**24.03.2020 год.**

**Урок № 81-82. Свойства жидкостей. Кипение жидкости. Поверхностное натяжение. Смачивание и капиллярность.**

**Основной материал:** Свойства жидкостей. Процесс кипения. Перегретая жидкость. Температура кипения. Поверхностный слой. Поверхностная энергия. Сила поверхностного натяжения. Смачивание, угол смачивания. Капиллярность. Зависимость высоты подъёма жидкости от радиуса капилляра.

**Поверхностное натяжение. Капиллярные явления.**

|  |
| --- |
| Поверхностный слой жидкости обладает особыми свойствами. Молекулы жидкости в этом слое находятся в непосредственной близости от другой фазы – газа. Молекула, расположенная вблизи границы раздела  жидкость – газ, имеет ближайших соседей только с одной стороны, поэтому сложение всех сил,  действующих на эту молекулу, дает равнодействующую, направленную внутрь жидкости. Следовательно,  любая молекула жидкости, находящаяся вблизи свободной поверхности, имеет избыток потенциальной  энергии, по сравнению с молекулами, находящимися внутри.  [https://www.sites.google.com/site/opatpofizike/_/rsrc/1393155066515/teoria/poverhnostnoe-natazenie-kapillarnye-avlenia/1.jpg](https://www.sites.google.com/site/opatpofizike/teoria/poverhnostnoe-natazenie-kapillarnye-avlenia/1.jpg?attredirects=0)  Для того чтобы перевести молекулу из объема жидкости на поверхность, необходимо совершить работу.  При увеличении поверхности определенного объема жидкости внутренняя энергия жидкости увеличивается.  Эта составляющая внутренней энергии пропорциональна площади поверхности жидкости и называется  поверхностной энергией. Величина поверхностной энергии зависит от сил молекулярного взаимодействия и  количества ближайших соседних молекул. Для различных веществ поверхностная энергия принимает  разные значения. Энергия поверхностного слоя жидкости пропорциональна его площади: **Е= σ ·Ѕ**  Величина силы F, действующей на единицу длины границы поверхности, определяет поверхностное  натяжение жидкости: **σ =F/L; σ-***коэффициент поверхностного натяжения жидкости, Н/м.*  [https://www.sites.google.com/site/opatpofizike/_/rsrc/1393155656499/teoria/poverhnostnoe-natazenie-kapillarnye-avlenia/surface-tension1.gif](https://www.sites.google.com/site/opatpofizike/teoria/poverhnostnoe-natazenie-kapillarnye-avlenia/surface-tension1.gif?attredirects=0)  Проще всего уловить характер сил поверхностного натяжения, наблюдая образование капли у неплотно  закрытого крана. Всмотритесь внимательно, как постепенно растет капля, образуется сужение - шейка и  капля отрывается. Поверхностный слой воды ведет себя, как растянутая эластичная пленка.  Можно осторожно положить швейную иглу на поверхность воды. Поверхностная пленка прогнется и не даст  игле утонуть.  [https://www.sites.google.com/site/opatpofizike/_/rsrc/1393155981185/teoria/poverhnostnoe-natazenie-kapillarnye-avlenia/0017-032-Klop-vodomer.jpg?height=133&width=200](https://www.sites.google.com/site/opatpofizike/teoria/poverhnostnoe-natazenie-kapillarnye-avlenia/0017-032-Klop-vodomer.jpg?attredirects=0)  По этой же причине легкие насекомые – водомерки могут быстро скользить по поверхности воды. Прогиб  пленки не позволяет выливаться воде, осторожно налитой в достаточно частое решето.Ткань – это то же  решето, образованное переплетением нитей. Поверхностное натяжение сильно затрудняет просачивание  воды сквозь нее, и поэтому ткань не промокает мгновенно. Благодаря силам поверхностного натяжения  происходит образование пены.  **Изменение поверхностного натяжения**  При соприкосновении жидкости с твердым телом наблюдается явление **смачивания или  несмачивания.**  Если силы взаимодействия между молекулами жидкости и твердого тела больше, чем между молекулами  жидкости, то жидкость растекается по поверхности твердого тела, т.е. смачивает и наоборот, если силы  взаимодействия между молекулами жидкости больше, чем между молекулами жидкости и твердого тела,  то жидкость собирается в каплю и не смачивает поверхность жидкости.  **Капиллярные явления.**  В природе часто встречаются тела, имеющие пористое строение (пронизаны множеством мелких каналов).  Такую структуру имеют бумага, кожа, дерево, почва, многие строительные материалы. Вода или другая  жидкость, попадая на такое твердое тело, может впитываться в него, поднимаясь вверх на большую высоту.  Так поднимается влага в стеблях растений, керосин поднимается по фитилю, ткань впитывает влагу. Такие  явления называются капиллярными.  [https://www.sites.google.com/site/opatpofizike/_/rsrc/1393156143953/teoria/poverhnostnoe-natazenie-kapillarnye-avlenia/2.jpg](https://www.sites.google.com/site/opatpofizike/teoria/poverhnostnoe-natazenie-kapillarnye-avlenia/2.jpg?attredirects=0)  В узкой цилиндрической трубке смачивающая жидкость за счет сил молекулярного взаимодействия  поднимается вверх, принимая вогнутую форму. Под вогнутой поверхностью появляется дополнительное  давление, направленное вверх, в связи с чем уровень жидкости в капилляре выше уровня свободной  поверхности. Несмачивающая же жидкость принимает выпуклую поверхность. Под выпуклой поверхностью жидкости возникает обратное дополнительное давление, направленное вниз, так что уровень жидкости с выпуклым  мениском ниже, чем уровень свободной поверхности.  