



*А.И. Слободянюк
Н.В. Козловский*



*Республиканская
физическая
олимпиада
(III этап)
2013 год*

Экспериментальный тур

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель председателя оргкомитета заключительного этапа
Республиканской олимпиады Заместитель Министра образования

_____ В.А. Будкевич

«__» декабря 2012 г.



Республиканская физическая олимпиада 2013 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.

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!

Задача 9-1. Отвесим всем!

Оборудование: штатив, линейка деревянная 40 см, набор грузов 6х100 г, нитки, отвес.

Подвесьте линейку на двух нитях к лапке штатива, так, чтобы нити и линейка образовывали приблизительно равносторонний треугольник. В точке крепления прикрепите нить отвеса. Привяжите к концам линейки две нитяных петли, так, что бы на них можно было навешивать грузы из набора.

Если на петли подвешивать разное число грузов, то линейка отклоняется от горизонтального положения.

В качестве параметра отклонения используется величина x (в сантиметрах) - расстояние от конца линейки до ее точки пересечения с нитью отвеса (измеряется непосредственно по самой линейке). Длину линейки обозначим L , массы подвешенных грузов - m_1 и m_2 .

Просьба не путать: величина x отсчитывается от точки подвеса груза m_1 .

Часть 1. Очень теоретическая.

В этой части задачи массой линейки следует пренебречь.

1.1 Найдите зависимость (т.е. выведите формулу) параметра x от отношения масс грузов $K = \frac{m_1}{m_2}$. Постройте схематический график этой зависимости.

Этот график постройте в тетради – миллиметровку используйте для построения графиков экспериментальных зависимостей.

Если вы правильно выполнили задание 1.1, то убедились, что полученная зависимость является нелинейной, поэтому неудобной для использования при анализе экспериментальных данных.

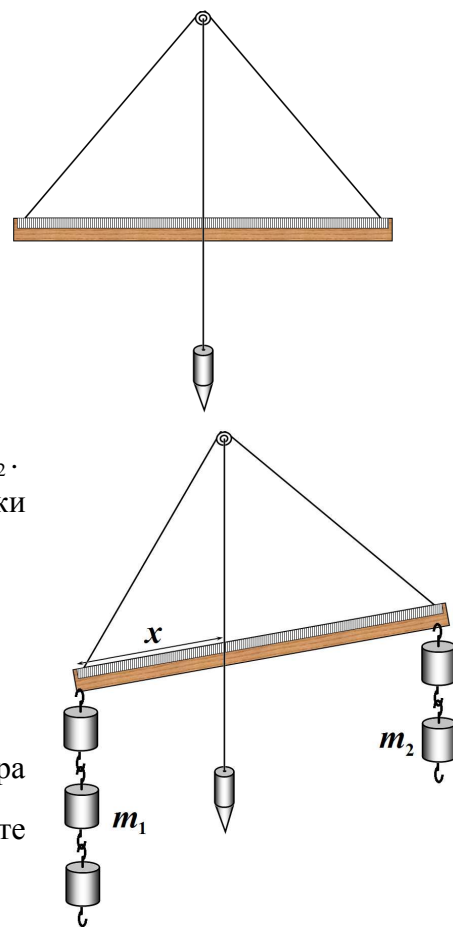
1.2 Предложите какую-нибудь функцию $Z(x)$ от измеряемой величины x , такую, чтобы ее зависимость от отношения масс $K = \frac{m_1}{m_2}$ была линейной. Получите эту зависимость $Z(K)$.

Постарайтесь, чтобы эта функция $Z(x)$ была как можно проще – Вам предстоит ее рассчитывать!

Часть 2. Просто экспериментальная.

В вашем распоряжении имеется 6 одинаковых грузов, из них можно составлять различные комбинации, то есть получать различные значения параметров $K = \frac{m_1}{m_2}$.

2.1 Проведите измерения величины x для различных значений m_1 и m_2 .



Постарайтесь, чтобы этих комбинаций было как можно больше. Подсказываем $m = 0$ - это тоже один из возможных вариантов!

В Таблице 1 приведите значения масс подвешенных грузов m_1 и m_2 , их отношение $K = \frac{m_1}{m_2}$, результат измерения x , соответствующее значение придуманной Вами функции $Z_{\text{эсп.}}$, теоретическое значение этой функции $Z_{\text{теор.}}$, рассчитанное с помощью формулы, полученной в п. 1.2.

