во время приема пищи около 400 мл/мин, а в разгар пищеварения — до 750 мл/мин. Вода и растворы солей могут диффундировать по обе стороны кишечной стенки, как в тонком, так и в толстом кишечнике. Всасывание их происходит в основном в верхних отделах тонкого кишечника.

Всасывание (рассасывание) веществ при введении их в подкожную клетчатку, в мышцы или при аппликации на слизистые оболочки глаза, носа, кожу слухового прохода происходит главным образом за счет диффузии. На этом основано применение многих лекарственных веществ, причем всасывание в мышцах происходит быстрее, чем в коже.

В своей работе мы исследовали зависимость скорости протекания диффузии от внешнего давления.

Капиллярные явления.

Будет ли жидкость подниматься по капиллярам в условиях МКС? На Земле капиллярные явления обусловлены соотношением силы тяжести и поверхностного натяжения. В отсутствие силы тяжести жидкость всегда принимает сферическую форму (капля), кривизна поверхности которой определяет многие свойства вещества. Поэтому капиллярные явления ярко выражены и играют существенную роль в условиях невесомости.

В случае смачивания, действующие между молекулами твердого тела и жидкости, заставляют ее подниматься по стенке сосуда, вследствие чего примыкающий к стенке участок поверхности жидкости принимает вогнутую форму.

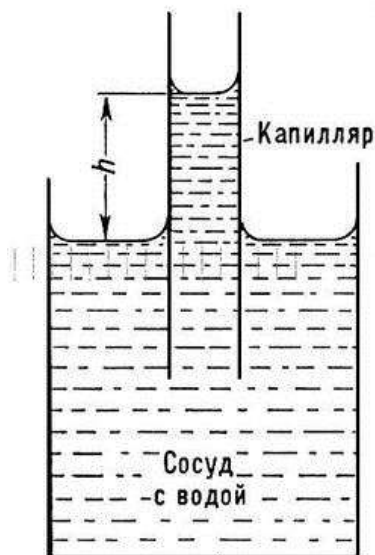


Рис. 1. Капиллярное поднятие на высоту h жидкости, смачивающей стенки капилляра радиуса r ; q - краевой угол смачивания.

Так как силы поверхностного (межфазного) натяжения направлены по касательной к поверхности жидкости, искривление последней ведет к появлению составляющей, направленной внутрь объема жидкости. В результате возникает капиллярное давление, величина которого D_p связана со средним радиусом кривизны поверхности r_0 уравнением Лапласа:

$$D_p = p_1 - p_2 = 2s_{12}/r_0, \quad (1)$$

где p_1 и p_2 - давления в жидкости 1 и соседней фазе 2 (газе или жидкости), s_{12} - поверхностное (межфазное) натяжение.

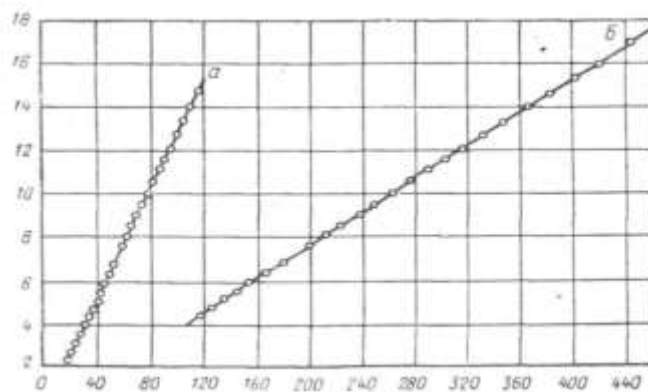
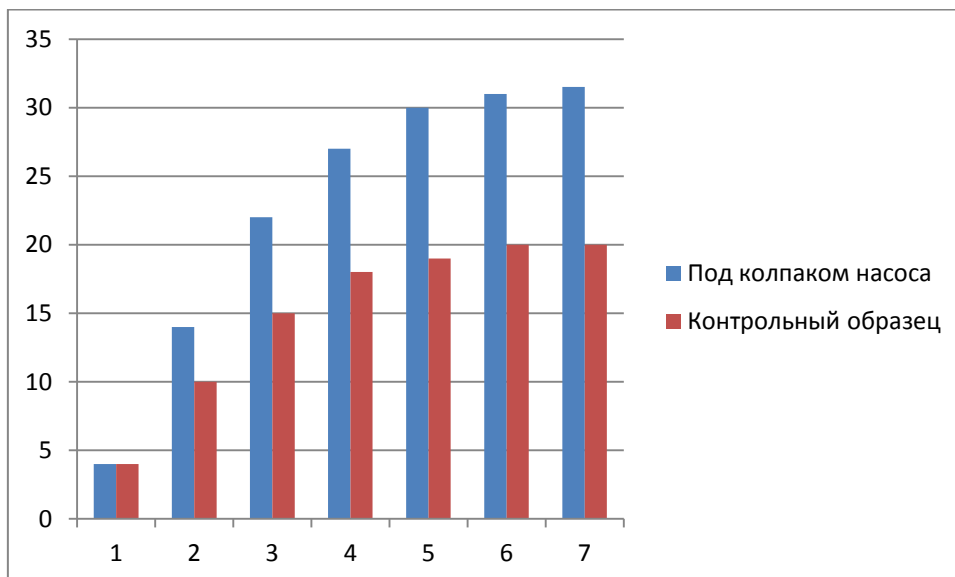
$$v = -\frac{r^2}{8\eta} \frac{\Delta p}{l},$$

Таким образом, скорость капиллярного подъёма жидкости зависит от разности давления.

Результаты исследования.

Зависимость скорости диффузии от давления.

Врем , с Глубина диффузии, мм	15	30	45	60	75	90	105
Под колпаком насоса	4	14	22	27	30	31	31,5
Контрольный образец	4	10	15	18	19	20	20



Вывод

Провести исследования поведения жидкости в состоянии невесомости в школьной лаборатории не представляется возможным, однако можно спроектировать аналоговые процессы при изменении вязкости жидкости. Для этого нами проведены исследования процессов диффузии и поверхностного натяжения при пониженном давлении.

Земля— колыбель человечества. Но, рано или поздно человек покинет её. Какие изменения нас ждут в этом путешествии? В своей работе мы постарались приоткрыть занавес неизвестного.