

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель председателя оргкомитета заключительного этапа
Республиканской олимпиады Заместитель Министра образования

_____ Р.С. Сидоренко

«___» декабря 2016 г.



Республиканская физическая олимпиада 2017 год (III этап)

Экспериментальный тур

9 класс.

1. Полный комплект состоит из двух заданий, на выполнение каждого отводится два с половиной часа. Сдавать работу следует после выполнения обоих заданий. Задания могут быть не равноценными, поэтому ознакомьтесь с условиями обеих задач.

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 для черновика.

4. Все графики рекомендуем строить на листе миллиметровой бумаги, выданном для выполнения каждого задания. Обязательно пронумеруйте и подпишите все построенные графики. Листы миллиметровой бумаги вложите в свою тетрадь.

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. Взвешивание ... площади!

Есть много замечательных геометрических фигур! Изучение их свойств требует хорошего знания математических методов, например, интегрирования, дифференцирования и т.д. Но некоторые геометрические характеристики можно изучать физическими методами.

В данной работе вам с помощью законов физики предстоит изучить свойства эллипсов.

По определению: эллипс есть геометрическое место точек, для которых сумма расстояний $(r_1 + r_2)$ до двух фиксированных точек F_1, F_2 (фокусов эллипса) постоянна.

В декартовой системе координат уравнение эллипса имеет вид

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1 \quad (1)$$

Параметры a и b называются полуосями эллипса. При $a = b$ эллипс превращается в окружность.

Это уравнение Вам может понадобиться только в том случае, если вместо измерений Вы захотите немного «поинтегрировать» (не оценивается).

Приборы и оборудование: лист картона, две канцелярских кнопки, ножницы, штатив, нить, две гайки.

Часть 1. Инженерная

Вам необходимо самостоятельно подготовить семейство полуэллипсов из выданного вам листа картона.

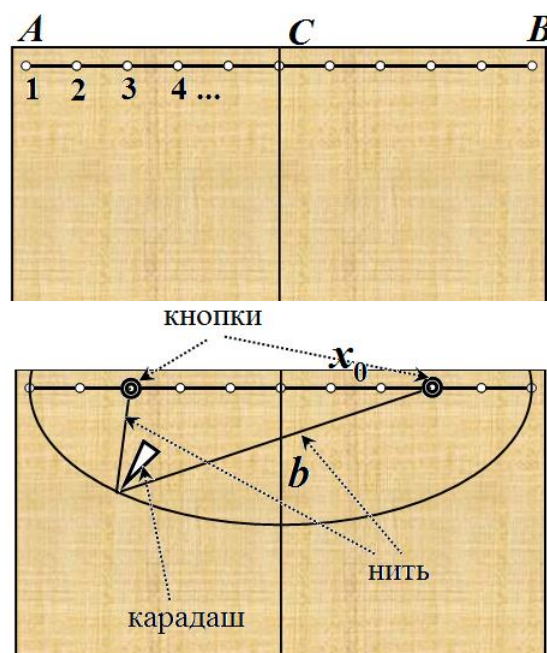
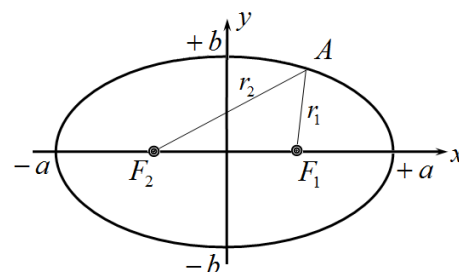
Прежде чем начать его кроить – продумайте последовательность ваших действий!

Разметка.

Вдоль длинной стороны листа вблизи его края проведите прямую линию AB , через ее середину проведите к ней перпендикуляр CD . На равных расстояниях (примерно 1 см) симметрично относительно центра проделайте кнопкой ряд небольших отверстий 1,2,3,4.....

К остриям кнопок привяжите кусок нити. Ее длина должна быть в точности равна расстоянию между крайними отверстиями на прямой AB . Вставьте кнопки симметрично в отверстия. Натяните нить острием карандаша (или ручки) и, все время удерживая нить натянутой проведите линию на листе картона. Если Вы ничего не напутали. То получившаяся линия и будет половиной эллипса.