Таблица 1.

№	m_1	m_2	$K = \frac{m_1}{m_2}$	x	$Z_{\text{эсп.}}$	$Z_{\text{теор.}}$

2.2 Постройте график экспериментальной зависимости $Z_{\text{эсп.}}$ от отношения масс $K = \frac{m_1}{m_2}$.

На этом же бланке постройте график теоретической зависимости $Z_{\text{теор.}}(K)$.

2.3 Укажите основные причины расхождений между теоретическими и экспериментальными значениями величины $Z_{\text{теор.}}$.

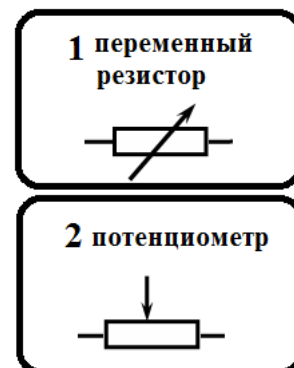
2.4 Используя полученные данные, оцените массу линейки.

Задача 9-2 Чем и как питаться?

Оборудование: Источник питания (ЛИП или батарейка), два реостата 6 Ом, амперметр, вольтметр, ключ электрический, соединительные провода.

Для изучения характеристик различных элементов электрических цепей необходимо изменять напряжение. Для изменения напряжения используются различные способы. В данной задаче вам предстоит исследовать возможности изменения напряжения на исследуемом элементе с помощью реостата с максимальным сопротивлением примерно равным $R_0 \approx 6 \text{ Ом}$.

Реостат можно использовать в цепи как резистор с переменным сопротивлением (обозначение 1) с двумя выводами, либо как потенциометр (обозначение 2) с тремя выводами. В качестве нагрузки во всех случаях используйте второй реостат, как переменный резистор.

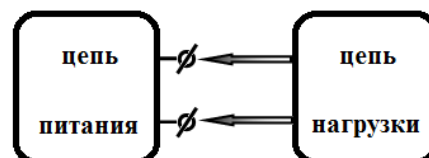


Часть 1. Подготовительная.

- 1.1 Измерьте максимальное напряжение на источнике U_0 , подключив к нему вольтметр напрямую.
- 1.2 Измерьте максимальные сопротивления обоих реостатов R_{10} , R_{20} . Приведите электрическую схему, с помощью которой вы проводили измерения.

В дальнейшем реостат с сопротивлением R_{10} используйте в цепи питания, реостат с сопротивлением R_{20} в цепи нагрузки.

В двух следующих частях Вам предстоит исследовать две схемы регулируемого источника («цепь питания»). Схемы «цепи питания» приведены в условии задачи. Включайте цепь питания только во время проведения измерений.



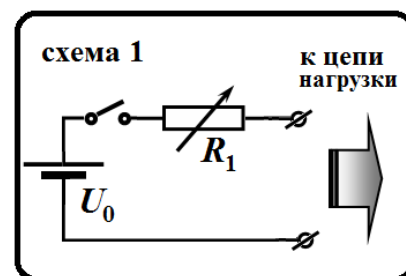
К этим схемам необходимо подключать «цепь нагрузки». Сопротивление нагрузки должно изменяться в максимально возможном диапазоне. Используя предоставленные измерительные приборы, Вам будет необходимо измерять сопротивление нагрузки и напряжение на нем.

- 1.3 Приведите электрическую схему «цепи нагрузки», удовлетворяющую этим требованиям. Опишите, как Вы будете измерять сопротивление нагрузки.

Часть 2. Традиционная схема 1.

Исследуйте цепь питания, схема которой показана на рисунке.

- 2.1 Считая источник идеальным источником напряжения, рассчитайте, в каких пределах U_{\min} , U_{\max} можно изменять напряжение на нагрузке с помощью данной цепи питания, если ее сопротивление равно R_x .



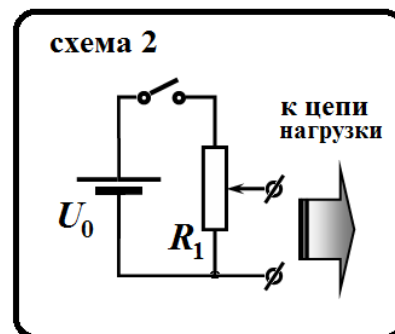
2.2 Измерьте зависимости максимального U_{\max} и минимального U_{\min} напряжения на нагрузке от ее сопротивления R_x .

