

Домашняя лаборатория

Сборник домашних лабораторных исследований
для учащихся 7-9 классов по Физике

Содержание

Работа № 1 . Ускорение свободного падения.....	3
Работа № 2. Поверхностное натяжение воды	6
Работа № 3. Определение мощности плиты.....	8
Работа № 4. Изучение трения покоя	11
Работа № 5. Преломление света в различных жидкостях.....	14

Работа № 1 . Ускорение свободного падения

Введение

1. Ускорение, сообщаемое всем телам земным шаром, называют *ускорением свободного падения*. Его модуль обозначается буквой g . Свободное падение не обязательно представляет собой движение вниз. Если начальная скорость направлена вверх, то тело при свободном падении некоторое время будет лететь вверх, уменьшая свою скорость, и лишь затем начнет падать вниз.

Ускорение свободного падения несколько изменяется в зависимости от географической широты места на поверхности Земли. Но в одном и том же месте оно одинаково для всех тел.

На широте Москвы измерения дают следующее значение ускорения свободного падения: $g = 9,82 \text{ м/с}^2$. Вообще же на поверхности Земли значение g меняется в пределах от $9,78 \text{ м/с}^2$ на экваторе до $9,83 \text{ м/с}^2$ на полюсе. В данной работе принимаем $g = 10 \text{ м/с}^2$.

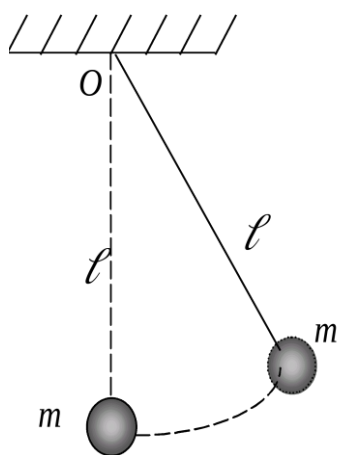
При падении тел в воздухе на их движение влияет сопротивление воздуха. Поэтому ускорение тел не равно g . Но когда движутся сравнительно массивные тела с небольшими скоростями (камень, спортивное ядро и т. д.), сопротивление воздуха влияет незначительно и движение тел можно рассматривать как свободное падение. Лишь при больших скоростях (снаряд, пуля и т. д.) сопротивление воздуха существенно и его влиянием пренебрегать нельзя.

2. Маятник.

Шарик, подвешенный на длинной прочной нити называется *физическим маятником*. Если размеры шарика много меньше длины нити, то этими размерами можно пренебречь и рассматривать шарик как материальную точку. Растяжением нити и её массой также можно пренебречь, так как их значения очень малы по сравнению с шариком. В этом случае мы получаем модель маятника, которая называется математическим маятником.

Математическим маятником называется материальная точка массой m , подвешенная на невесомой нерастяжимой нити длиной L в поле силы тяжести (или других сил).

Галилео Галилей экспериментально установил, что период колебаний математического маятника в поле силы тяжести не зависит от его массы и амплитуды колебаний (угла начального отклонения). Он установил также, что период колебаний прямо пропорционален \sqrt{L} .



Период малых колебаний математического маятника в поле силы тяжести Земли определяется по формуле Гюйгенса:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}} \quad (1.1)$$

При углах отклонения математического маятника погрешность расчета периода по формуле Гюйгенса не превышает 1%.

3. Закон Архимеда.

На любой объект, погружённый в воду, действует выталкивающая сила, равная весу вытесненной им жидкости. Таким образом, вес объекта, погружённого в воду, будет отличаться от его веса в воздухе в меньшую сторону. Разница будет равна весу вытесненной воды.

$$F_A = \rho g V \quad (1.2)$$

Оборудование: шарик, нить, стакан с водой, весы, секундомер.

Ход работы:

а) Взять шарик и нить. Аккуратно намотать нить по диаметру шара, считая количество витков.

б) Налить в стакан воду с «горкой», предварительно поставив его в какую-либо емкость.

в) Осторожно опустить шар в стакан. Из него выльется объем воды, равный объему шара.

г) Взвесить на весах эту воду, затем рассчитать объем шара по формуле

$$V = \frac{m}{\rho} \quad (1.3),$$

где ρ – плотность воды = 1000 кг/м³.