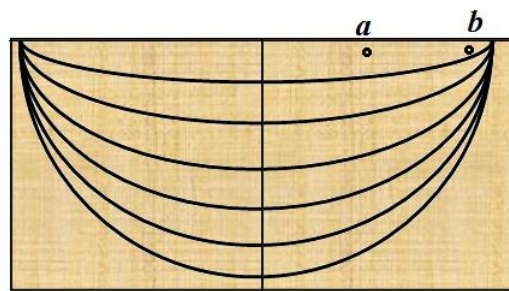
Постройте таким способом несколько (6-7) различных эллипсов. Для каждого из них измерьте величину полуоси b (полуось a при этом остается неизменной).



- 1.1 Постройте график зависимости длина полуоси b от положения кнопки x_0 (расстояния от центра до фокуса эллипса)
- 1.2 Предложите теоретическую формулу для полученной зависимости.

В результате построений ваш лист картона должен выглядеть приблизительно так, как показано на следующем рисунке.

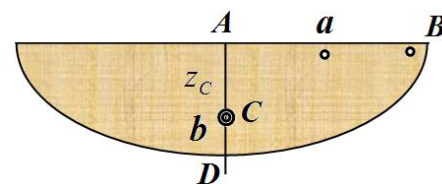
Проделайте в нем два отверстия a, b . За отверстие a вы будете подвешивать вырезанные эллипсы, а к отверстию b подвешивать дополнительный груз.



Далее последовательно вырезайте из картона исследуемые эллипсы, подумайте в каком порядке проводить измерения!

Часть 2 Измерительная.

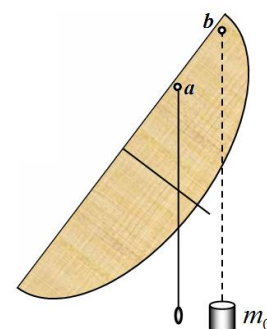
Вам необходимо исследовать зависимость положения центра масс полуэллипса C (расстояния от $z_C = |AC|$ от центра эллипса до центра масс полуэллипса) его площади от величины полуоси b .



Для проведения таких измерений Вам предлагается следующая методика.

Подвесьте вырезанную фигуру на иголке, закрепленной в штативе, через отверстие a . К иголке привяжите отвес. Затем подвесьте груз (гайку) на нити, проходящей через отверстие b .

Этих двух экспериментов достаточно, чтобы определить положение центра масс полуэллипса и отношения его массы к массе груза m/m_0 .



- 2.1 Укажите какие величины Вам необходимо измерить, чтобы получить значения расстояния z_C и отношения масс m/m_0 . Приведите формулы по которым Вы будете находить эти величины.
- 2.2 Проведите необходимые измерения для определения величин z_C и m/m_0 для всех вырезанных Вами полуэллипсов.
- 2.3 Постройте график зависимости z_C от величины полуоси b . Предложите формулу, описывающую полученную зависимость, найдите ее параметры.
- 2.4 На основании полученных вами экспериментальных данных найдите отношение $\frac{z_C}{R}$ Для полукруга радиуса R (даже в том случае, когда среди ваших фигур полукруга нет).
- 2.5 Постройте график зависимости отношения масс m/m_0 от длины полуоси b .
- 2.6 На основании полученных экспериментальных данных предложите точную формулу для площади эллипса.

Задание 2. ВАХ – какие графики!

Приборы и оборудование: источник питания 4,5 В, мультиметр, реостат 6 Ом, лампочка от новогодней гирлянды, ключ, резистор с неизвестным сопротивлением, резистор 1,0 Ом соединительные провода.

Предупреждение! Если в качестве источника Вы используете батарейку, то помните, что она разряжается, особенно при больших силах тока. Поэтому подключайте цепь к источнику только во время проведения измерений, для этого вам выдан электрический ключ!