2.3 Постройте графики полученных зависимостей. На этом же бланке постройте графики теоретических зависимостей, рассчитанные по формулам, полученными Вами в п. 2.1.

2.4 Качественно объясните причины наблюдающихся различий.

Часть 3. Традиционная схема 2.

Исследуйте цепь питания, схема которой показана на рисунке.



3.1 Считая источник идеальным источником напряжения, рассчитайте, в каких пределах U_{\min} , U_{\max} можно изменять напряжение на нагрузке с помощью данной цепи питания, если ее сопротивление равно R_x .

3.2 Измерьте зависимости максимального U_{\max} и минимального U_{\min} напряжения на нагрузке от ее сопротивления R_x .

3.3 Постройте графики полученных зависимостей. На этом же бланке постройте графики теоретических зависимостей, рассчитанные по формулам, полученными Вами в п. 3.1.

3.4 Качественно объясните причины наблюдающихся различий.

Часть 4. Какой у Вас источник?

Может все проблемы в источнике? Проверьте! Подключите реостат (переменный резистор) напрямую (через ключ!) к источнику (ЛИП или батарейке). Подключите измерительные приборы так, чтобы можно было измерять напряжение на резисторе и силу тока через него.

4.1 Приведите схему цепи, использованную Вами.

4.2 Изменяя сопротивление реостата, измерьте зависимость напряжения U на реостате от силы тока I через него.

4.3 Постройте график полученной зависимости $U(I)$. Качественно объясните полученную зависимость.

4.4 Постройте график зависимости мощности, выделяющейся на реостате от его сопротивления. Качественно объясните полученную зависимость.

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель председателя оргкомитета заключительного этапа
Республиканской олимпиады Заместитель Министра образования

_____ В.А. Будкевич

«__» декабря 2012 г.



Республиканская физическая олимпиада 2013 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.

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!

Задача 10-1 Как по маслу!

Оборудование: трубка пластиковая известного диаметра, стержень металлический известного диаметра, кусочек пластилина, мензурка со шкалой, линейка.

В данной задаче необходимо, в очередной раз, проверить закон Архимеда и с его помощью измерить плотность масла и стали.

Плотность воды считайте равной $\rho_0 = 1,0 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$

Порядок выполнения и задания.

Вставьте металлический стержень в нижний торец трубки. Если он не слишком плотно примыкает к трубке, то заделайте зазор пластилином, так, чтобы внутрь трубки не попадала вода.

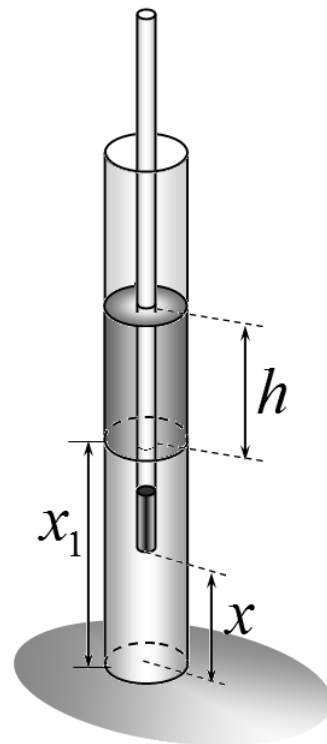
Для повышения точности измерений прикрепите к мензурке с помощью скотча полоску миллиметровой бумаги.

1. Используя имеющееся оборудование, измерьте отношение массы стержня к массе трубки $\frac{m_{ст.}}{m_{тр.}}$.

Поместите трубку в мензурку. Медленно наливайте воду в мензурку до тех пор, пока трубка не начнет плавать.

