



Ева  
МОКЕЕВА,  
8 лет



Анна  
МОСКАЛЕВА,  
9 лет

Руководитель: Н.Ю. Анашина, педагог

ДО ГБОУ ДО «Дворец творчества  
детей и молодежи «Неоткрытые  
острова»», Москва

# КАК СДЕЛАТЬ ВОДУ ПОЛОСАТОЙ?

## 1. ВВЕДЕНИЕ

### 1.1. Почему выбрана эта тема? Формулировка гипотезы.

Нас пригласили на фестиваль «Шире круг, Маленькие Находчивые!», где ребята показывают свои проекты, модели, опыты. Но дали задание разобраться, как можно сделать воду «полосатой», т.е. из слоев разного цвета, которые между собой не перемешиваются.

На занятиях в студии «Учимся думать грамотно» нам объясняли, что некоторые предметы тонут в воде, а некоторые не тонут потому, что они разной плотности (рис. 1).



Рис. 1

Мы предположили, т.е. сформулировали две гипотезы:

*Полосатую воду можно сделать, если менять ее плотность.*

*Полосатую воду можно получить из разных жидкостей не одинаковой плотности.*

А еще нужно добавить, что жидкости должны быть разного цвета, чтобы виднелись полосы.

### 1.2. Цель, задачи и методы проекта

**Цель проекта:** в одном сосуде создать многослойную жидкость из слоев разного цвета с четкими границами.

Чтобы достичь цели нужно проделать определенную работу, т.е. решить **следующие задачи:**

- подобрать несколько разных жидкостей;
- подумать, как можно изменить плотность жидкости, например, воды;
- сообразить, как окрасить бесцветные жидкости;
- узнать плотность готовых жидкостей по справочнику;
- сделать опыты по сливанию разных жидкостей;
- добиться, чтобы они не смешивались и границы слоев оставались четкими;
- сделать выводы.

### Методы проекта:

- теоретический — искать справочные данные;
- сравнительный — сопоставлять разные жидкости;

- экспериментальный — постановка опытов с жидкостями разной плотности;
- аналитический — вывод.

## 2. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

### 2.1. Понятие о плотности

**Плотность** — это количество, масса вещества, которая уместится в единице объема.

Очевидно, что килограмм гвоздей занимает меньше места, чем килограмм пуха. Это объясняется тем, что плотность пуха гораздо меньше плотности железа.

Существуют некоторые примеры плотностей веществ. Их можно найти в справочниках бумажных (книги) и электронных (интернет). Но эти значения плотности являются приближительными, так как могут незначительно меняться в зависимости от температуры, давления, состава пробы и т. д.

В физике принято разные понятия обозначать буквами для того, чтобы написать формулу, что от чего и каким образом зависит. В учебниках плотность, объем и массу обозначили буквами:  $\rho$ ,  $V$ ,  $m$ . Соответственно, формула плотности, зависящая от массы и объема, будет выглядеть так:

$$\rho = \frac{m}{V}, \text{ г/см}^3$$

Для наглядности примера возьмем три вещества:

- вода, плотность 1 г/см<sup>3</sup>;
- дерево (дуб), плотность 0,7 г/см<sup>3</sup>;
- дерево (самшит, свежесрубленное), плотность 1,3 г/см<sup>3</sup>;
- железо, плотность 7,87 г/см<sup>3</sup>;

Мы видим, что плотность дерева меньше плотности воды, а это означает, что дерево будет плавать и не утонет. А плотность железа, наоборот, больше плотности воды, поэтому изделие из железа обязательно утонет в воде. Существует даже выражение: «Плавает, как топор», т.е. совсем не умеет плавать.

Самшит имеет очень плотную древесину. В народе его называют железным деревом, потому что оно в воде тонет. Легко объяснить: его плотность больше плотности воды.

### 2.2. Понятие о растворимости

Если насыпать сахар в чай, то скоро он растворится и на дне чашки его видно не будет, но он будет сладким по всему объему. Это

значит, что молекулы сахара разместились между молекулами воды. То же самое происходит и с заварочными чайными веществами, которые выходят из заварки. Весь объем чая приобретает цвет заваренного сорта чая. Но если выпарить воду из «сладкого» чая, то на дне чашки останутся кристаллики сахара. То есть растворение не изменило состав молекулы сахара, потому что **растворение в данном случае — это физический процесс**, а не химический, когда одни вещества превращаются в другие.

