**1.Свойства поверхности жидкости.**

Студенты пишут конспект.

**Эпиграф:** Выдуйте мыльный пузырь и смотрите на него: вы можете заниматься всю жизнь его изучением, не переста­вая извлекать из него уроки физики.

Уильям Томсон (лорд Кельвин)

Почему росинки прини­мают шарообразную форму? Вопрос этот занимал еще Галилея. Отчего столь пристальное внимание всегда привлекли тон­кие пленки и мыльные пузыри, узенькие трубочки-капилляры и самая обычная пена?

Для ответа на эти вопросы нам придется познакомиться с явлением поверхностного натяжения. Разгадка общего механизма дей­ствия поверхностных сил привела к объяснению уди­вительно разнообразных природных явлений — от процесса образования капель до поведения жидкостей в живых организмах. Более того, понимание свойств поверхностного натяжения позволило активно исполь­зовать его в широком практическом диапазоне - от сельского хозяйства до космической техники. Исследования в этой области породили красивые и плодотворные аналогии. Так, при сооружении легких строительных конструкций сложных форм найти лучшие решения помогают... мыльные пленки, а построить первую теорию деления атомных ядер удалось, уподобив ядро... капле заря­женной жидкости.

**Экспериментальное задание:**

Налейте в стакан, стоящий на парте, воду до самого края. Стакан полон?

 Проверим это. Осторожно погрузите монеты одну за другой в стакан. Как же они туда поместились? Посмотрите на стакан так, чтобы глаза были на уровне края стакана. Видите? Поверхность воды стала выпуклой, поднялась горбом. Вода ведет себя так, будто у нее есть упругая оболочка. Если я продолжу опускать монеты, на какой-то монете эта оболочка разрывается, струйка воды сбегает по стенке стакана и водяной горб сразу опадает.

Перелейте воду назад в банку. Осторожно опустите на поверхность воды лезвие бритвы, смазанное жиром. Оно останется на поверхности. Но ведь сталь должна тонуть в воде!? Значит, лезвие не плавает, оно лежит на воде, как на упругой пленке. Посмотрите на поверхность воды: она прогнулась под тяжестью бритвы. Достаточно толчка - и пленка прорвется, а лезвие утонет.

Вы, наверное, видели жуков – водомерок на поверхности воды. Они тоже скользят по поверхностной пленке.

**II. Объяснение нового материала**

Свойства поверхности жидкости отличаются от свойств ее остальной части. Молекулы внутри жидкости взаимодействуют с соседними молекулами, окружающими ее со всех сторон. В результате эти молекулы находятся в равновесном состоянии на расстоянии r0 друг от друга. Над поверхностью жидкости находится пар, плотность которого во много раз меньше, его взаимодействием с молекулами жидкости можно пренебречь. Молекулы, находящиеся на поверхности жидкости, взаимодействуют практически только с теми молекулами, которые находятся внутри жидкости. Казалось бы, что молеку­лы, находящиеся на поверхности, должны втянуться внутрь жидкости. Ни все молекулы не могут уйти внутрь. На поверхности остается та­кие число молекул, при котором ее площадь оказывается минимальной для данного объема жидкости. Так, капли жидкости принимают форму, близкую к шаровой, при которой поверхность минимальна.

При увеличении поверхности жидкости за счет внешнего воз­действия часть молекул из внутренних областей жидкости переходит на ее поверхность. При таком переходе совершается работа против сил притяжения, действующих на молеку­лы, переходящие в поверхностный слой.

Из механики известно, что при совершении работы против сил притя­жения возрастает потенциальная энергия перемещаемого тела. Поэтому молекулы на поверхности жидкости обладают большей энергией, чем те же молекулы внутри жидкости.

Чем больше поверхность жидкос­ти, тем большее число молекул обладает избыточной потенциальной энергией. Избыточную потенциаль­ную энергию, которой обладают молекулы на поверхности жидкос­ти, называют **поверхностной энер­гией**.

Отношение поверхностной энер­гии к площади поверхности назы­вается **коэффициентом поверхностного натяжения** илиудельной поверхностной энер­гией**.**

Эту величину обозначают грече­ской буквой σ (сигма):

σ = Епов /S. (1)

В СИ единицей удельной поверхностной энергии является 1 Дж/м2.

Поверхностной энергией облада­ют как жидкие, так и твердые те­ла. Ведь особые условия, в которых находятся молекулы на поверхности жидкости, характерны также и для поверхности твердых тел.

При изучении механики было вы­яснено важное положение о том, что между потенциальной энергией системы и ее равновесием сущест­вует определенная связь: в состо­янии устойчивого равновесия потен­циальная энергия минимальна.

