

**ФЕСТИВАЛЬ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ И ТВОРЧЕСКИХ РАБОТ  
«ПОРТФОЛИО»  
МУНИЦИПАЛЬНОЕ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
« СРЕДНЯЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ШКОЛА № 14»  
С. Надежда Шпаковского района Ставропольского края**

**СЕКЦИЯ : ФИЗИКА**

**ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА  
ПО ТЕМЕ:  
« ПРИБОР ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ  
ПЛОТНОСТИ ЖИДКОСТИ»**

**Автор работы:**

**Лачинов Малик Ренатович  
Ученик 2 класса МОУ «СОШ №14»**

**Научный руководитель:**

**Рамазанова Гелин  
Магамедшерифовна , учитель  
Физики высшей категории  
МОУ « СОШ №14» с. Надежда  
Шпаковского района  
Ставропольского края**

**с. Надежда, 2008 г.**

## **Содержание.**

<b>Введение</b> .....	1
<b>Глава I.</b> Геометрическая оптика.....	3
1.1 Закон отражения света.	
Принцип Гюйгенса. ....	3
1.2 Закон преломления света .....	4
1.3 Плотность вещества .....	5
1.4 Относительная плотность.....	5
<b>Глава II.</b> Прибор для измерения	
плотности жидкости.	
2.1 Изготовление прибора .....	6
2.2 Работа с прибором .....	6
2.3 Принцип работы .....	7
<b>Заключение</b> .....	8
<b>Список литературы</b> .....	9



---

**Лачинов Малик Ренатович – ученик 2-го класса  
МОУ «СОШ №14» села Надежда Шпаковского  
района Ставропольского края, автор изобретения -  
«Прибора для измерения плотности жидкости»**

## Введение.

«...Главными орудиями являются умышленный опыт и математический анализ. Только тогда получается полноценное истинно научное освещение предмета». Таким образом, чтобы получаемые в ходе научного исследования физические знания оказались объективными, они должны быть обоснованы теоретическими рассуждениями и экспериментами. Последние в процессе познания занимают особое место.

**Столетов.А.Г.**

В нашей школе (МОУ «СОШ №14») работает научное общество учащихся, стремящихся совершенствовать знания в определённой области науки, развивать свой интеллект, приобретать умения и навыки научно-исследовательской деятельности. В состав физической секции НОУ входит радиотехнический кружок, спец курс «Методы физико-технических исследований», творческая группа «Первые шаги в науку». Руководитель секции Гелин Магамедшерифовна принял меня в этом году творческую группу «Первые шаги в науку» и предложила мне придумать прибор для измерения плотности жидкости. Я долго думал над этой идеей и наконец сделал прибор для измерения плотности. Моя работа может быть использована на уроках физики для определения плотности жидкости, для демонстрации преломления света.

---

Принцип работы моего прибора для измерения плотности жидкости заключается в следующем: наливаем в сосуд жидкость до начала шкалы. По закону преломления света подводная часть смещена. Подводный смещённый конец совмещаем с шкалой и по ней определяем плотность налитой жидкости. Для опыта использованы: вода, бензин и солевой раствор. Чем больше плотность жидкости, тем больше она смещается. Смещение для воды оказалось равным 1см и плотность воды  $\rho=1\text{гр/см}$ , для солевого раствора смещение оказалось равным 1,2см и плотность его тогда равна  $\rho=1,2\text{гр/см}$ , для бензина смещение оказалось равным 0,8см и плотность бензина  $\rho=0,8\text{гр/см}$ . Следовательно, шкалу можно проградуировать в единицах плотности.

---

## Глава I. Геометрическая оптики.

Геометрической оптикой называется раздел оптики, в котором изучаются законы распространения световой энергии в прозрачных средах на основе представления о световом луче. Эти законы были установлены экспериментально задолго до выяснения природы света. Но они вытекают из волновой теории света как приближение, справедливое, если длина волны много меньше размеров препятствий, расположенных не очень далеко от места наблюдения.

Методы геометрической оптики позволяют изучить условия формирования оптических изображений объекта как совокупности изображений отдельных его точек и объяснить многие его явления (миражи, радуги), связанные с прохождением оптического излучения в различных оптически неоднородных средах.

К законам геометрической оптики относятся: закон прямолинейного распространения света в однородной среде, закон отражения света и закон преломления света. Законы отражения и преломления света можно вывести из одного общего принципа, описывающего поведение волн. Этот принцип был выдвинут Христианом Гюйгенсом.

### 1.1 Закон отражения, света. Принципы Гюйгенса.

Согласно принципу Гюйгенса каждая точка среды, до которой дошло возмущение, сама становится источником вторичных волн. С помощью принципа Гюйгенса можно вывести закон, которому подчиняются волны при отражении от границы раздела сред. Рассмотрим отражение плоской волны. Волна называется плоской, если поверхность равной фазе представляют собой плоскости.