Вам необходимо провести измерения в максимально возможном диапазоне напряжений. Мультиметр хорошо работает только в режиме измерения напряжения. Используйте резистор известного сопротивления для измерения силы тока в цепи.

Не забудьте нарисовать электрические схемы, использованные вами при проведении измерений и использованные Вами расчетные формулы.

1.1 Исследуйте зависимость силы тока резистор неизвестного сопротивления от напряжения на нем. Постройте вольтамперную характеристику резистора (зависимость силы тока через резистор от напряжения на нем). Определите сопротивление резистора, оцените погрешность измеренного значения.

1.2 Исследуйте зависимость силы тока через лампочку от напряжения на ней. Постройте вольтамперную характеристику лампочки. Объясните качественно вид полученной зависимости. *Достаточно двух предложений.*

1.4 Используя результаты, полученные в п. 1.1 и 1.2 постройте график зависимости силы тока от напряжения для параллельно соединенных резистора и лампочки. Исследуйте экспериментально и постройте экспериментальный график вольтамперной характеристики этой пары. Сравните результаты теоретических расчетов и ваших измерений.

1.5 Используя результаты, полученные в п. 1.1 и 1.2 постройте график зависимости силы тока от напряжения для последовательно соединенных резистора и лампочки. Исследуйте экспериментально и постройте экспериментальный график вольтамперной характеристики этой пары. Сравните результаты теоретических расчетов и ваших измерений.

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель председателя оргкомитета заключительного этапа
Республиканской олимпиады Заместитель Министра образования

_____ Р.С. Сидоренко

«___» декабря 2016 г.



Республиканская физическая олимпиада 2017 год (III этап)

Экспериментальный тур

10 класс.

1. Полный комплект состоит из двух заданий, на выполнение каждого отводится два с половиной часа. Сдавать работу следует после выполнения обоих заданий. Задания могут быть не равноценными, поэтому ознакомьтесь с условиями обеих задач.

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 для черновика.

4. Все графики рекомендуем строить на листе миллиметровой бумаги, выданном для выполнения каждого задания. Обязательно пронумеруйте и подпишите все построенные графики. Листы миллиметровой бумаги вложите в свою тетрадь.

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 10-1. Тянем-потянем...

Оборудование: два одинаковых деревянных бруска, соединённых скотчем и прикреплённой нитью к одному из брусков, штатив с лапкой, грузы 100г (6 шт.), груз 50г(1 шт.), два динамометра (2,5Н и 5,0Н), гвоздь финишный, мерная лента, линейка деревянная (40 см), половина листа бумаги А2 разрезанного вдоль, скотч (ширина 2см), ножницы.

Указания по использованию оборудования: лист бумаги не резать, он Вам нужен целым, по бумаге будете перемещать бруски, бумагу к столешнице не крепить, возможно, вам её придётся передвигать, мерную ленту нужно будет прикрепить скотчем к столешнице и разложить по бумаге, для определения массы тел пользуйтесь динамометрами.

Соберите установку как показано на рисунке 2. Под бруски положите лист бумаги. Тяните за нить, переброшенную через гвоздь, так, чтобы бруски двигались равномерно. В некоторый момент правый брусок

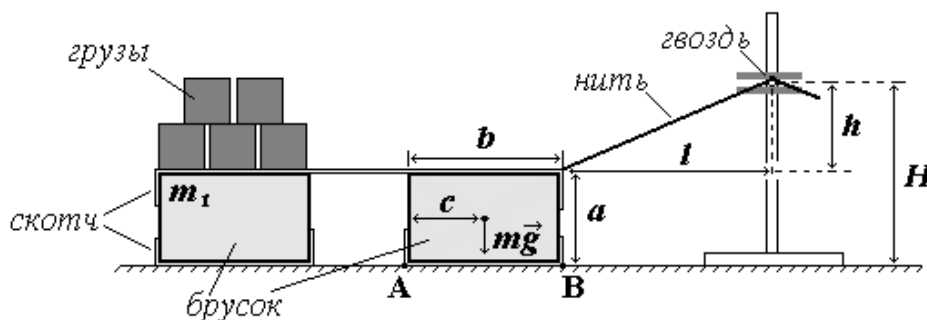


Рисунок 2.