Известно, что плотность воды в море больше, чем в реке, потому что в море вода соленая. Значит, плотность воды можно увеличивать, растворяя в ней, например, соль или сахар. На молекулярном уровне это выглядит так: при растворении сахара в воде его молекулы размещаются между молекулами воды.

**Концентрацией называется количество вещества, растворенного в единице объема.**

Чем больше концентрация растворенного вещества, тем выше плотность раствора.

Разные вещества растворяются по-разному. Соль, сахар — отлично растворяются, а, например, песок — нет. Но и растворяться до бесконечности сахар или соль в стакане не будут. Когда все промежутки между молекулами воды будут заняты, соль или сахар больше не растворяются, а остаются осадком на дне стакана. Такой раствор называется **насыщенным**.

### 2.3. Опыты с водой разной плотности

Мы подготовили воду (рис. 2):

- 3 стакана, в каждом одинаковый объем воды (200 мл, что равно 200 см<sup>3</sup>);
- растворили в каждом стакане разное количество сахара;
- окрасили воду в разные цвета с помощью акварели.



Рис. 2



Рис. 3



Рис. 4



Рис. 5

Переводим количество сахара в столовых ложках в граммы с помощью кухонных весов (рис. 3).

И видим, что 1 столовая ложка сахара равна 11 граммам.

Теперь решим простую математическую задачу.

В стакан с красной водой насыпим 2 столовые ложки сахара, в стакан с желтой — ничего добавлять не будем, а в стакан с зеленой — 6 столовых ложек сахара. Сколько оказалось в каждом стакане сахара в граммах?

Решение:

$2 \times 11 = 22$  грамма сахара в красной воде;

$0 \times 11 = 0$  грамм сахара в желтой;

$6 \times 11 = 66$  грамм сахара в зеленой.

**Результаты занесем в таблицу.**

Следующим шагом решим вторую математическую задачу, где узнаем плотность каждого раствора, применив формулу плотности:

$$\rho = \frac{m}{V}, \text{ г/см}^3$$

Решим эту задачу в два действия:

**Первое действие: Какая общая масса в каждом растворе?**

$m = 200 + 22 = 222$  (масса раствора красного цвета);

$m = 200 + 0 = 200$  (масса раствора желтого цвета);

$m = 200 + 66 = 266$  (масса раствора зеленого цвета).

Как говорилось выше в разделе «Понятие о растворимости»: при добавлении сахара в воду, его молекулы проникают между молекулами воды, а это означает, что объем воды не меняется.

**Второе действие: Какая плотность в каждом растворе?**

$\rho = 222 : 200 = 1,11$  г/см<sup>3</sup> красного раствора;

$\rho = 200 : 200 = 1$  г/см<sup>3</sup> желтого раствора;

$\rho = 266 : 200 = 1,33$  г/см<sup>3</sup> зеленого раствора.

**Результаты занесем в таблицу.**

Рассмотрев результаты в таблице, мы видим, что самая «тяжелая вода» у нас зеленого цвета, «самая легкая» — желтого, а посередине находится вода красного цвета.

Переходим к практической части.

| Цвет воды | Объем воды, мл (см <sup>3</sup> ) | Масса воды, гр | Масса сахара, ст. л. | Масса сахара, гр | Плотность, гр/см <sup>3</sup> |
|-----------|-----------------------------------|----------------|----------------------|------------------|-------------------------------|
| Красный   | 200                               | 200            | 2                    | 22               | 1,11                          |
| Желтый    | 200                               | 200            | 0                    | 0                | 1                             |
| Зеленый   | 200                               | 200            | 6                    | 66               | 1,33                          |



Рис. 6



Рис. 7



### 3. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1. Сначала на дно наливаем зеленую воду.
2. Затем тонкой струйкой с помощью шприца добавляем красную воду.
3. На рис. 4 мы видим в стакане два слоя воды, но четкой границы между ними нет.

Проведем аналогичный опыт, заменив красную воду на желтую.

В результате фиксируем, что ситуация не изменилась: снова два слоя есть, а четкой границы между ними нет (рис. 5).

Проведенные нами опыты показывают, что даже с большой разницей в плотностях двух вод не удастся получить четкую границу.

Мы задались вопросом, а если провести быстро смешивание воды, что получится? И решили поставить еще один опыт, назвав его «**Быстрое смешивание воды**».

Для этого возьмем нашу самую легкую воду (желтую) и самую тяжелую (зеленую).

