



ФОТОГРАФИИ СВОБОДНО ПЛАВАЮЩИХ ТЕЛ



Пришла весна. Настало время сажать цветы на даче. Чтобы семена хорошо всходили, их рекомендуют до посадки замачивать в воде. Мы бросили семена настурции в тарелку с водой. Сначала они были распределены равномерно по поверхности воды. Но

вдруг семена «ожили» и начали плыть друг к другу! По мере сближения они ускорялись. Через несколько минут семена на воде организовали плавучие цепочки и островки. После чего движение закончилось.

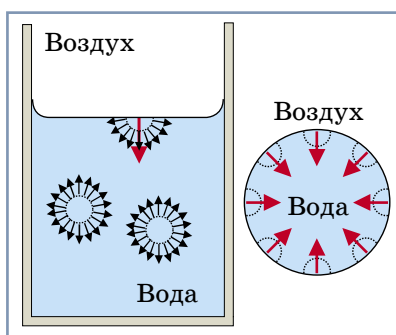
Эти наблюдения нас так удивили, что мы стали испытывать другие плавающие предметы: спилы веток, крышечки от молочных бутылок и банок, плавающие парафиновые свечи и парниковые помидоры. Оказалось, что одинаковые плавающие предметы притягиваются. А вот неодинаковые ведут себя по-разному: одни притягиваются, а другие расталкиваются.





Чтобы разобраться в происходящем, давайте посмотрим на поверхность воды в стеклянном стакане. Вода выглядит плоской только вдали от стенок стакана. Рядом со стеклом поверхность воды искривляется: у стенки вода поднимается вверх. Как говорят, вода смачивает стекло. Но она не всегда ведёт себя так. Если налить воду в парафиновый стакан, то мы увидим, что уровень воды будет опускаться по мере приближения к парафиновой стенке. Парафин не смачивается.

Какие силы поднимают или опускают воду вблизи стенки? Вода состоит из молекул, которые можно рассматривать как маленькие жесткие шарики, притягивающиеся друг к другу. Обратим внимание на то, что состояние молекулы воды на её поверхности отличается от состояния такой же молекулы воды, находящейся вдали от поверхности. На молекулу, находящуюся внутри воды, силы со стороны ближайших соседей действуют во все



стороны. В то же время у молекулы воды, находящейся на поверхности, соседи сверху отсутствуют. Значит, на молекулу воды у поверхности будет действовать суммарная сила, направленная внутрь жидкости. Благодаря этой силе молекула воды, находящаяся у поверхности, не вылетает из жидкости. Поверхностные силы и сила тяжести определяют форму поверхности жидкости. Например, свободно падающая капелька сжимается со всех сторон своим поверхностным слоем. Это определяет её сферическую форму. Эти же поверхностные силы обеспечивают внутри капельки давление, большее атмосферного.

Молекулы воды притягиваются не только к молекулам воды, но и к молекулам других материалов. Силы притяжения молекул воды к молекулам стекла больше, чем силы притяжения молекул воды между собой. Поэтому вода смачивает стекло, то есть уровень воды повышается у стенок стакана.



А силы притяжения воды к парафину гораздо меньше сил притяжения между молекулами воды. Поэтому вода не смачивает парафин, и уровень воды у стенки понижается.



На фотографиях – плавающая свечка в бокале с водой. Вода смачивает стекло и не смачивает парафин свечки. Прежде чем сделать эти фотографии, мы подождали несколько минут. Свечка установилась в центре бокала! Это и понятно. Свечка соскальзывает с горок, образуемых водой и стеклом,

в самую низшую точку. Вот почему смачиваемые и несмачиваемые плавающие тела расталкиваются!

Для проверки этой гипотезы мы изменили форму воды в бокале. Для этого аккуратно долили воду так, чтобы бокал оказался заполнен водой «с верхом». Верхняя точка воды теперь в середине бокала. Свечка, как мы и ожидали, соскользнула к краю. Чтобы посмотреть, как отталкивание от стенки заменяется притяжением, оказалось удобным добавлять воду медицинским шприцем.