оторвётся от горизонтальной поверхности и будет продолжать движение опираясь на неё только ребром (точка А на рис.2). Пронаблюдайте, как будет изменяться расстояние l в зависимости от количества грузов на левом бруске.

В данной задаче Вам предстоит исследовать зависимость отрыва от массы грузов на втором бруске. Эту зависимость удобно представить в виде $m_1(l)$, где l расстояние, на котором произошел отрыв, m_1 - масса второго бруска с грузами.

При некотором количестве грузов на левом бруске наблюдается явление «соскальзывания» правого бруска в первый момент отрыва его от поверхности, после чего брусок продолжает движение, соприкасаясь с листом бумаги всей нижней гранью, затем в некоторый момент опять происходит отрыв правого бруска. Расстояние l измеряйте при первом отрыве правого бруска от поверхности.

Можно показать, что теоретическая зависимость $m_1(l)$ имеет вид:

$$m_1 = \frac{m(c-b)}{(b+\mu a)} + \frac{m(c+\mu a)}{\mu h(b+\mu a)} l \quad (1)$$

где μ - коэффициент трения брусков о бумагу, геометрические параметры указаны на рис. 2.

1. Измерьте длины отрезков a , b , H . Вычислите длину отрезка h . Измерьте массы брусков: m – масса правого бруска и m_{01} – масса левого бруска без грузов.
2. Исследуйте зависимость $m_1(l)$ экспериментально.
3. Используя результаты эксперимента, вычислите длину отрезка c (см. рис. 2) и коэффициент трения μ между брусками и листом бумаги. Погрешности в данном пункте вычислять не требуется.

4. Определите коэффициент трения μ между брусками и листом бумаги другим известным Вам методом. Используйте метод, который позволяет получить результат с наименьшей погрешностью. (Не забудьте кратко описать (3-4 строчки) суть используемого Вами метода). Вычислите относительную и абсолютную погрешность измерения коэффициента трения μ при использованном Вами методе. **Внимание:** бруски не рассоединять, определяйте коэффициент трения, используя два бруска одновременно.

Задание 10 - 2. Преломление и пропускание.

Приборы и оборудование: Пластинка стеклянная 5x5 см, толщина 6 мм; Пластинка из оргстекла 5x5 см, толщина 4 мм, бумага фильтровальная, красный лазер, штатив, линейка, миллиметровая бумага для измерений, вода.

Часть 1. Познакомимся с законом преломления.

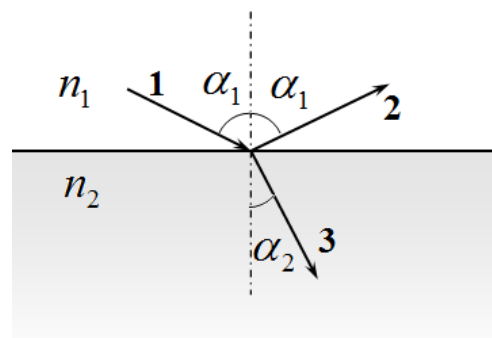
Если луч света 1 падает на границу раздела двух различных веществ, то возникают отраженный (2) и преломленный (3) лучи.

Для этих лучей справедливы законы геометрической оптики:

- Лучи падающий, отраженный, преломленный и нормаль к поверхности в точке падения лежат в одной плоскости;

- угол отражения равен углу падения;

- угол преломления и угол падения связаны соотношением (закон Снелиуса):



$$n_1 \sin \alpha_1 = n_2 \sin \alpha_2, \quad (1)$$

Где n_1, n_2 - показатели преломления сред (основная оптическая характеристика материалов).

Для воздуха показатель преломления можно считать равным $n = 1$.

Все углы отсчитываются от нормали (перпендикуляра) к границе раздела.

