

УТВЕРЖДЕНО
Заместитель председателя оргкомитета
заключительного этапа Республиканской олимпиады

_____ **К.С. Фарино**
«__» декабря 2006 года



**Республиканская физическая
олимпиада 2007 год
(III Этап)
Экспериментальный тур**

9 класс.

1. Полный комплект состоит из двух заданий, на выполнение каждого из них отводится два с половиной часа. Ознакомьтесь сразу с обеими задачами, что бы разумно спланировать свое время.

2. Ознакомьтесь с перечнем оборудования – проверьте его наличие и работоспособность. При отсутствии оборудования или сомнения в его работоспособности *немедленно* обращайтесь к представителям оргкомитета.

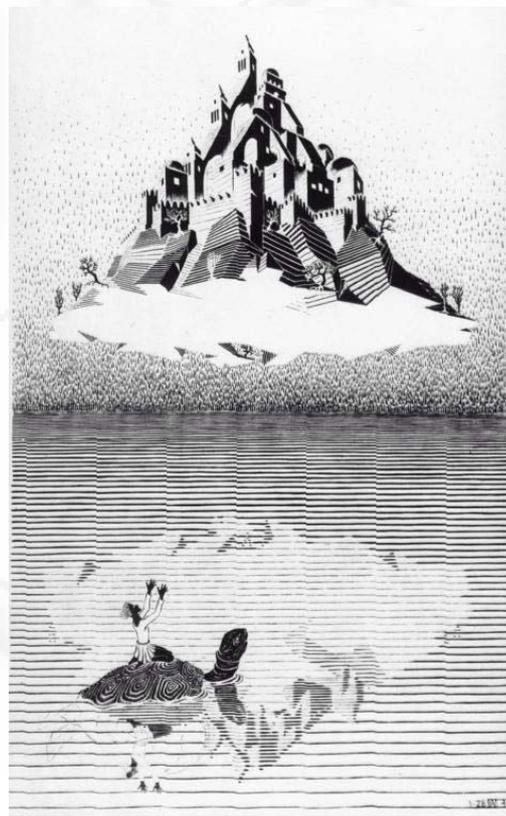
3. При оформлении работы каждую задачу и каждую ее часть начните с новой страницы. Первая половина тетради предназначена для чистовика – вторая черновика. При недостатке бумаги – обращайтесь к оргкомитету, *обеспечим!*

4. Все графики рекомендуем строить на миллиметровой бумаге, которую вложите внутрь своей тетради.

5. Подписывать тетради, отдельные страницы и графики запрещается.

6. В ходе работы можете использовать ручки, карандаши, чертежные принадлежности, калькулятор.

7. Со всеми вопросами, связанными с условиями задач (но не с их решениями), обращайтесь к представителям Жюри.



Желаем успехов в выполнении данных заданий!

Задание 1. «Очень малые сопротивления»

В данной задаче вам необходимо, используя простое школьное оборудование, измерить малые сопротивления стальной проволоки, соединительного провода, амперметра.

Если в качестве источника вам предоставлена батарейка, то подключайте ее к цепи только на время измерений. Отключайте ее от цепи с помощью ключа, когда измерения не проводятся.

Иначе батарейка может быстро разрядиться!

Приборы и оборудование:

1. Вольтметр школьный 6 В.
2. Амперметр школьный 2 А.
3. Реостат.
4. Ключ
5. Провода соединительные.
6. Линейка 40 см.
7. Источник питания ЛИП, или батарейка 4,5 В.
8. Скотч узкий (один на всех)
9. Проволока стальная без изоляции.

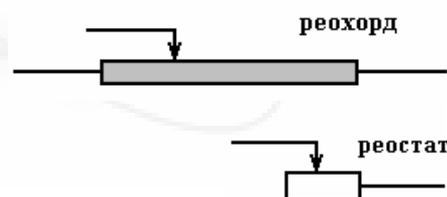


Выберите два одинаковых соединительных проводка (в наборе они должны быть отмечены). В дальнейшем амперметр и вольтметр подключайте к другим приборам только с помощью этих выделенных проводков – вам необходимо будет определить их сопротивление!

Изготовьте реохорд (если его не сделали для вас другие): натяните стальную проволоку без изоляции вдоль шкалы линейки и закрепите ее концы с помощью скотча.