Величина добавочного давления равна p= 2 σ / R  Жидкость в капилляре поднимается на такую высоту, чтобы давление столба жидкости уравновесило  избыточное давление. Высота подъема жидкости в капилляре равна: h = 2 σ / ρgr  [https://www.sites.google.com/site/opatpofizike/_/rsrc/1393157508916/teoria/poverhnostnoe-natazenie-kapillarnye-avlenia/hpit01.jpg](https://www.sites.google.com/site/opatpofizike/teoria/poverhnostnoe-natazenie-kapillarnye-avlenia/hpit01.jpg?attredirects=0)  Явление смачивания применяют при обогащении руд. Суть обогащения состоит в отделении пустой породы  от полезных ископаемых. Этот способ носит название флотации (флотация – всплывание). Раздробленную в  мелкий порошок руду взбалтывают в воде, в которую добавлено небольшое количество жидкости,  смачивающей полезную руду, например масло. Вдувая в эту смесь воздух, можно отделить обе  составляющие. Покрытые пленкой кусочки полезной руды, прилипая к пузырькам воздуха, поднимутся  вверх, а порода осядет на дно.  Адсорбция - явление аналогичное смачиванию, наблюдается при соприкосновении твердой и газообразной  фаз. Если силы взаимодействия между молекулами твердого тела и газа велики, то тело покрывается слоем  молекул газа. Большой адсорбционной способностью обладают пористые вещества. Свойство  активированного угля адсорбировать большое количество газа используют в противогазах, в химической  промышленности, в медицине.  **Значение поверхностного натяжения**  Понятие поверхностного натяжения впервые ввел Я. Сегнер (1752). В 1-й половине 19 в. на основе  представления о поверхностном натяжении была развита математическая теория капиллярных явлений  (П. Лаплас, С. Пуассон, К. Гаусс, А.Ю. Давидов). Во 2-й половине 19 в. Дж. Гиббс развил  термодинамическую теорию поверхностных явлений, в которой решающую роль играет поверхностное  натяжение. Среди современных актуальных проблем - развитие молекулярной теории поверхностного  натяжения различных жидкостей, включая расплавленные металлы. Силы поверхностного натяжения  играют существенную роль в явлениях природы, биологии, медицине, в различных современных технологиях, полиграфии, технике, в физиологии нашего организма.  Без этих сил мы не могли бы писать чернилами. Обычная ручка  не зачерпнула бы чернил из чернильницы, а автоматическая сразу же поставила бы большую кляксу,  опорожнив весь свой резервуар. Нельзя было бы намылить руки: пена не образовалась бы. Нарушился бы  водный режим почвы, что оказалось бы гибельным для растений. Пострадали бы важные функции нашего  организма. Проявления сил поверхностного натяжения столь многообразны, что даже перечислить их все  нет возможности.  В медицине измеряют динамическое и равновесное поверхностное натяжение сыворотки венозной крови, по  которым можно диагностировать заболевание и вести контроль над проводимым лечением. Установлено, что вода с низким поверхностным натяжением биологически более доступна. Она легче вступает в молекулярные  взаимодействия, тогда клеткам не надо будет тратить энергию на преодоление поверхностного натяжения.  Непрерывно растут объёмы печати на полимерных плёнках благодаря бурному развитию упаковочной  индустрии, высокому спросу на потребительские товары в красочной полимерной упаковке. Важное условие  грамотного внедрения подобных технологий — точное определение условий их применения в  полиграфических процессах. В полиграфии обработка пластика перед печатью необходима для того, чтобы  краска ложилась на материал. Причина заключается в поверхностном натяжении материала. Результат  определяется тем, как жидкость смачивает поверхность изделия. Смачивание считается оптимальным, когда  капля жидкости остается там же, где она была нанесена. В других случаях жидкость может скатываться в  каплю, либо, наоборот, растекаться. Оба случая в равной степени приводят к отрицательным результатам в  о время переноса краски.  Некоторые выводы:  1. Жидкость может смачивать и не смачивать твёрдое тело. 2. Коэффициент поверхностного натяжения зависит от рода жидкости. 3. Коэффициент поверхностного натяжения зависит от температуры .T ↑σ ↓ 4. Высота подъёма жидкости в капилляре зависит от его диаметра. d ↑ h ↓ 5. Сила поверхностного натяжения зависит от длины свободной поверхности жидкости. l ↑ F ↑  [https://www.sites.google.com/site/opatpofizike/_/rsrc/1393156540256/teoria/poverhnostnoe-natazenie-kapillarnye-avlenia/2141610_Poverhnostnoe_natyazhenie_kapilyarnost_Plakat.jpg](https://www.sites.google.com/site/opatpofizike/teoria/poverhnostnoe-natazenie-kapillarnye-avlenia/2141610_Poverhnostnoe_natyazhenie_kapilyarnost_Plakat.jpg?attredirects=0) |