1.1 На отдельном Бланке 1 изображены три луча, падающие из воздуха на стекло (показатель преломления которого $n_1 = 1,5$). Постройте (точно) отраженные и преломленный лучи, возникающие от каждого из падающих лучей. Пронумеруйте эти лучи в соответствии с нумерацией падающих лучей.

1.2 На отдельном Бланке 2 изображены три луча, падающие из стекла (показатель преломления которого $n_1 = 1,5$) в воздух. Постройте (точно) отраженные и преломленный лучи, возникающие от каждого из падающих лучей. Пронумеруйте эти лучи в соответствии с нумерацией падающих лучей.

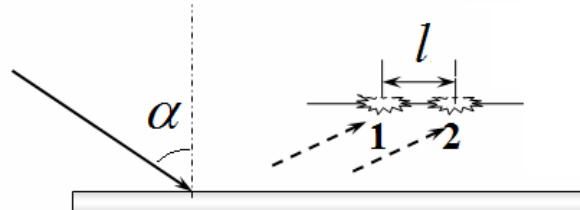
1.3 При каком максимальном угле падения из стекла в воздух будет возникать преломленный луч?

Построения проводите на выданных бланках!

Часть 2. Два отражения

Во всех измерениях закрепляйте лазер в лапке штатива!

Направьте луч лазера на одну из горизонтально расположенной пластинок ящика по некоторым углом α . Если на некотором расстоянии от пластинки расположить листок бумаги (миллиметровку) параллельно пластинке, то нем можно увидеть два ярких пятна (лучше смотреть на бумажку сверху).



Измерения следует проводить для обеих пластинок!

2.1 Определите, изменяется ли расстояние между пятнами l при изменении расстояния от ящика до листа бумаги.

2.2 Изобразите ход лучей через ящик и вне его, объясняющий возникновение 2 пятен на листе бумаги.

2.3 Получите формулу, описывающую зависимость расстояния между пятнами l от угла падения.

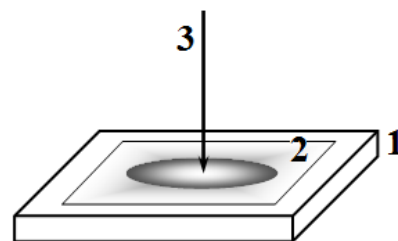
2.4 Измерьте расстояние между пятнами l при максимально возможном угле падения α (укажите как вы измеряли угол α).

2.5 Рассчитайте показатель преломления пластинки.

Часть 3. Темное пятно.

Намочите фильтровальную бумажку 2 и прикрепите ее к пластинке 1. Плотнo прижмите ее пальцами к стеклу – между бумажкой и стеклом не должно быть воздуха! Нижняя сторона пластинки должна находиться в воздухе!

Направьте луч лазера 3 на пластику вертикально. При этом на бумажке можно увидеть темное круглое пятно.



3.1 Измерьте диаметр темного пятна.

3.2 Проведите аналогичное измерение для пластинки 2.

3.3 Изобразите ход лучей в стекле после их рассеяния во все стороны на бумажке. Качественно объясните возникновение темного пятна на бумажке.