**MN** - отражающая поверхность, прямые **A1A** и **B1B** - два луча падающий плоской волны. **AC** - волновая поверхность этой волны. Угол **L** между падающим лучом и перпендикуляром к отражающей поверхности в точке падения называют углом падения. Различные участки волновой поверхности **AC** достигают отражающей границы не одновременно. Возбуждение колебаний в точке **A** начнётся раньше, чем в точке **B**, на время  $\Delta t = CB / U$ . Так как **AD=CB**, то угол  $\angle CAB = \angle DBA$ . На основании эксперимента можно сделать, выводы:

- а) луч падающий и луч отраженный лежат в одной плоскости с перпендикуляром, восстановленным к отражающей поверхности в точке падения;
- б) угол падения равен углу отражения:  $\alpha = \beta$ . Падающий и отражённый лучи могут меняться местами. Это свойство лучей называется обратимостью световых лучей.

### 1.2. Закон преломления света.

Следующим шагом в развитии оптики было открытие закона преломления света. Закон преломления света был установлен голландским ученым Снеллиусом, но он его даже не опубликовал. Этот закон был опубликован Декартом в 1637г. Теперь геометрическая оптика, фундамент которой заложил Кеплер, могла развиваться дальше. Выведем закон преломления

с помощью принципа Гюйгенса. На границе двух сред свет меняет направление своего распространения, раздваивается, одна его часть возвращается в первую среду, а другая - проникает во вторую среду, изменив своё направление. Это явление называется преломлением света.

**AB** - падающий луч.

**BD** - преломлённый луч.

Преломление света при переходе из одной среды в другую вызвано различием в скоростях распространения света в той и другой среде.

Обозначим скорость волны в первой среде перед  $V_1$ , а во второй через  $V_2$ .

Используя демонстрационный эксперимент и чертёж, можно сформулировать законы преломления света:

**а) луч падающий и луч преломлённый лежат в одной плоскости с перпендикуляром, восстановленным к границе раздела двух сред в точке падения;**

**б) отношение синуса угла падения к синусу угла преломления для данных двух сред есть величина постоянная, зависящая только от оптических свойств этих сред:**

$$\sin \alpha / \sin \gamma = n_{2,1}$$

где  $n_{2,1}$  - относительный показатель преломления второй среды относительно первой.

#### **Абсолютный и относительный показатели преломления.**

Если обозначить скорость распространения света в первой среде  $V_1$ , а во второй -  $V_2$ , то

$$n_{2,1} = V_1 / V_2$$

Показатель преломления вещества относительно вакуума называется абсолютным показателем преломления.

Следовательно:

$$n_1 = c / v_1; \quad n_2 = c / v_2.$$

Тогда  $n_{2,1} = n_2 / n_1$ ,  $n_1$  и  $n_2$  - абсолютные показатели преломления первой и второй сред.

### **1.3. Плотность вещества.**

Плотность - это физическая величина, которая показывает, чему равна масса вещества в единице объёма

$$\rho = m / v$$

Как любая физическая величина плотности имеет свою размерность. В системе СИ плотность изменяется:  $\rho = [\text{кг/м}^3]$ ;  $1 \text{ г/см}^3 = 1000 \text{ кг/м}^3$ . Очень важно отметить, что одно и то же вещество в различных состояниях имеет различную плотность.  $\rho = m/v$ . Выполняем домашние опыты (определить массу воздуха в классе). Для этого измеряем длину  $a$ , ширину  $b$  и высоту  $c$  в своей классной комнате  $V = abc$ . Далее вычисляем массу воздуха в классной комнате по формуле  $m = \rho v$  ( $\rho$  - плотность воздуха, её можно принять равной  $1,3 \text{ кг/м}^3$ ).

$$m = \rho_{\text{возд}} \cdot (a b c)$$

#### 1.4. Относительная плотность.

Отношение веса, какого - нибуть вещества к весу равного объёма воды называется относительной плотностью.

$$\rho_{\text{отн.}} = \rho_{\text{вещества}} / \rho_{\text{объема воды}}$$

Впервые это соотношение определил Архимед для золота и других металлов. Согласно закону Архимеда когда тело полностью или частично погружается в воду, то происходит кажущаяся потеря веса, равная весу вытесненной воды, т.е. тело испытывает выталкивающее действие воды с силой, равной весу вытесненной жидкости. Так как кажущаяся потеря в весе тела, погружённого в воду, равна весу равного объёма воды, то можно переписать формулу относительной плотности так:

$$\rho_{\text{отн.}} = \rho_{\text{тела}} / \rho_{\text{(потеря веса в воде)}}$$

Нахождение относительной плотности жидкости очень похоже на определение её для твёрдых веществ.

Решим следующую задачу. Камень весит 100г в воздухе, 100г в солёной воде и в чистой воде - 60г. Какова относительная плотность солёной воды?

Решение. Кажущаяся потеря веса камня в солёной воде - 60г, в чистой воде - 55г. очевидно, что камень в обеих жидкостях вытесняет равные объёмы воды. Поэтому 60г и 55г представляют веса равных объёмов солёной и чистой воды.