Вам придется «подключаться» не только к концам проволоки, но и к ее центральной части – последнее проводите с помощью кусочка жесткой проволоочки – щупа. Для лучшего контакта хорошо прижимайте пальцами щуп к боковой поверхности проволоки при измерениях.

В дальнейшем на схемах данный реохорд обозначается как удлиненный переменный резистор:



«традиционный» реостат обозначается «традиционно»:

Часть 1. Сопротивление проволоки.

Соберите электрическую схему, показанную на рисунке 1.

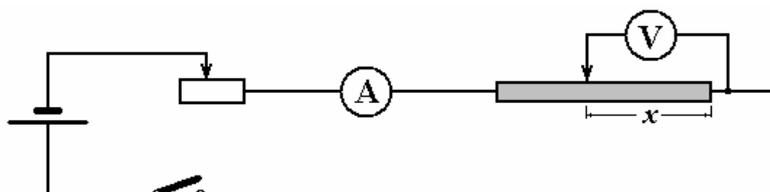


Рис. 1

1.1 Измерьте зависимость напряжения на участке проволоки (длиной x) и силы тока в цепи от длины участка x при двух положениях движка реостата.

Сила тока в цепи не должна превышать 1,3 А.

1.2 Постройте графики полученных зависимостей. Кратко объясните вид полученных зависимостей.

1.3 Используя полученные данные, определите r - сопротивление 1 мм стальной проволоки.

Часть 2. Реостат.

2.1. Используя имеющиеся приборы, установите движок реостата так, чтобы его сопротивление между выводами равнялось $R_0 = 1,3 \text{ Ом}$. Нарисуйте схему, с помощью которой вам удалось выполнить данное задание. Приведите результаты необходимых измерений.

В дальнейшем сопротивление реостата не изменяйте!

Часть 3. Амперметр и соединительные провода.

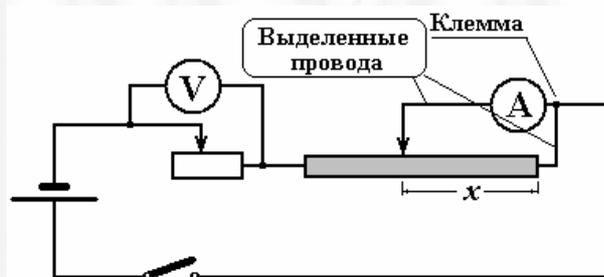


Рис. 2

3.1. Соберите схему, показанную на рис. 2.

Амперметр подключайте с помощью выделенных соединительных проводов. Один из этих проводов присоедините к концу проволоки реохорда, к концу второго подключите щуп. Провод от источника подключайте к клемме амперметра, а не к концу проволоки реохорда.

Будьте аккуратны при проведении этих измерений (как, впрочем, и остальных).

3.2 Измерьте зависимости силы тока через амперметр и напряжения на реостате от длины участка проволоки x , к которой подключен амперметр. Постройте графики этих зависимостей.

3.3 Получите теоретическую формулу, связывающую измеренные значения силы тока и напряжения с длиной участка x . В эту формулу должны входить и параметры вашей цепи: сопротивления реостата R_0 , сопротивление амперметра R_A , сопротивление единицы длины проволоки реохорда r , сопротивление выделенных соединительных проводов $R_{с.п.}$.

3.4 Используя полученные в п. 3.2 экспериментальные данные, проверьте справедливость полученной формулы. Определите сопротивление амперметра и выделенного соединительного провода.

Погрешность результатов в данном пункте оценивать не следует, так как измерения носят оценочный характер.

Задание 2. «Неупругий удар»

При столкновениях пластичных тел (например, шариков из пластилина) происходит неупругий удар – удар, при котором часть кинетической энергии шариков переходит во внутреннюю энергию. В данной задаче предлагается исследовать столкновения именно в случае неупругого удара.

Приборы и оборудование:

1. Штатив.
2. Линейка 40 см.
3. Пластилин (на одного участника один целый брусок)
4. Нитки.
5. Две скрепки.