д) Выразить и рассчитать радиус шара из формулы для объема

$$V = \frac{4}{3} \pi R^3 \quad (1.4) \quad (\pi = 3,14)$$

е) В соответствии с пунктами «а» и «д» повторить измерения как минимум 3 раза. Результаты оформить в таблицу 1.1.

Задание № 1. Нахождение длины нити без помощи линейки.

1. Посчитать количество витков нити на шаре.
2. Вычислить радиус шара.
3. Заполнить таблицу 1.1.

Таблица 1.1.

№ измерения	N – кол-во витков, шт	m, кг	V, м ³	R, м	\bar{R} , м
1					
2					
3					

Задание № 2. Вычисление значения ускорения свободного падения

1. Определить период колебаний маятника.
2. Вычислить значение ускорение свободного падения.
3. Заполнить таблицу 1.2.
4. Сравнить полученный результат с табличным значением.

Ход работы:

- а) Прикрепить нить к шару, чтобы получился математический маятник.
- б) Отклонить маятник в одну сторону и отпустить. Засечь время 20-ти колебаний.

- в) Вычислить период по формуле

$$T = \frac{t}{N} \quad (1.5),$$

где t – время, N – количество колебаний.

- г) Вычислить и рассчитать значение ускорения свободного падения из формулы (1.1).

- д) В соответствии с пунктами «а» и «г» повторить измерения как минимум 3 раза. Результаты оформить в таблицу 1.2.

Таблица 1.2

№ измерения	L, м	T, с	g, м/с ²	\bar{g} , м/с ²
1				
2				
3				

Работа № 2. Поверхностное натяжение воды

Введение

1. *Поверхностное натяжение* – это свойство жидкости, благодаря которому ее свободная поверхность в состоянии покоя ведет себя подобно эластичной коже или растянутой резиновой мембране с тенденцией сжиматься так, чтобы занимать минимальную площадь поверхности. Это свойство обусловлено сцеплением молекул и отвечает за большую часть поведения жидкостей.

Свойство поверхностного натяжения проявляется, например, в способности некоторых объектов плавать на поверхности воды, даже если они плотнее воды. Поверхностное натяжение также проявляется в способности некоторых насекомых, таких как водомерки, и даже рептилий, таких как василиск, бегать по поверхности воды.

Поверхностное натяжение хорошо объясняется молекулярной теорией вещества. Согласно этой теории, силы сцепления между молекулами жидкости ответственны за явление поверхностного натяжения. Молекулы, находящиеся глубоко внутри жидкости, одинаково притягиваются другими молекулами во всех направлениях. Молекулы на поверхности испытывают внутреннее притяжение.

Для достижения минимальной потенциальной энергии и, следовательно, устойчивого равновесия свободная поверхность жидкости стремится иметь минимальную площадь поверхности и, следовательно, ведет себя подобно растянутой мембране.

Сила поверхностного натяжения:

$$F = \sigma l = \sigma \cdot 2\pi r = \sigma \cdot \pi d \quad (2.1)$$

Сила равна $mg = \sigma \cdot \pi d$ (2.2)

Из представленных выше уравнений следует, что коэффициент поверхностного натяжения равен:

$$\sigma = \frac{mg}{\pi \cdot d} \quad (2.3)$$

Оборудование: пипетка, линейка, вода, соль, сахар, глицерин, жидкое мыло, масло, весы электронные.

Ход работы:

а) С помощью линейки измерьте диаметр отверстия пипетки.

б) Возьмите стакан воды и пипетку, аккуратно наберите в пипетку воду, затем капните 1 каплю на весы и запишите в таблицу 2.1 чему равна ее масса. Протрите весы насухо и повторите то же самое 4 раза.

в) Те же действия повторите с растворами воды и сахара, воды и соли, воды и глицерина, воды и жидкого мыла. После использования различных растворов не забывайте промывать пипетку для получения достоверных результатов.

Таблица 2.1

Название раствора	Номер измерения	m, г	d, мм	σ , Нм ⁻¹

Создание растворов:

Возьмите стакан с водой и добавьте туда 1 столовую ложку сахара (соли, жидкого мыла, капель глицерина, масло)

Задание 1. Измерение поверхностного натяжения водных растворов

1. В соответствии с ходом работы выполните по 5 измерений с каждым раствором, заполните Таблицу 2.1.
2. Вычислите среднее значение коэффициента поверхностного натяжения для каждого раствора.
3. Сравните коэффициент поверхностного натяжения с табличным значением для чистых жидкостей.