Решить задачи:

[1. Докажите, что при слиянии нескольких капель воды в одну, происходящем при постоянной температуре, выделяется энергия. Для доказательства следует сравнить между собой поверхностную энергию всех мелких капель и одной крупной. Объем сферы, радиус которой](http://5terka.com/node/12723)

[2. Какую работу надо совершить, чтобы выдуть мыльный пузырь диаметром 10 см? Поверхностное натяжение мыльного раствора равно 4 • 10-2 Н/м. [2,5 мДж]](http://5terka.com/node/12724)

[3. Пульверизатор для опрыскивания растений разбрызгивает капли со средним диаметром 50 мкм Какая работа затрачивается на создание таких капель из 0,5 кг воды? [4,35 Дж]](http://5terka.com/node/12725)

[4. Какое усилие надо приложить для отрыва проволочного кольца радиусом R = 5 см и массой m = 4 г с поверхности воды? [8,5⋅10-2 Н]](http://5terka.com/node/12726)

[5. Несмачиваемый кубик плавает на поверхности воды. Найдите глубину погружения кубика. 1) без учета силы поверхностного натяжения, 2) с учетом силы поверхностного натяжения Масса кубика 3 г, длина его ребра 20 мм [7,5 мм; 6 мм]](http://5terka.com/node/12727)