Соберите установку, показанную на фотографии и на схеме. Линейку удобно закрепить на краю стола. Чтобы уменьшить закручивание нитей каждый шарик удобно подвешивать на двух расходящихся нитях (бифилярный подвес). Длина повеса должна быть не менее 60 см. К нижней части подвеса привяжите скрепку, к которой удобно прикреплять пластилиновые шарики. Для измерения отношения масс шариков можете использовать линейку как рычажные весы.

Рекомендация: удобно изготавливать шарики, массы которых относятся как целые числа: 1:2, 2:1, 3:4 и т.д.

Вам предстоит исследовать столкновения шариков, один из которых изначально неподвижен – желательно, чтобы после столкновения шарики двигались вместе.

Обозначим массу движущегося (ударяющего) шарика m_0 , а массу

неподвижного - m_1 , а их отношение $\frac{m_0}{m_1} = \eta$. Начальное отклонение нити от вертикали,

измеренное по линейке обозначим x_0 , а максимальное отклонение после удара - x_1 .

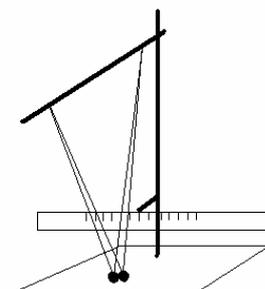
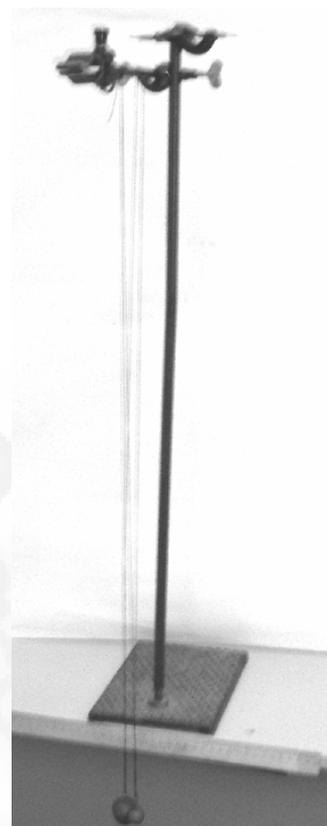
Часть 1 – Теоретическая.

1.1 Рассмотрите неупругий удар при котором один шарик массой m_1 покоится, а второй массой m_0 налетает на него со скоростью v_0 . Покажите, что скорость слипшихся шариков после удара определяется формулой

$$v_1 = \frac{m_0}{m_0 + m_1} v_0. \quad (1)$$

1.2 Покажите, что отношение количества теплоты, выделившейся при неупругом ударе, к начальной кинетической энергии шарика определяется формулой

$$\frac{Q}{E_0} = \frac{m_1}{m_1 + m_0}. \quad (2)$$



1.3 Проанализируйте движение шариков в вашей установке. Покажите, что при малых углах отклонения (а в данной задаче их можно считать малыми, если длина подвеса значительно превышает величины отклонений) потенциальная энергия шарика пропорциональна квадрату отклонения нити x и массе шарика m

$$U = Amx^2, \quad (1)$$

где A - постоянный коэффициент, зависящий только от геометрических параметров установки;

а скорость шарика в нижней точке пропорциональна максимальному отклонению

$$v_0 = Bx, \quad (2)$$

где B - постоянный коэффициент, зависящий только от геометрических параметров установки.

Часть 2. Отношение скоростей.

2.1 Измерьте зависимости отклонения слипшихся шариков после удара x_1 от начального отклонения ударяющего шарика при отношении их масс равных $\frac{m_0}{m_1} = 1$ и $\frac{m_0}{m_1} = 2$.

Постройте графики полученных зависимостей.

2.2 На основании полученных экспериментальных данных проверьте, можно ли считать, что отношение скорости шариков после удара к скорости ударяющего шарика является постоянной величиной. Проверьте выполнимость формулы (1) в вашем случае.

Часть 3. Потери энергии.

3.1 Измерьте зависимость отношения скорости шариков после удара к скорости шарика до удара при неизменном начальном отклонении x_0 . Постройте график этой зависимости.

3.2 Постройте график зависимости относительных потерь механической энергии при неупругом ударе $\delta = \frac{Q}{E_0}$ от отношения масс шариков. $\frac{m_0}{m_1} = \eta$.