3.4 Покажите, что радиус этого пятна определяется по формуле

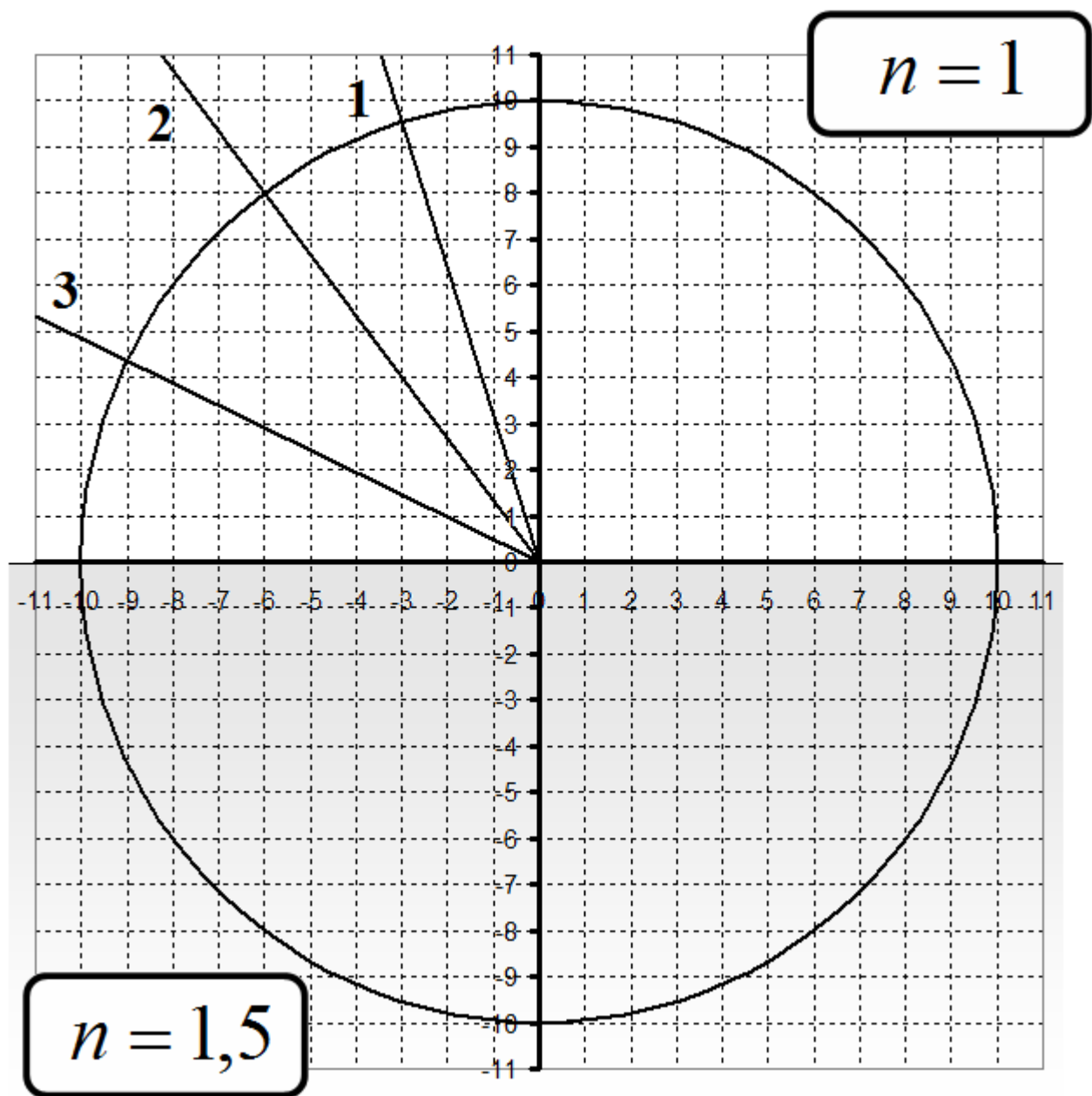
$$R = \frac{2h}{\sqrt{n^2 - 1}}, \quad (2)$$

Где h - толщина пластинки, n - ее показатель преломления.