Это положение имеет и более ши­рокий смысл, оно относится и к по­верхностной энергии, которой обла­дают жидкие и твердые тела: для них также характерно, что устойчивое равновесие наступает при минимуме поверхностной энергии. Значит, со­кращение поверхности жидкости, при котором уменьшается поверхностная энергия,— это самопроизвольный про­цесс, ведущий к состоянию устойчи­вого равновесия.

Поверхностная энергия уменьша­ется также, если поверхность жид­кости покрывается веществом, по­верхностная энергия которого мень­ше, чем у данной жидкости. Если такое вещество растворить в воде (например, мыло), то его молекулы концентрируются на поверхности во­ды, покрывая ее плотным слоем. При этом поверхностная энергия системы уменьшается. Так, при малой кон­центрации мыла в воде (до 5%) на поверхности воды адсорбируется до 95% молекул мыла.

Как измерить коэффициент поверхностного натяжения жидкости? Очевидно, это можно сделать, определив работу, необходимую для образования по­верхности.

Для вычисления этой работы вос­пользуемся свойством некоторых жидкостей, например, мыльной воды, создавать тонкие пленки.

Рассмот­рим мыльную пленку, образованную на прямоугольнике с одной подвиж­ной перекладиной длиной d (рис. а). Если на эту перекладину не действует сила, поверхность жидкости будет сокращаться и подвижная перекладина притянется к неподвижной (рис. 6). Площадь поверхности сократится до минимума. Значит, со стороны жидкой пленки вдоль ее поверхности действует сила Fпов, касательная к поверхности и перпендикулярная участку периметра, ограничивающего поверхность жидкости. Эта сила называется **силой поверхностного натяжения.**

Пленку можно растянуть и удерживать в равновесии (рис), если к перекладине приложить внешнюю силу F, равную по модулю силе поверхностного натяжения.

Если под действием силы F подвижная перекладина сместится. на ∆ х, то произведенная работа А будет положительна: A = F∆x. За счет этой работы поверхность пленки увеличится на ∆S. Сила поверхностного натяжения Fпов совершает при этом отрицательную работу:

А' = - Fпов ∆x (2)

Так как пленка — это тонкий слой жидкости, ограниченный двумя по­верхностями, то

∆S = ∆xℓ, где ℓ = 2d

Поверхностная энергия при этом увеличится на ∆Епов = σ ∆S = σ ∆xℓ, (3)

где ∆Епов — изменение поверхност­ной энергии. Так как А'= —∆Епов , то, подставив в это выражение вмес­то А' и ∆Епов их значения из (2) и (3), получим:

- Fпов ∆x = - σ ∆xℓ

Отсюда

σ = Fпов /ℓ (4)

Т.о., **поверхностное натяжение** - от­ношение модуля силы поверхностно­го натяжения к длине периметра, ог­раничивающего поверхность жид­кости.

Из формулы (4) следует, что коэффициент поверхностного натяжения имеет не только энергетический, но и силовой смысл.

Поверхностное натяжение может быть выражено в ньютонах на метр, что нисколько не противоречит выра­жению этой величины в джоулях на квадратный метр.

Коэффициент поверхностного натяжения зависит от природы граничащих сред и от температуры (с ростом температуры он заметно уменьшается)

**Демонстрации.**

Рассмотрим некоторые опыты с жид­кими пленками. Возьмем проволоч­ное кольцо. Две его точки соединим ниткой. Опустив кольцо в мыльный раствор, получим пленку, на которой будет лежать нитка (рис. а). Прорвав пленку с одной стороны от нитки, мы увидим, как другая часть пленки сократится и натянет нитку (рис. б).

Мыльные пленки на проволочных каркасах различной формы образуют разнообразные фигуры. У этих фигур общим является то, что при заданном контуре их поверхности имеют наи­меньшие площади из всех возмож­ных.

**Сообщения учащихся:**

Обычные представления о недолговечности мыльных пузырей не вполне правильны: при надлежащем обращении удается сохранить мыльный пузырь чуть не месяц. Английский физик Дьюар хранил мыльные пузыри в особых бутылках, хорошо защищенных от пыли и высыхания. Лоренсу в Америке удавалось сохранять мыльные пузыри под стеклянным колпаком годами.

Из капли воды диаметром 1 мм можно выдуть пузырь диаметром 20 см, а сантиметровой капли хватило бы на шестиметровый шар. В 1985 г в книге рекордов Гиннеса был зарегистрирован рекордный мыльный пузырь диаметром 4,5 м. Сейчас выпускаются промышленные генераторы мыльных пузырей(100 штук в секунду), их можно использовать на дискотеках.

Если выдувать мыльный пузырь на морозе, то пузырь замерзает. Пленка пузыря при этом оказывается не хрупкой, как корочка льда, а пластичной: если такой пузырь уронить, он не разобьется, а на нем появятся вмятины; отдельные обломки закручиваются в трубочки. Это следствие очень малой толщины пленки.