3.3 Сравните полученные графики с теоретическими зависимостями. Объясните полученные результаты.

При необходимости внесите корректировки и поправки в ваши расчеты.

УТВЕРЖДЕНО
Заместитель председателя оргкомитета
заключительного этапа Республиканской олимпиады

_____ **К.С. Фарино**

« ___ » декабря 2006 года



**Республиканская физическая
олимпиада 2007 год
(III Этап)
Экспериментальный тур**

10 класс.

1. Полный комплект состоит из двух заданий, на выполнение каждого из них отводится два с половиной часа. Ознакомьтесь сразу с обеими задачами, что бы разумно спланировать свое время.

2. Ознакомьтесь с перечнем оборудования – проверьте его наличие и работоспособность. При отсутствии оборудования или сомнении в его работоспособности *немедленно* обращайтесь к представителям оргкомитета.

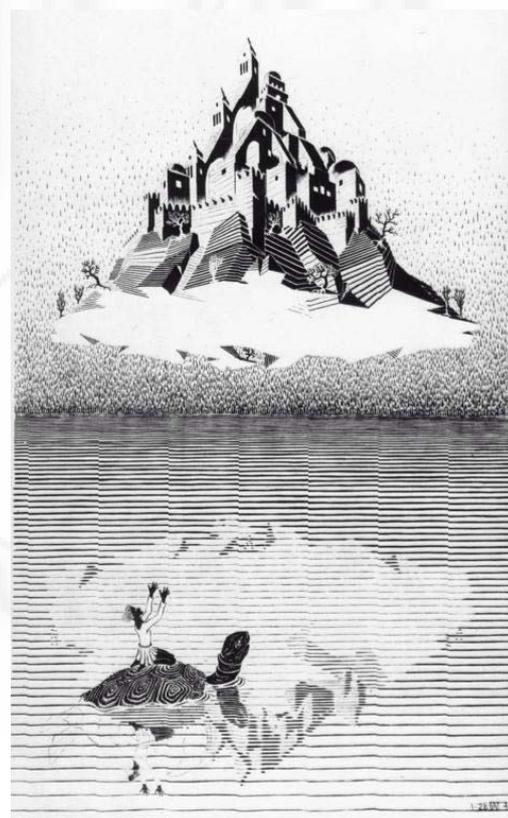
3. При оформлении работы каждую задачу и каждую ее часть начните с новой страницы. Первая половина тетради предназначена для чистовика – вторая черновика. При недостатке бумаги – обращайтесь к оргкомитету, *обеспечим!*

4.. Все графики рекомендуем строить на миллиметровой бумаге, которую вложите внутрь своей тетради.

5. Подписывать тетради, отдельные страницы и графики запрещается.

6. В ходе работы можете использовать ручки, карандаши, чертежные принадлежности, калькулятор.

7. Со всеми вопросами, связанными с условиями задач (но не с их решениями), обращайтесь к представителям Жюри.



Желаем успехов в выполнении данных заданий!

Задание 1. «Лед и воздух»

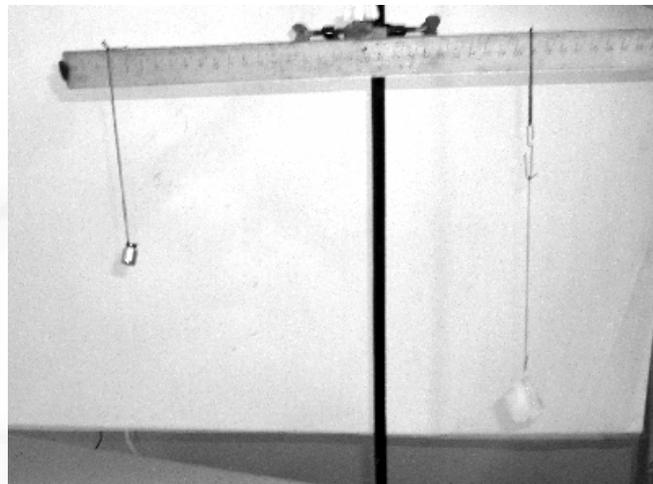
Внимание: время проведения измерений – около одного часа!

Планируйте свою работу!

Прочитайте все условия задания и продумайте методику проведения измерений – на повторные измерения может не хватить времени!