Чтобы понять, почему одинаковые плавающие предметы (смачиваемые или несмачиваемые) притягиваются, мы провели дополнительные опыты: опустили два плоских стёклышка,

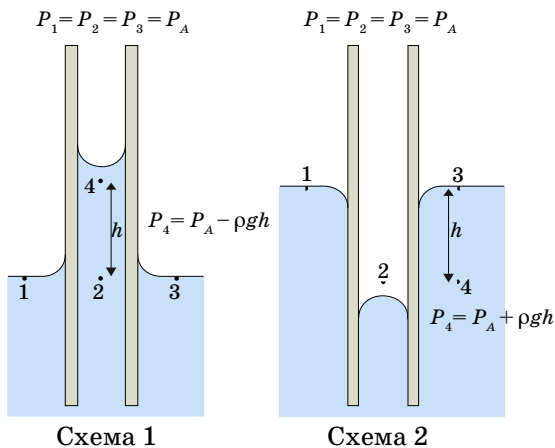
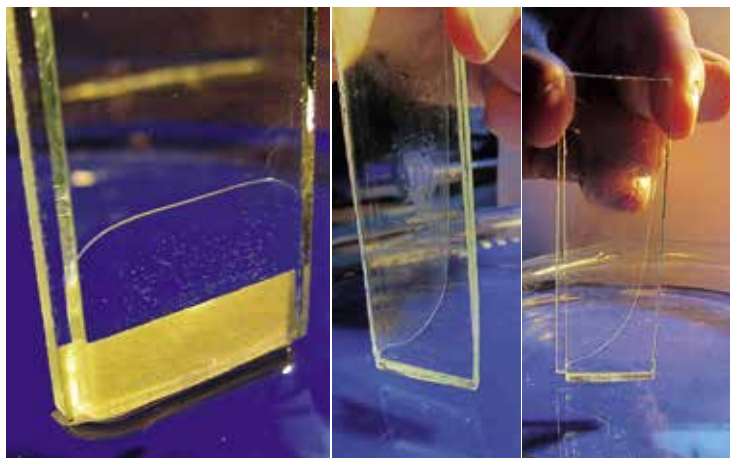




находящихся на небольшом расстоянии друг от друга, в воду. Силы притяжения воды к стеклу подняли уровень воды на заметную высоту! Чем ближе находятся стёкла, тем выше поднимается вода. Чтобы проследить зависимость высоты подъёма воды от величины зазора между пластинами, мы сложили пластины в виде приоткрытой книжки. С одной стороны пластины сходятся вплотную, а с другой – расходятся на расстояние в несколько миллиметров. На фотографии видна граница воды и воздуха. При малых расстояниях между пластинами кривая очень похожа на гиперболу. Это

указывает на обратно пропорциональную зависимость высоты подъёма от расстояния между пластинами. Постараемся разобраться, какие силы действуют на пластины. Для этого представим схематично вид сбоку.

На схеме 1 изображены две параллельные чистые стеклянные пластины, опущенные в воду. На схеме 2 – пластины, покрытые парафином (не смачиваемые водой). В воздухе и в точках 1, 2, 3 на обеих схемах (в соответствии с законом Паскаля) давление атмосферное: P_A . Тогда на первой схеме в поднявшейся между пластинами воде давление меньше атмосферного.





Воздух снаружи пластин будет давить сильнее, чем вода между пластинами. Пластины будут притягиваться. Удивительно, что в случае несмачиваемых пластин они тоже будут притягиваться! Чтобы понять это, надо сравнить давление воды в точке 4 и давление воздуха в точке 2 на второй схеме.

Уровень воды между плавающими телами изменяется, как и в случае опущенных в воду пластин. В случае смачивания и несмачивания плавающих тел давление с внешней стороны оказывается больше, чем между ними. Это приводит к их притяжению. Чем меньше расстояние между телами, тем больше изменение уровня воды в зазоре между ними. Поэтому сила притя-

жения растёт при сближении плавающих предметов.

После того как мы заметили взаимодействие свободно плавающих предметов, мы обнаружили, что результат действия этих сил можно найти почти в каждом водоёме. Например, на фото ряски и лягушек, которые мы нашли в интернете. Лягушка, наверное, не догадывается, какие силы тянут её к плавающей листе. (Значительны ли эти силы – попробуйте оценить сами). Посмотреть притяжение и отталкивание плавающих тел в динамике можно в интернете: v.ht/float. Хотя, конечно, лучше попытаться поставить свои собственные опыты.



Фото: VirtualSteve, bit.ly/2m8HOFS



Фото: Martipal, bit.ly/2L049mY, фрагмент

Фото (кроме двух последних): Глеб Ингман, Леонид Свистов