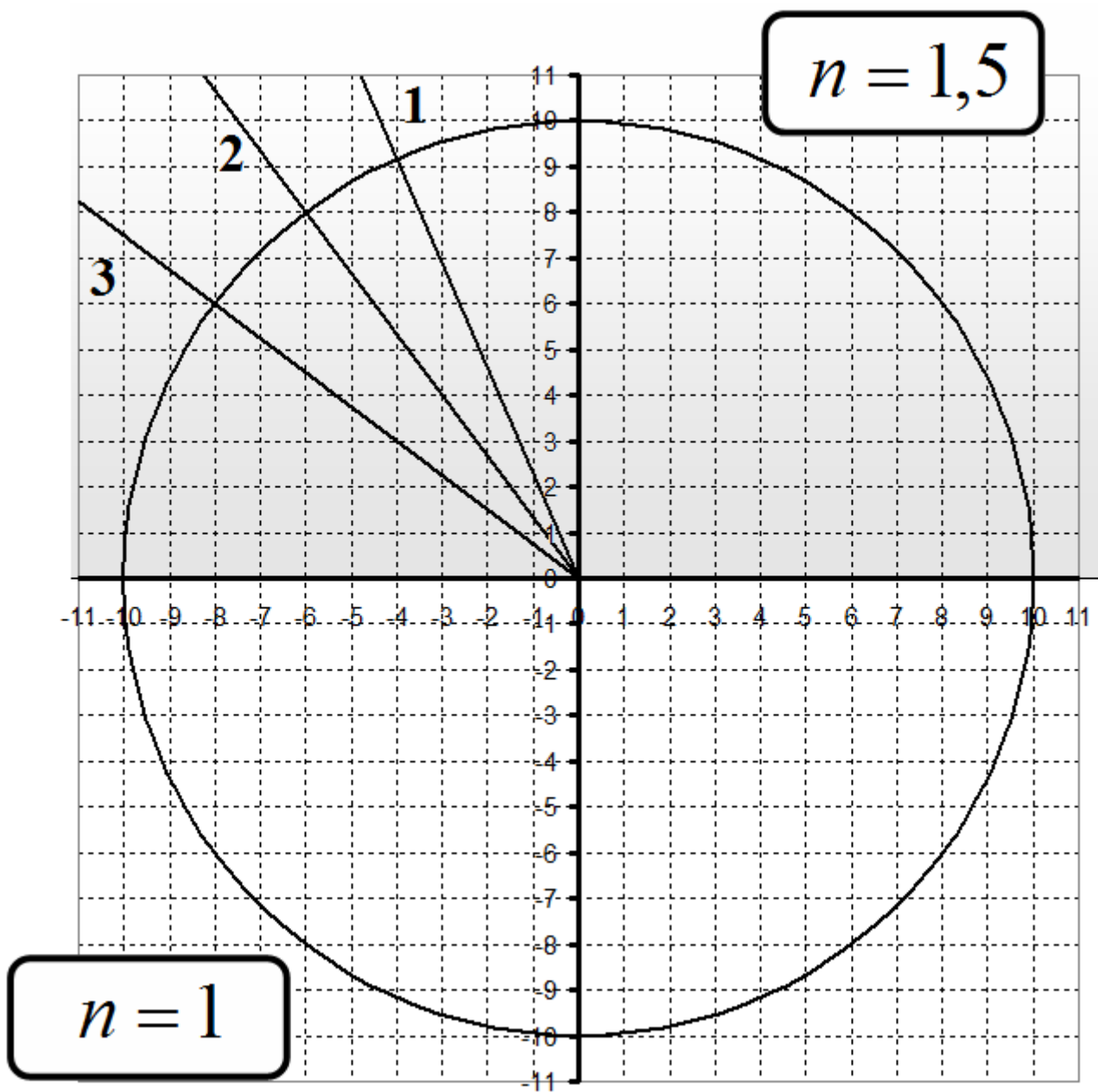
3.6 Используя результаты измерений и формулу (2) определите показатели преломления обеих пластинок.

3.7 Укажите какой из методов определения показателя преломления точнее.

Бланк 1 «Из воздуха в стекло»



Бланк 2 «Из стекла в воздух»



УТВЕРЖДАЮ

Заместитель председателя оргкомитета заключительного этапа
Республиканской олимпиады Заместитель Министра образования

_____ Р.С. Сидоренко

«___» декабря 2016 г.



Республиканская физическая олимпиада 2017 год (III этап)

Экспериментальный тур

11 класс.

1. Полный комплект состоит из двух заданий, на выполнение каждого отводится два с половиной часа. Сдавать работу следует после выполнения обоих заданий. Задания могут быть не равноценными, поэтому ознакомьтесь с условиями обеих задач.

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 для черновика.

4. Все графики рекомендуем строить на листе миллиметровой бумаги, выданном для выполнения каждого задания. Обязательно пронумеруйте и подпишите все построенные графики. Листы миллиметровой бумаги вложите в свою тетрадь.

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.