Работа № 3. Определение мощности плиты

Введение

1. Теплоемкость

Теплоемкость (обычно обозначаемая прописной буквой C , часто с подстрочными знаками), или тепловая мощность, - это измеряемая физическая величина, характеризующая количество тепла, необходимое для изменения температуры вещества на заданную величину. В единицах СИ тепловая мощность выражается в джоулях на кельвин (Дж/К).

Тепловая мощность объекта (символ C) определяется как отношение количества тепловой энергии, передаваемой объекту, к результирующему повышению температуры объекта.

$$C = \frac{Q}{\Delta t} \quad (3.1)$$

2. Измерение теплоемкости

Тепловая мощность большинства систем не является постоянной величиной. Это зависит от переменных состояния исследуемой термодинамической системы. В частности, это зависит от самой температуры, а также от давления и объема системы, а также от того, каким образом давлениям и объемам было разрешено изменяться, когда система переходила от одной температуры к другой. Причина этого в том, что работа под давлением, выполняемая в системе, повышает ее температуру с помощью механизма, отличного от нагрева, в то время как работа под давлением, выполняемая системой, поглощает тепло без повышения температуры системы.

Поэтому могут быть выполнены различные измерения теплоемкости, чаще всего при постоянном давлении и постоянном объеме. Измеренные таким образом значения обычно подписываются (p и V соответственно), чтобы указать определение. Газы и жидкости, как правило, также измеряются при постоянном объеме. Измерения при постоянном давлении дают большие значения, чем при постоянном объеме, поскольку значения постоянного давления также включают тепловую энергию, которая используется для расширения вещества при постоянном давлении по мере повышения его температуры. Эта разница особенно заметна в газах, где значения при постоянном давлении обычно на 30-66,7% превышают значения при постоянном объеме.

3. Удельная Теплоемкость

Удельная теплоемкость – это интенсивное свойство, которое описывает, сколько тепла необходимо добавить к определенному веществу, чтобы повысить его температуру.

Количественная взаимосвязь между теплопередачей и изменением температуры содержит все три фактора:

$$Q = m c \Delta T, (3.2)$$

где Q – символ теплопередачи;

m – масса вещества;

ΔT – изменение температуры.

Символ c обозначает удельную теплоемкость и зависит от материала и фазы.

Вещество	$c, \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$	Вещество	$c, \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$	Вещество	$c, \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$
Золото	130	Железо	460	Масло под-солнечное	1700
Ртуть	140	Сталь	500	Лёд	2100
Свинец	140	Чугун	540	Керосин	2100
Олово	230	Графит	750	Эфир	2350
Серебро	250	Стекло лабораторное	840	Дерево (дуб)	2400
Медь	400	Кирпич	880	Спирт	2500
Цинк	400	Алюминий	920	Вода	4200

Оборудование: кастрюля, весы, вода, плита, термометр, секундомер.

Ход работы:

а) Возьмите кастрюлю поставьте ее на весы и запишите получившееся значение, затем наберите в кастрюлю воду и взвесьте на весах кастрюлю с водой, для того чтобы получить массу воды вычтите из получившегося веса массу кастрюли.

б) Измерьте с помощью термометра температуру воды в кастрюле, затем поставьте кастрюлю на плиту, засекайте секундомером время и доведите воду до кипения, после этого остановите секундомер.

в) По таблице определите удельную теплоемкость кастрюли и по формуле вычислите мощность плиты.

$$P_{\tau} = c_1 m_1 \Delta t + c_2 m_2 \Delta t (3.3)$$

m_1 – масса кастрюли;

m_2 – масса воды;

Δt – разница между комнатной температурой и температурой кипения;

P – мощность плиты;

c_1 – удельная теплоемкость кастрюли;

c_2 – удельная теплоемкость воды;

τ – время закипания воды.

Таблица 3.1.

m_1 , кг	m_2 , кг	t_1 , °C	t_2 , °C	c_1 , Дж*кг*, °C	c_2 , Дж*кг*, °C	τ , с	P , Ватт

Задание 1. Измерение мощности плиты

1. В соответствии с ходом работы вычислите мощность плиты, которая находится в вашей квартире. Заполните Таблицу 3.1.

2. Сравните полученную мощность плиты с реальной, сделайте вывод, почему расчетные показания могут не сходиться с реальными.