Нальем на дно стакана самую тяжелую воду — зеленую.

А теперь без помощи шприца быстро нальем нашу самую легкую воду — желтую.

На рис. 6 мы видим, что в стакане два вида воды перемешались полностью и вообще нет границы.

То есть молекулы сахара «разбежались» по всему объему, концентрация стала средней. Краски перемешались. И получилась какая-то салатная сладкая вода.

Делаем следующий вывод: гипотеза № 1 «Полосатую воду можно сделать, если менять ее плотность» подтверждается не полностью, а именно: полосатую воду можно сделать, если менять ее плотность, но четкой границы между полосками не будет.

При этом необходимо соблюдать обязательное условие: воду добавлять осторожно тонкой струйкой с помощью шприца (рис. 7).

В этой связи мы решили провести эксперимент с разными жидкостями, которые имеют разные плотности.

#### 2.4. Разные жидкости разной плотности

Для подтверждения нашей гипотезы № 2 нам необходимо подробно рассмотреть разные жидкости. Какие из них мы знаем? Самая распространенная жидкость — это вода. Потому ее и приняли за стандарт, т.е. эталон. Ее плотность считают за единицу.

Причем вес  $1 \text{ см}^3$  воды тоже является стандартом — это 1 грамм массы.

Вода без всяких примесей называется **дистиллированной**.

Существуют другие жидкости, например, спирт, керосин, растительное масло, глицерин, моющее средство для посуды, сироп, мед, раствор поваренной соли и др. Посмотрим в справочнике, какая плотность у разных жидкостей:

- уайт-спирит —  $0,79 \text{ г/см}^3$ ;
- спирт —  $0,8 \text{ г/см}^3$ ;
- керосин —  $0,8 \text{ г/см}^3$ ;
- растительное масло —  $0,86\text{--}0,94 \text{ г/см}^3$ ;
- глицерин, плотность  $1,26 \text{ г/см}^3$ ;
- моющее средство для посуды — не менее  $1,22\text{--}1,24 \text{ г/см}^3$ ;
- мед, плотность  $1,3 \text{ г/см}^3$ .

Например, сироп или солевой раствор могут иметь разную плотность, так как в них возможно находится разное количество сахара или соли. И еще, данные о плотности приведены для температуры  $20^\circ \text{C}$ . Поэтому, если у нас температура вещества меняется, напри-



Рис. 8

мер, при нагревании, то и плотность этого вещества будет меняться.

Зная плотность вещества, становится понятно, что если как-то попытаться соединить эти жидкости, то мед окажется внизу, а керосин или спирт сверху.

Но если жидкости, которые мы хотим соединить, не имеют цвета, то визуальное нам сложно будет определить их границы и расположение. И в этом случае нам помогут красители (акварель, гуашь, чернила и др.). Бесцветная жидкость приобретет цвет и мы с легкостью увидим, где она расположилась и какие у нее границы (рис. 8).

## 2.5. Опыты с разными жидкостями разной плотности

### Опыт «Триколор»

Сначала мы решили сделать трехслойную жидкость цвета Государственного флага РФ.

- Самая легкая жидкость — **спирт**, мы его слегка подкрасили белой акварелью.
- Тяжелой жидкостью у нас был **глицерин**, в него добавили красную краску.
- А промежуточный слой — **воду** — окрасили в синий цвет.

После окрашивания жидкостей, нам нужно было их соединить. Первую жидкость (красный глицерин) мы налили на дно стакана, затем с помощью 5-граммового шприца мы осторожно тонкой струйкой вливали синюю воду на красный глицерин.

Потом промытым от воды шприцем наливали «побеленный» спирт.



Рис. 9

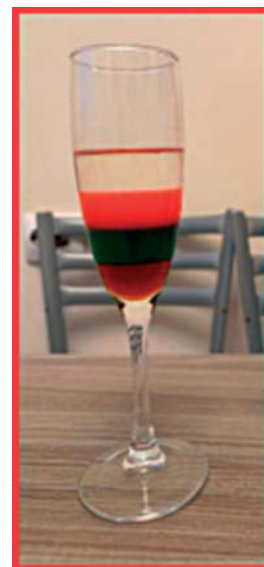


Рис. 10

Так и получили раствор цвета Государственного флага РФ (рис. 9).