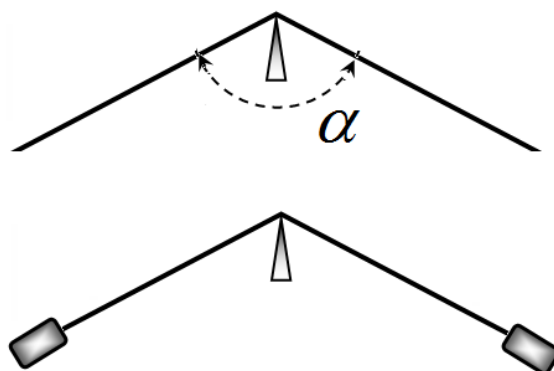
Желаем успехов в выполнении данных заданий!

Задание 11-1. Еще одна колебательная система!

Приборы и оборудование: штатив, спица вязальная (длинная), пластинка из жести; ластик, разрезанный на две равные части, секундомер, транспортир, линейка.

В данной работе Вам необходимо исследовать колебания маятника, изготовленного из обыкновенной спицы. Изогнутая по середине спица помещается на упор (в качестве которого используется пластинка, закрепленная в лапке штатива) Угол между спицами необходимо изменять и измерять!

Измерения следует проводить для спицы и для спицы с одинаковыми грузами (кусочки ластика).



1. Выведите формулы для периодов колебаний спицы T_1 и спицы с грузами T_2 , если угол изгиба равен α .

Подсказка. Кинетическая энергия тонкого стержня, вращающегося с угловой скоростью ω вокруг оси, перпендикулярной стержню и проходящей через один из его концов равна

$$E = \frac{1}{6} ml^2 \omega^2, \quad (1)$$

где m - масса стержня, l - его длина.

2. Измерьте зависимости периодов колебаний спицы и спицы с грузами от угла изгиба α .
3. Покажите, на основании результатов измерений, что выведенные вами формулы для периодов колебаний верны. Для этого линеаризуйте полученные зависимости и постройте графики линеаризованных зависимостей.
4. На основании результатов измерений, проведенных в п.2, рассчитайте отношение массы ластика к массе спицы. Оцените погрешность полученного результата.

Задание 11- 2. Размер капли.

Приборы и оборудование: Линейка с прикрепленной трубкой, и вставленной иглой от шприца, шприц одноразовый, секундомер с памятью этапов, стакан, штатив.

В данной работе вам необходимо измерить размеры маленьких, быстропадающих капель.

Пластиковая трубка прикреплена к линейке, в трубку вставлена тонкая игла от шприца.

Воду в трубку можно добавлять с помощью шприца. Следите, чтобы столб воды в трубке был без разрывов. Буквально вдавливайте воду в трубку при присоединенной игле.

Используйте шкалу шприца для измерения объемов вливаемой воды.

1. Измерьте зависимость высоты столба воды в трубке от объема налитой воды. Используя полученные данные рассчитайте внутренний диаметр трубки.

2. Заполните трубку водой до высоты H примерной равной 30-35 см. Исследуйте зависимость высоты уровня воды в трубке от времени $H(t)$, при ее вытекании через иглу. Постройте график полученной зависимости. Дайте ему качественное объяснение.

3. Еще раз заполните трубку водой. Исследуйте зависимость числа упавших капель от времени $N(t)$. Постройте график полученной зависимости. Лучше использовать том же листе, на котором вы построили предыдущую зависимость (шкалы времени одинаковы, для числа капель придется сделать новую шкалу).

Надеемся, что до 200 Вы считать умеете!

4. Используя данные, полученные в пп. 2-3 постройте зависимость высоты уровня воды в трубке от числа выпавших капель $H(N)$. Очень кратко опишите процедуру построения этого графика.

5. На основании полученного в п.4 графика ответьте на вопрос: можно ли считать размеры капель одинаковыми (не зависящими от высоты уровня воды в трубке).

6. С помощью, полученной в п.4 зависимости $H(N)$ рассчитайте объем одной капли. Оцените погрешность полученного значения.