Приборы и оборудование:

1. Штатив с лапкой.
2. Линейка 40 см с отверстием.
3. Иголочка или гвоздик.
4. 2 кусочка льда
5. Часы с секундной стрелкой.
6. Весы с разновесами
7. Грузик
8. Кусочек пластилина.
9. Нитки
10. Стакан

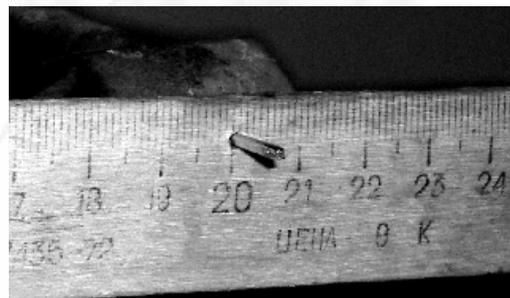


Соберите экспериментальную установку, показанную на фотографии.

Линейку с отверстием следует использовать как коромысло рычажных весов.

Если ваша линейка без отверстия – то сделайте его самостоятельно, на равных расстояниях от концов линейки, ближе к оцифрованному краю линейки.

(Подумайте на досуге, почему именно так!)



В качестве оси используйте иголочку или гвоздик, который закрепите горизонтально в лапке штатива. Используя кусочек пластилина, уравновесьте весы.

К одному из концов линейки привяжите кусочек льда. С другого края с помощью петли, которая может передвигаться по линейке, прикрепите грузик.

1. Измерьте массу предоставленного Вам грузика.

Подвешенный кусочек льда будет медленно таять, при этом с него время от времени срываются капли. Капли должны попадать в стакан, а не на вашу тетрадь!

2. Наблюдая за плавлением льда, зафиксируйте (запишите!) моменты времени отрыва каждой капли. Постройте график этой зависимости, качественно объясните ее.

3. Исследуйте зависимость массы льда от времени. *(Измерять массу льда после отрыва каждой капли очень трудно – и не обязательно!).*

4. Постройте график зависимости массы льда от числа упавших капель. Определите среднюю массу капли.

На основании ваших экспериментальных данных установите, можно ли считать размер капель постоянным, или он зависит от размера кусочка тающего льда.

5. Постройте зависимость времени образования капли τ от массы кусочка льда m . Предположим, что эта зависимость на отдельных временных участках имеет вид

$$\tau = C m^\gamma,$$

где C, γ - постоянные величины.

Предложите теоретическую модель, в рамках которой определите показатель степени γ .

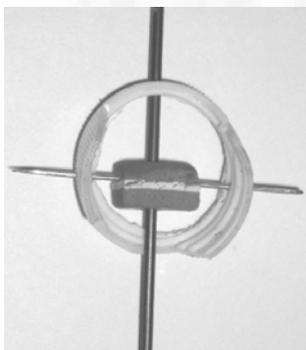
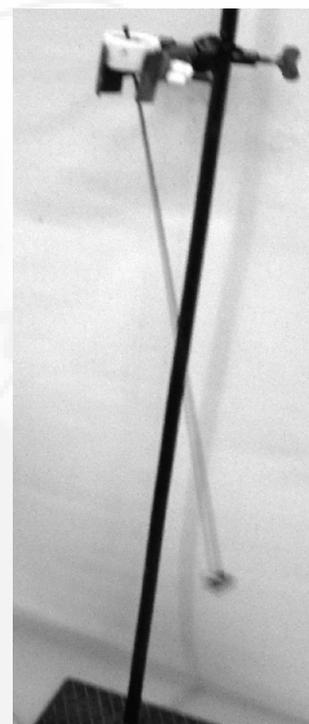
Проверьте соответствие вашей модели полученным экспериментальным данным.

Задание 2. «Колебания стержня»

Всякая неизвестная функция линейна, если она не парабола

Приборы и оборудование:

1. Штатив с лапкой.
2. Секундомер.
3. Спица вязальная
4. Ластик
5. Иголочка
6. Линейка
7. Пробка пластиковая от пластиковой бутылки.