**Собственная форма жидкости.**

Если жидкость находится только под действием силы тяжести, как, напри­мер, при свободном падении, все ее частицы движутся с одинаковым ус­корением, а, следовательно, с одина­ковой скоростью. Поэтому расстоя­ния между частицами жидкости не меняются, и жидкость находится в не­деформированном состоянии. Зна­чит, если на жидкость действует одна лишь сила тяжести, то она на фор­му жидкости не влияет. Действие же молекулярных сил, как известно, приводит к сокращению поверхности, и свободно падающая жидкость при­нимает форму шара. Такую форму жидкости наблюдали, например, кос­монавты в орбитальных полетах. Ша­ровая форма — это и есть собственная форма жидкости, которую она принимает под действием молекулярных сил.

**III. Закрепление.**Фронтальный опрос

1. Как можно ли показать, не пользуясь никакими при­борами, что коэффициент поверхностного натяжения у мыльного раствора меньше, чем у чистой воды?

2. В каком случае из крана самовара падают более тяжелые капли: когда вода еще горячая или когда она уже остыла?

3. Две смоченные водой стеклянные пластинки труд­но отделить друг от друга, пока они находятся в воздухе. Однако они разделяются без всяких усилий, если их опустить в воду. Чем это можно объяснить?

4. Куда девается мыльная пленка, когда она лопа­ется?

5. Мыльный пузырь выдули через соломинку так, что он повис на одном ее конце. Что произойдет с пламенем свечи, если к нему поднести другой, откры­тый конец соломинки? Как будет зависеть поведение пламени от диаметра пузыря?

6. Есть ли на поверхности мыльного пузыря об­ласть, где разрыв его наиболее вероятен?

13. Почему две спички, плавающие на поверхности воды вблизи друг от друга, притягиваются?

**2.Практическая работа.**

**Задание 1**

1.Познакомиться со статьей «Поверхностное натяжение». *Приложение 2*

2.Ответить на вопросы:

* Какое явление называется поверхностным натяжением?
* Где можно наблюдать явление поверхностное натяжение?
* Какими величинами характеризуется поверхностное натяжение?

3.Выполнить эксперимент:

«Изучение формы жидкости в естественных условиях».

*Приборы и материалы*: алюминиевая, медная, стеклянная, парафиновая пластинки; масло подсолнечное или оливковое; раствор спирта в воде, проволока, шприц или стеклянная трубка.

*Ход работы*

1. Поместите капли масла и воды на алюминиевую, медную, стеклянную, парафиновую пластинки.

2. Рассмотрите и зарисуйте формы капель.

3. Сделайте вывод о взаимодействии молекул жидкости и твёрдого тела.

4. Результаты занесите в таблицу.

5. Введите с помощью стеклянной трубки или шприца в смесь спирта и воды немного оливкового масла.

6. Рассмотрите поверхность масляной капли.

7. Пропустите через центр масляного шара проволоку и вращайте её.

8. Рассмотрите, как изменяется форма капли.

9. Сделайте вывод о форме поверхности жидкости.

10.Оформите отчет о проделанной работе по образцу:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Дать определение явления, описать величины его характеризующие |  | | | |
| Название работы |  | | | |
| Цель |  | | | |
| Оборудование |  | | | |
| Таблица | 1 |  |  |  |
|  | 2 |  |  |  |
| 3 |  |  |  |
| 4 |  |  |  |
| Вывод |  | | | |

Задание 2

1.Познакомиться со статьей «Капиллярные явления». *Приложение 2*

2.Ответить на вопросы:

* Что такое капиллярные явления?
* Где можно наблюдать капиллярные явления?
* Какими величинами характеризуются капиллярные явления?

3.Выполнить эксперимент: «Изучение зависимости высоты подъема жидкости от диаметра капилляра, от рода жидкости ».

*Цель работы*: изучить зависимость подъема жидкости от диаметра капилляра»

*Приборы и материалы*: стеклянные трубки разного диаметра , вода, линейка, прозрачный сосуд прямоугольной формы.

*Ход работы*

1.Замерьте диаметр стеклянных трубок и занесите в таблицу.

2. Опустите стеклянные трубки разного диаметра в сосуд с водой.

3. Замерьте высоту поднятия воды в каждой трубке.

4.Результат занесите в таблицу.

3. Сделайте вывод о зависимости высоты поднятия жидкости в трубке от диаметра.

4. Возьмите стеклянные трубки одно диаметра опустите их одновременно в сосуд с водой, с растительным маслом, с спиртом .

5. Замерьте высоту поднятия воды в каждой трубке.

6.Результат занесите в таблицу.

7. Сделайте вывод о зависимости высоты поднятия жидкости в трубке от рода жидкости.

10.Оформите отчет о проделанной работе по образцу.*(См.1 задание)*

После выполнения работы по одному представителю от группы выходят к доске и объясняют ход выполнения работы, делают выводы. Класс делает соответствующие записи в тетради.