Отношение двух потерь в весе подобно тому отношению, которое мы получали методом пикнометра. Таким образом, относительная плотность солёной воды может быть подсчитана подстановкой числовых значений в следующую формулу:

$$\text{относительная плотность} = \frac{\text{потеря веса в солёной воде}}{\text{потеря веса в чистой воде}}$$

$$\text{Относительная } \rho \text{ чистой воды} = 60\text{г} / 55\text{г} = 1,00$$

## Глава II. Прибор для измерения плотности жидкости.

Целью моей работы является изготовление прибора для определения плотности жидкости, изучив тему «Плотность тела» и ознакомившись с разделом «Геометрическая оптика». Работая с прибором, я научился многому. Познакомился с тремя законами оптики - законами преломления, отражения и полного отражения света. Оптика - это наука, изучающая световые явления. Изучив, всё это я, научился определять плотность различных жидкостей, градуировать шкалу, готовить растворы различных.

### 2.1. Изготовление прибора.

Вид прибора. Прибор представляет собой цилиндрический стеклянный сосуд большого диаметра, на сосуд с двух сторон прикреплены тонкие нити. С одной из них связана шкала, проградуированная в единицах плотности. (приложение №1)

### 2.2. Работа с прибором.

Наливаем в сосуд жидкость до начала шкалы. Совмещаем надводные части нитей. Подводная часть дальней нити смещена (по закону преломления света). Подводный смещённый конец совмещаем со шкалой и по ней определяем плотность налитой жидкости. Для опыта я использовал воду, бензин и солевой раствор

### 2.3. Принцип работы.

Когда в сосуде нет воды, то при совмещении нитей их не видно друг за другом, когда в сосуд наливаем воду, изображение нижней части нити смещается. Чем больше плотность жидкости, тем больше она смещается.

**АО** - падающий луч, **ОК** - преломлённый в воздухе луч:  $\angle AOB = \angle LOK$ , т.е. угол  $\alpha = \beta$ .  $\alpha$  - угол падения,  $\beta$  - угол преломления.

Если в сосуд наливаем воду, то луч **АО**, преломившись в воде, смещается от перпендикуляра,

**ОF** - луч, преломившийся в воде,

$\angle LOF < \angle AOB$ ;  $\beta_1 < \alpha$ .

Смещение **FK** оказалось равным 1см. Для солевого раствора плотностью  $\rho = 1,2 \text{ г/см}$

**FK = 1,2 см.** Для бензина плотностью  $\rho = 0,8 \text{ г/см}$  **FK = 8 мм.**

Следовательно, я могу проградуировать шкалу в единицах плотности.



## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ.**

И в заключении мне ещё раз хочется вернуться к тем «Прибор» для измерения плотности жидкости.

Плотность - это физическая величина, которая показывает, чему равна масса вещества в единице объёма. Однако отношение веса, какого - нибуть вещества к весу равного объема воды называется относительной плотностью. Впервые это соотношение определил Архимед для золота и других металлов. Так как плавающее тело только частично погружается в воду, то объём вытесненной жидкости равен объёму только погружённой части тела.

Следовательно, для нахождения веса воды, равного объёму всего тела, мы не можем применить ни стакан с отливом, ни метод определения по потере в весе, если мы не изобретем, способ заставить тело погрузиться так, чтобы вытеснять объём воды, равный объёму всего тела. Нахождение относительной плотности жидкости очень похоже на определение её для твёрдых веществ. Мы знаем, что суда, и другие плавающие тела «салятся» в пресной воде глубже, чем в морской. Они погружаются до тех пор, пока не вытеснят вес жидкости, равный их собственному весу. Чем меньше относительная плотность жидкости, тем глубже погружается в неё плавающее тело. Чем больше относительная плотность жидкости, тем тело погружается меньше.

Для определения плотности жидкости, можно использовать также прокалиброванный деревянный стержень. Такой прибор называется ареометром. Ареометр - это прибор для измерения плотности жидкости и твёрдых тел, основанный на законе Архимеда. По объёму вытесненной жидкости и массе плавающего в ней ареометром можно определить плотность исследуемой жидкости.

В моём приборе плотность жидкости определяется по отклонению угла преломления, который, исходит из раздела «Геометрической оптики». Согласно закону преломления света - , луч падающий и луч преломлённый лежат в одной плоскости с перпендикуляром, восстановленным в точке падения; отношение синуса угла падения к синусу угла преломления для данных двух сред есть величина постоянная, зависящая только от оптических свойств этих сред

$$\sin \alpha / \sin \gamma = n_{2,1}$$

В моём приборе также подводная часть нити смещена по описанному закону. Подводный смещенный конец совмещаем со шкалой и по ней определяем плотность жидкости.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ :**

1. Блудов М.И.  
Беседы по физике М." Просвещение" , 1974 г.
2. Сахаров Д.И.  
Физика для техникумов М. "Просвещение", 1985 г.
3. Пёрышкин А.В.  
Физика - 7 М. "Дрофа", 2002 г.
4. Прохоров А.М.  
Физический энциклопедический словарь  
М. "Просвещение", 1990 г.
5. Перельман Я.И.  
Знаете ли вы физику?  
Екатеринбург "Тезис", 1999 г.
6. Эллиот Л.А., Уилкоккс У.Г.  
Физика М. "Наука", 1978 г.