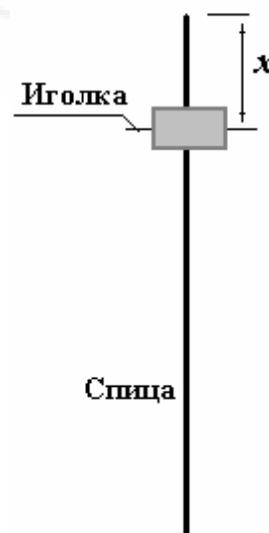


Изготовьте подвес для спицы, как показано на фотографии и закрепите его в штативе. Используйте иглу как ось вращения спицы: для этого насадите на спицу кусочек ластика, а затем перпендикулярно спице воткните иглочку, потом концы иглочки должны пройти через боковые стенки пробки. Спица должна легко колебаться вокруг оси. В ходе измерений вам необходимо изменять

положение оси относительно спицы – для этого спицу следует сдвигать относительно оси, двигая ластик с иглочкой по спице.

Обозначим длину спицы L (надеюсь, вы сумеете ее измерить), а длину ее верхней части (над иглочкой) - x . Период колебаний такого маятника (если спица однородная) определяется формулой

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{\frac{L^2}{12} + \left(\frac{L}{2} - x\right)^2}{g\left(\frac{L}{2} - x\right)}}. \quad (1)$$



Вам предстоит проверить выполнимость этой формулы.

1. Исследуйте зависимость периода колебаний получившегося физического маятника от длины верхней части спицы. Постройте график полученной зависимости. Проверьте выполнимость формулы (1) в вашем случае.

2. Определите с максимально возможной точностью минимальный период колебаний полученного маятника.

3. Определите значение ускорения свободного падения.

Если к нижнему концу спицы прикрепить небольшой груз массы m (половинку ластика), то период колебаний такого маятника будет определяться формулой

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{M \frac{L^2}{12} + M \left(\frac{L}{2} - x\right)^2 + m(L-x)^2}{(M+m)g \left(\frac{ML + 2mL}{2(M+m)} - x\right)}}. \quad (2)$$

4. Выполните задание пункта 1. для этого маятника.

5. Определите отношение массы половинки ластика к массе спицы.

УТВЕРЖДЕНО
Заместитель председателя оргкомитета
заключительного этапа Республиканской олимпиады

_____ **К.С. Фарино**

«__» декабря 2006 года



**Республиканская физическая
олимпиада 2007 год
(III Этап)
Экспериментальный тур**

11 класс.

1. Полный комплект состоит из двух заданий, на выполнение каждого из них отводится два с половиной часа. Ознакомьтесь сразу с обеими задачами, что бы разумно спланировать свое время.

2. Ознакомьтесь с перечнем оборудования – проверьте его наличие и работоспособность. При отсутствии оборудования или сомнении в его работоспособности *немедленно* обращайтесь к представителям оргкомитета.

3. При оформлении работы каждую задачу и каждую ее часть начните с новой страницы. Первая половина тетради предназначена для чистовика – вторая черновика. При недостатке бумаги – обращайтесь к оргкомитету, *обеспечим!*

4. Все графики рекомендуем строить на миллиметровой бумаге, которую вложите внутрь своей тетради.

5. Подписывать тетради, отдельные страницы и графики запрещается.

6. В ходе работы можете использовать ручки, карандаши, чертежные принадлежности, калькулятор.

7. Со всеми вопросами, связанными с условиями задач (но не с их решениями), обращайтесь к представителям Жюри.

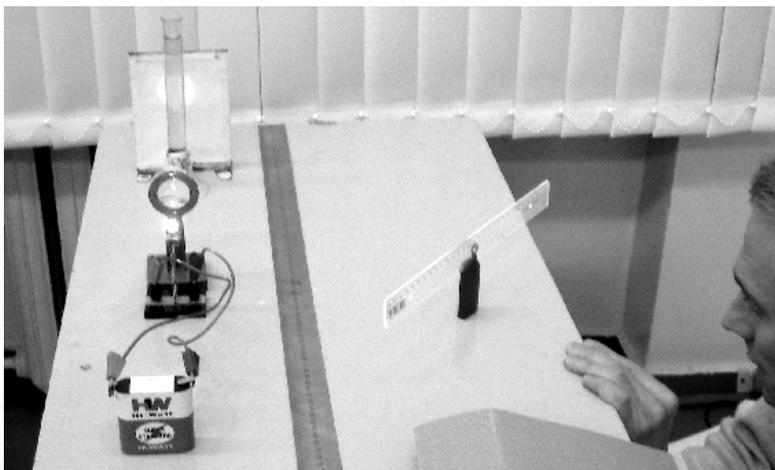


Желаем успехов в выполнении данных заданий!