Работа № 4. Изучение трения покоя

Введение

1. В механике обычно имеют дело с силами всемирного тяготения, упругости и трения. Силы упругости, силы всемирного тяготения (а также силы притяжения и отталкивания неподвижных электрически заряженных тел) зависят только от *расположения тел*, но не от их скоростей. Силы трения зависят от *относительных скоростей тел*, между которыми они действуют. Силы трения могут действовать между соприкасающимися телами или их частями как при их относительном движении, так и при их относительном покое. Трение называется *внешним*, если оно действует между различными соприкасающимися телами, не образующими единого тела (например, трение между бруском и наклонной плоскостью, на которой он лежит или с которой он соскальзывает).

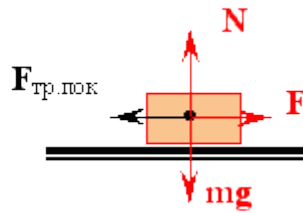
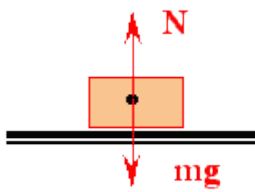
Если же трение проявляется между различными частями одного и того же тела, например между различными слоями жидкости или газа, скорости которых непрерывно меняются от слоя к слою, то трение называется *внутренним*.

Сила трения, испытываемая твердым телом при движении в жидкости (или газе), есть сила внутреннего трения в жидкости, а не внешнего трения между жидкостью и твердым телом. Действительно, опыт показывает, что слои жидкости или газа, непосредственно примыкающие к поверхности тела, прилипают к ней и движутся вместе с телом, а трение возникает в окружающей среде между различными слоями ее, соприкасающимися друг с другом.

Трение между поверхностями двух соприкасающихся твердых тел при отсутствии между ними жидкой или газообразной прослойки (смазки) называется *сухим*. Применительно к этому случаю, когда соприкасающиеся тела движутся друг относительно друга, различают *трение скольжения* и *трение качения*. Трение между поверхностью твердого тела и окружающей его жидкой или газообразной средой, в которой оно движется, а также трение между различными слоями такой среды, называется *жидким* или *вязким*. При воздействии на тело внешней силы, недостаточной для того, чтобы тело стало двигаться, говорят о *трении покоя*.

2. Сила трения покоя. Рассмотрим брусок, лежащий на горизонтальной поверхности. На него действуют сила тяжести mg и сила

реакции опоры N . Брусек покоится, потому что эти две силы компенсируют друг друга; силы, пытающейся сдвинуть брусек вдоль поверхности нет, поэтому и нет никакой силы трения.



Подействуем на брусек с небольшой силой F , направленной вдоль поверхности. Если брусек по-прежнему не сдвигается

с места, то, значит, возникает сила трения покоя $F_{тр.пок.}$, равная по величине и направленная против пытающейся сдвинуть брусек силы F :

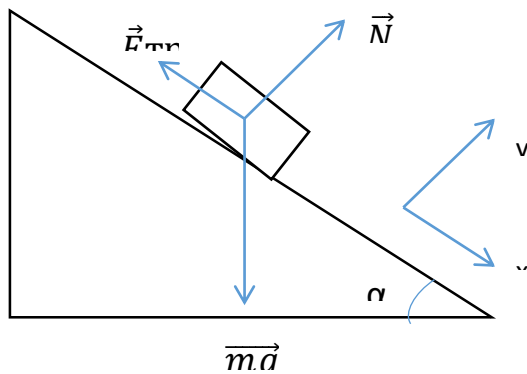
$$F_{тр.пок.} = - F \quad (4.1)$$

Будем увеличивать “сдвигающую” силу F . Пока брусек остается в покое, сила трения покоя так же увеличивается. При некоторой, достаточно большой, сдвигающей силе F брусек придет в движение, и сила трения покоя превращается в силу трения скольжения. Установлено, что максимальная сила трения покоя не зависит от площади соприкосновения тел и приблизительно пропорциональна модулю *силы нормального давления* N :

$$F_{тр.пок} = \mu_0 N, \quad (4.2)$$

μ_0 – коэффициент трения покоя, зависящий от природы и состояния трущихся поверхностей.

3. Для экспериментального исследования необходима ровная поверхность, достаточно легкая, чтобы можно было менять угол наклона к горизонту. Обувь, помещается на поверхность, при определенном угле наклона плоскости начинает соскальзывать. Для вычисления максимального



коэффициента трения достаточно знать этот угол.