### Опыт «Четырехслойная жидкость»

Потом мы решили сделать жидкость из 4 полос. Для этого взяли:

- **Глицерин**, плотность  $1,26 \text{ г/см}^3$ . Окрасили его в зеленый цвет с помощью акварели (рис. 2).
- **Сироп**, но его плотность нам была неизвестна, так как в сиропе может быть разное количество сахара. Это был сироп из шиповника, купленный в магазине. Конечно, на нем плотность не указана. Сироп имеет свой цвет — коричневый, поэтому нет необходимости в дополнительном окрашивании.
- **Вода**, плотность  $1 \text{ г/см}^3$ . Окрасили ее с помощью красного красителя.
- **Бесцветный уайт-спирит**, плотность  $0,79 \text{ г/см}^3$ . Это бензин-растворитель, его делают из нефти. Решили не окрашивать, так как в нашем опыте это единственная бесцветная жидкость.

Мы налили на дно стакана зеленый глицерин, потому что посчитали, что он будет самым тяжелым. Потом стали добавлять сироп из шприца по стеночке емкости на зеленый глицерин. Но, к нашему удивлению, сироп опустился по стеночке на дно и вытеснил вверх глицерин. Сверху мы налили красную воду, а последним — бесцветный уайт-спирит.

Вот и получилась четырехслойная жидкость с разноцветными слоями и довольно четкими границами (рис. 10).

**Значит делаем следующий вывод:**

**Гипотеза № 2 «Полосатую воду можно сделать из разных жидкостей разной плотности» подтверждается полностью.**

### **3. ВЫВОДЫ**

Чтобы сделать воду «полосатой» с четкими границами и полосами разного цвета, нужно:

- иметь разные жидкости разной плотности;
- знать плотность и цвет каждой из них;
- если нужен определенный цвет, то можно жидкость подкрасить акварелью, чернилами или красителями нужного цвета.

Сначала нужно просто налить в прозрачный сосуд самую «тяжелую жидкость», затем тонкой струйкой по стенке сосуда осторожно добавлять из шприца жидкости все менее плотные. То есть жидкости с высокими плотностями должны быть внизу, а с низкой — наверху.

Во время опыта не нужно трясти стол и сосуд с полученной многослойной жидкостью.

Можно подготовить для каждой жидкости отдельный шприц. Или использовать один шприц, но тогда после каждого слоя нужно его промывать, потому что, например, краска акварельная, как песок: делает стенки шприца шершавыми и становится трудно нажимать на поршень.

Обязательно соблюдать меры безопасности: надеть перчатки, маску, очки, фартук.

### **4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Во время работы мы поняли, как делается проект: он имеет определенную форму — структуру. Сначала нужно сформулировать цель, затем определить задачи. И сообразить, какими методами их выполнять.

Работая над проектом, мы научились делать опыты, искать справочные данные в интернете, делать выводы.

Тему «Плотность вещества» школьники изучают в 7-м классе на уроках физики, а мы ученицы пока только 3-го класса. Данный проект помог нам прикоснуться к этому удивительному школьному предмету «Физика». Прделанные нами опыты вдохновили нас на дальнейшее изучение других физических процессов. Если мы будем продолжать исследовать и экспериментировать, то к 7-му классу мы будем уже подготовленными, а значит, предмет «Физика» не будет для нас сложным, а может станет самым любимым!

Работать над данным проектом нам помогала наша учительница Нина Юрьевна Анашина, которая проводит интересные и увлекательнейшие занятия в студии «Учимся думать грамотно» во Дворце творчества детей и молодежи «Остров Свободы», «Неоткрытые острова».

**Выражаем Нине Юрьевне огромную благодарность!**

### **5. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Плотность моющего средства. URL: <https://www.yandex.ru>.
2. Плотность меда. URL: <https://www.yandex.ru>.
3. Плотность глицерина. URL: <https://www.yandex.ru>.
4. Плотность керосина. URL: <https://www.yandex.ru>.
5. Плотность спирта. URL: <https://www.yandex.ru>.
6. Плотность растительного масла. URL: <https://www.yandex.ru>.
7. Таблица плотностей веществ. URL: <https://www.yaklass.ru/p/fizika/7-klass/dvizhenie-i-vzaimodeistvie-tel-11864/plotnost-veshchestva-sviaz-massy-obema-tela-s-ego-plotnostiu-11869/re-acc4f66d-9238-4ea4-b846-ca46e63f4d24?ysclid=m7qi8vurd2884952814>.