Задание 1 «Радуга»

Приборы и оборудование:

1. Лампочка на подставке с питанием (батарейка, или ЛИП)
2. Линза собирающая
3. Экран
4. Линейка пластмассовая – **прозрачная (!!!)**
5. Лист белой бумаги накрыть стол, на нем можно рисовать.
6. Пробирка на подставке.
7. Рулетка или мерная лента
8. Гель для мытья посуды
9. Кусок пластилина (как крепежный материал).

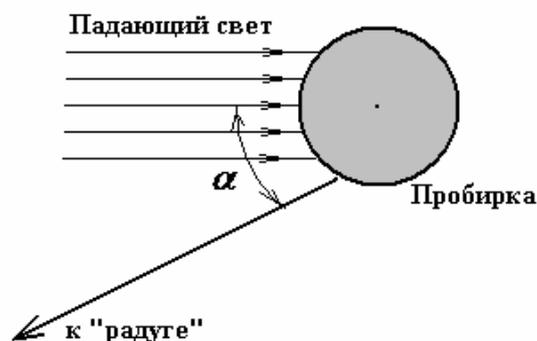


Задания.

1. Измерьте фокусное расстояние представленной вам линзы.
2. Определите показатель преломления воды (\bar{n} - средний для всех волн видимого диапазона).
Методику определения этой величины разработайте самостоятельно. Не забудьте ее описать в своей работе.

3. В направлении, образующем угол около $\alpha \approx 40^\circ$ к первоначальному направлению распространения света образуется достаточно яркая цветная полоса (это и есть радуга). Измерьте с максимальной точностью этот угол. Нарисуйте ход лучей, образующих эту радугу. Докажите экспериментально справедливость вашего объяснения этой цветной полосы.

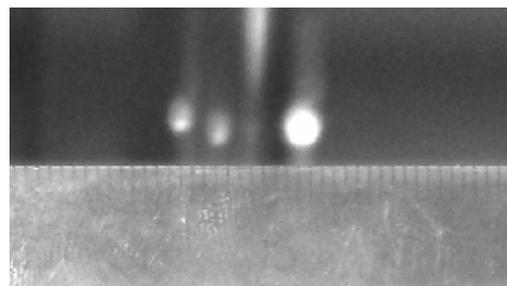
Не забудьте кратко (достаточно полстраницы) описать свои наблюдения и измерения.



После того, как вы нашли «радугу» экране, расположите на месте экрана свой глаз. При этом вблизи края пробирки вы увидите яркий цветной блик. Этот блик можно видеть и с большого расстояния. Для того, чтобы его видеть нужно также подбирать и высоту, на которой расположен ваш глаз.

Между пробиркой и местом расположения глаза расположите горизонтально прозрачную линейку, так чтобы блик был виден на фоне шкалы линейки (или чуть выше).

Помните – в оптических измерениях основное – юстировка!



Угол α , определяющий направление максимальной яркости (блика) зависит от показателя преломления. При малых изменениях показателя преломления на величину Δn этот угол изменяется на малую величину

$$\delta\alpha = -2 \frac{\Delta n}{\bar{n}} \sqrt{\frac{4 - \bar{n}^2}{\bar{n}^2 - 1}}.$$

Эту формулу выводить не надо!

4. Оцените в каких пределах изменяется показатель преломления воды при изменении длины волны света в пределах видимого диапазона.

5. Добавляя в воду гель, исследуйте зависимость показателя преломления раствора от концентрации геля. Постройте график этой зависимости.