Запишем основной закон динамики в проекциях на координатные оси X и Y :

$$OX: F_{тр} = mg \sin \alpha \quad (4.3)$$

$$OY: N = mg \cos \alpha \quad (4.4)$$

Учитывая, $F_{тр} = \mu_0 N$, получаем:

$$\mu_0 mg \cos \alpha = mg \sin \alpha \quad (4.5)$$

или

$$\mu_0 = \frac{\sin\alpha}{\cos\alpha} = \operatorname{tg}\alpha \quad (4.6)$$

Из геометрии рисунка следует:

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{H}{\sqrt{L^2 - H^2}} \quad (4.7),$$

где H – высота наклонной плоскости, L – длина наклонной плоскости.

Таким образом, максимальный коэффициент трения покоя найдется по формуле:

$$\mu_0 = \frac{H}{\sqrt{L^2 - H^2}} \quad (4.8)$$

(Высоту измеряем в момент начала соскальзывания тела с наклонной плоскости!)

Задание 1. Измерение максимального коэффициента трения покоя обуви

1. Измерить длину наклонной плоскости.
2. Положить предмет обуви с ровной поверхностью на плоскость, медленно поднимать плоскость до тех пор, пока предмет не начнет соскальзывать, измерить высоту поднятия конца плоскости.
3. По формуле (4.8) вычислить максимальный коэффициент трения.
4. Измерения повторить для 4-5 разных пар обуви, результаты измерений оформить в виде таблицы 4.1.

Таблица 4.1.

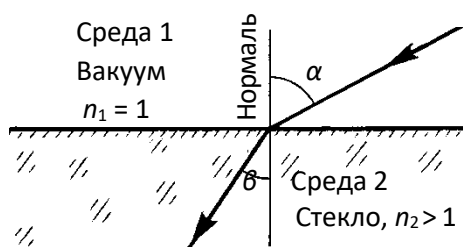
Исследуемый предмет	Длина плоскости L , см	Высота плоскости H , см	Коэффициент трения μ_0
1.			
2.			
3.			
4.			

5. Сделать вывод, как зависит коэффициент трения от вида поверхности.

Работа № 5. Преломление света в различных жидкостях

Введение

1. *Преломление света* – явление изменения направления распространения луча при прохождении его через границу двух различных сред. В качестве определяющего угла берется угол между падающим лучом и



нормалью (визуальная линия, перпендикулярная к границе двух сред).

Рассмотрим преломление света на примере:

луч падает из вакуума (среда 1) в стекло (среда 2). Тогда наш угол преломляется так, что угол β между лучом и нормалью в стекле становится меньше, чем угол α между лучом и нормалью в вакууме. Поскольку луч у нас идет из вакуума, то угол α в нашем случае является углом падения, а угол β является углом преломления.

Если луч падает из менее плотной среды (вакуум) в более плотную среду (стекло), то угол преломления меньше угла падения. Если же наоборот, то угол падения меньше угла преломления.

Отношение углов падения и преломления на границах двух сред выражается в законе преломления:

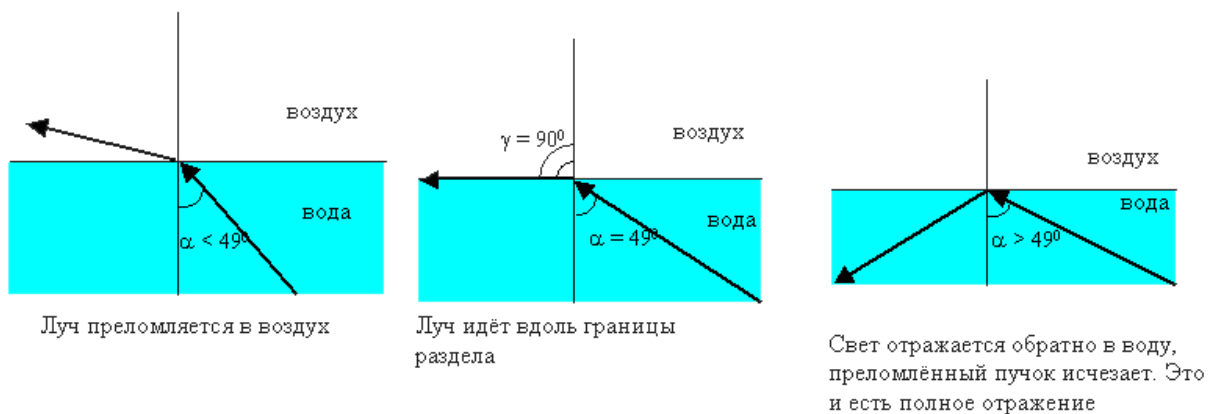
$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1} \text{ – Закон преломления. (5.1)}$$

Значения n_2 и n_1 – это показатель преломления среды 2 по отношению к среде 1. Если n_1 у нас вакуум, то показатель преломления $n_1 = 1$, и тогда формула (n) определяет у нас абсолютный показатель преломления среды, в которой луч преломляется (среда 2).

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n. \text{ (5.2)}$$

Чем сильнее отклоняется луч к нормали после преломления, тем больше n .

2. *Полное внутреннее отражение* — явление преломления луча на границе двух сред, когда луч выходит из более плотной среды в менее плотную среду под таким критическим углом, что преломленный луч проходит по границе двух сред либо преломляется в ту же среду, откуда он и вышел.



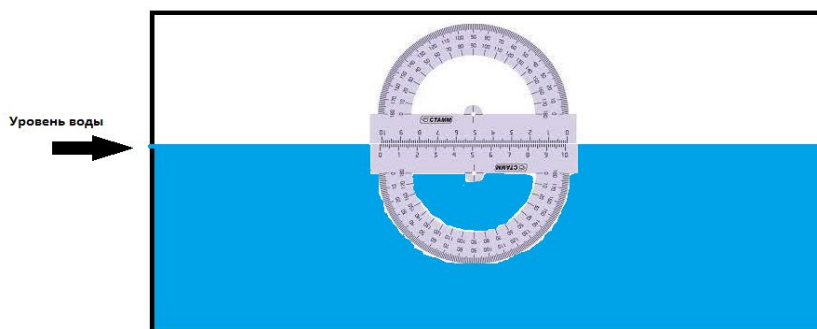
Рассмотрим на примере двух сред – воздух и вода. Вода в нашем случае более плотная среда, и тогда при вхождении луча в воздух угол преломления будет больше угла падения луча. На каком-то определенном угле падения угол преломления будет равен 90° . Если продолжать увеличивать угол падения, то луч начнет преломляться обратно в воду. Это явления и называется полным внутренним отражением. Формула определения показателя преломления методом полного внутреннего отражения имеет вид:

$$\frac{1}{\sin \gamma} = n \quad (5.3)$$

Оборудование: лазерная указка, прозрачная емкость квадратной формы, два транспортира или один круглый, скотч, вода, растительное масло, раствор сахара в воде, раствор соли в воде.

Ход работы:

- а) Налить воды в прозрачную емкость до определённого удобного уровня.
- б) По уровню воды приклеить два транспортира так, чтобы прямая часть транспортиров совпадала с уровнем воды.



в) Взять лазерную указку и направить луч из воздуха в середину транспортиров (5 см деление). Записать угол α и угол β .

г) Пустить луч лазера из воды под таким углом, чтобы выходящий луч ложился параллельно уровню воды. Замерить угол падения γ .

д) Записать результаты измерений в таблицу 5.1.

Задание № 1. Измерение показателя преломления различных жидкостей.

1. Измерить углы падения из воздуха и углы преломления воды и растительного масла, насыщенного раствора воды с сахаром, насыщенного раствора воды с солью.

2. Параллельно подобрать углы для полного внутреннего отражения. Замерить их и записать в таблицу 5.2

3. По формуле (5.2) рассчитать показатель преломления воды, растительного масла, раствора сахара в воде, раствора соли в воде. Заполнить таблицу 5.1.

4. По формуле (5.3) рассчитать показатель преломления при полном внутреннем отражении. Заполнить таблицу 5.2.

5. Сравнить показатели преломления чистых жидкостей с табличными значениями.

Таблица 5.1

Жидкость	α	β	$\sin(\alpha)$	$\sin(\beta)$	n
Вода					
Растительное масло					
Раствор сахара в воде.					
Раствор соли в воде.					

Таблица 5.2.

Жидкость	γ	$\sin(\gamma)$	n
Вода			
Растительное масло			
Раствор сахара в воде.			
Раствор соли в воде.			