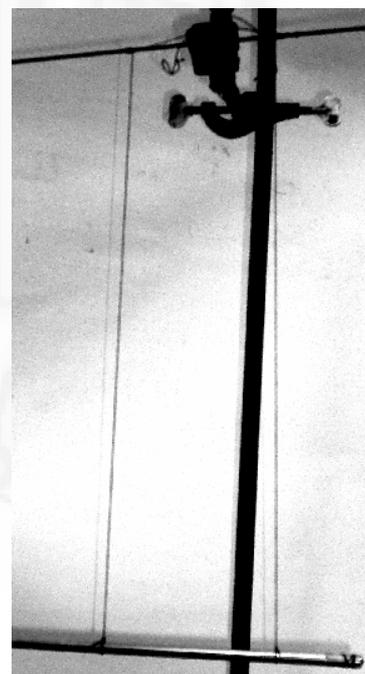
Задание 2. «Кручение и верчение»

Добрый совет: не пытайтесь построить строгую теоретическую модель – помните сегодня Вы «чистый» экспериментатор!

Движение тела не всегда бывает равномерным или равноускоренным. Однако эти упрощающие модели часто используются для описания реальных законов движения. В данной работе вам предстоит экспериментально исследовать один из таких законов, проанализировать возможность применения знакомых вам моделей и, наконец, попытаться установить эмпирический (опытный) закон движения.

Приборы и оборудование:

1. Штатив с лапкой.
2. Линейка 40 см.
3. Секундомер
4. Нитки
5. Тяжелый металлический стержень.
6. Металлический стержень.



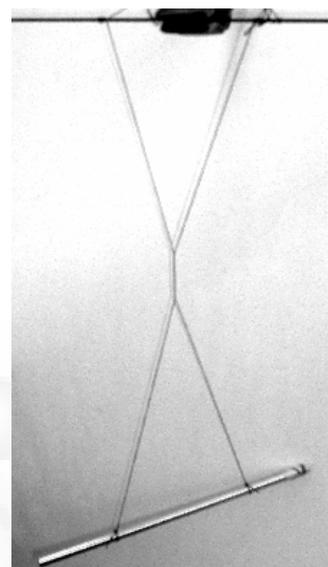
Подвесьте тяжелый стержень на двух параллельных нитях. Верхние концы нитей прикрепите ко второму стержню. Длины нитей должны быть примерно равны 30-40 см, расстояние между ними около 15 см. **Не забудьте указать точные численные значения этих величин в своей работе.**

Вам необходимо исследовать процесс раскручивания стержня, для этого первоначально его надо закрутить (при этом нити, естественно, окажутся перекрученными). Все измерения по изучению раскручивания следует начинать с нулевой скорости вращения.

При закручивании стержня (перекручивания нитей) стремитесь, чтобы нити все время оставались натянутыми. Проще всего этого добиться, если подвешенный стержень просто толкнуть, при необходимости подталкивая его (не забывая при этом подсчитывать число оборотов).

Обозначим начальное число оборотов сделанное стержнем - N_0 .

При описании движения стержня в качестве его координаты следует использовать n - число оборотов, которое сделал стержень, при его движении от верхнего положения (когда нити максимально перекручены). Естественно, что это число может быть дробным.



1. Закон движения.

1.1. Исследуйте закон движения стержня при фиксированном числе оборотов начальной закрутки стержня N_0 (эта величина должна быть примерно равна 60-70 оборотам). Для этого измерьте зависимость времени раскручивания t_n от числа сделанных оборотов n .

1.2 Постройте график закона движения стержня $n(t)$.

1.3 На основании полученных данных определите, можно ли считать вращение стержня равномерным

а) на всем интервале движения;

б) на промежутке времени, когда число сделанных стержнем оборотов изменяется от 10 до 50 ($n \in (10 \div 50)$);

1.4 Допустим, что во втором интервале ($n \in (10 \div 50)$) используется модель равномерного движения, со скоростью равной средней скорости реального движения стержня. Чему равна максимальная ошибка такого приближения?

1.5 Допустим, что закон движения стержня может быть приближенно представлен в виде

$$n = Ct^\gamma$$

где C, γ - постоянные величины. При каком значении параметра γ эта формула наиболее точно описывает реальный закон движения?

2. Время раскрутки.

2.1. Исследуйте зависимость времени полного раскручивания стержня τ (от начального положения, до нижней точки, в которой нити вертикальны) от начального числа оборотов закрутки N_0 .

2.2. Постройте график полученной зависимости $\tau(N_0)$.

2.3 Проведите анализ полученной зависимости, сравнив ее с результатами, полученными в первой части данной работы