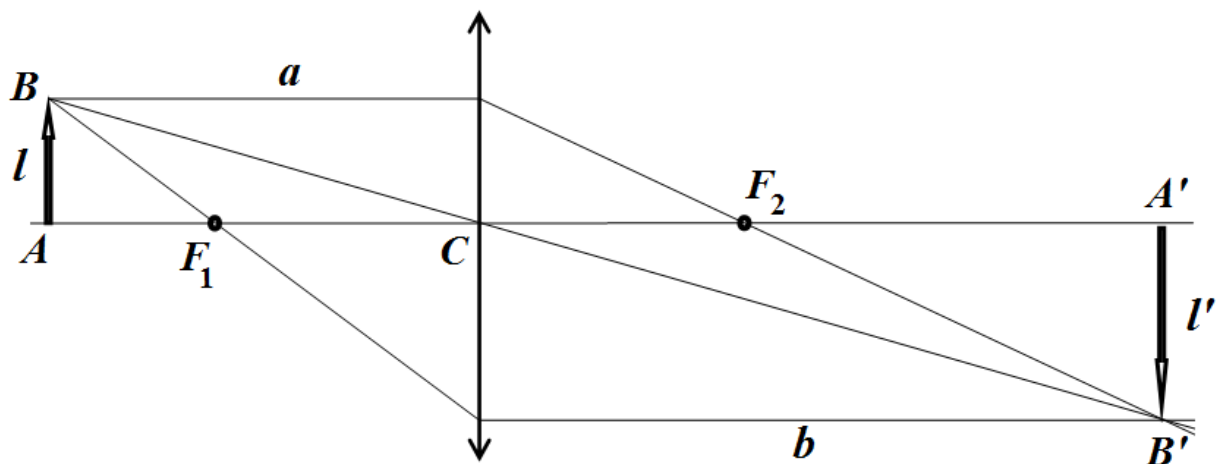
Измерьте высоту уровня воды x_1 и высоту, на которой плавает нижний конец трубки x . Здесь и в дальнейшем можете пользоваться прикрепленной шкалой – начало отсчета в данной задаче не существенно.

2. Добавляйте в мензурку масло небольшими порциями, измерьте зависимости уровня воды x_1 и координаты нижнего конца трубки x от высоты уровня масла h .
3. Постройте графики полученных зависимостей на одном бланке.
4. Теоретически найдите зависимость разности $(x_1 - x)$ от высоты слоя масла h .
5. Используя экспериментальные данные и полученную в п.4 формулу, рассчитайте плотность масла.
6. Объясните, почему изменяется уровень воды x_1 при добавлении масла. Подтвердите объяснения результатами своих измерений.
7. Определите плотность материала металлического стержня.



Задача 10-2 Посмотрим?

Два года назад (в 8 классе) Вас учили строить изображения в линзах. Пример такого построения показан на рисунке.



Здесь AB - предмет, который находится на расстоянии $|AC| = a$ от линзы; $A'B'$ - его действительное изображение, которое находится на расстоянии $|CA'| = b$ от линзы. Линейным увеличением называется отношение размера изображения к размеру предмета

$$G = \frac{l'}{l}. \quad (1)$$

Через год (в 11 классе) Вас будут учить рассчитывать положение изображения и его увеличение. В частности Вам попытаются доказать, что расстояния от предмета до линзы и от линзы до изображения связаны соотношением (которое называется формулой линзы):

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{F}, \quad (2)$$

где $F = |F_1C| = |CF_2|$ - фокусное расстояние линзы.

Сейчас (на олимпиаде) Вам предстоит убедиться, что правила построения и формула линзы, действительно иногда выполняются!

Оборудование: Линза собирающая, лампочка на подставке с источником питания, экран, мира (это пленка с изображением штрихов), линейка, кусок пластилина, шприц одноразовый, вода.

Прежде всего, Вам необходимо научиться получать изображение сетки мира на экране. Для этого расположите линзу, экран, миру (закрепите ее на кусочке пластилина) и лампочку на одной оси. Пучок света от лампочки должен освещать миру. Тень от нее должна попадать на линзу; на экране должно быть четкое изображение штрихов. *Расстояние от мира до линзы должно быть больше фокусного расстояния линзы, иначе Вы не сможете получить четкого изображения.*

Часть 1. Линза.

1.1 Проведите измерения зависимости величины b расстояния от линзы до предмета и увеличения линзы G от величины a - расстояния от линзы до изображения.

Эти измерения удобно проводить следующим образом: установить экран на некотором расстоянии от миры, затем, двигая линзу между ними, добиться четкого изображения. Затем измерить требуемые параметры. Для измерения размера изображения прикрепите на экран кусок миллиметровой бумаги.

1.2 Постройте графики полученных зависимостей $b(a)$ и $G(a)$.

1.3 Для проверки справедливости формулы линзы (2) представьте полученную зависимость $b(a)$ в таком виде, чтобы его легко можно было проверить (график новой зависимости должен быть прямой линией). Постройте этот график, определите с его помощью фокусное расстояние линзы.

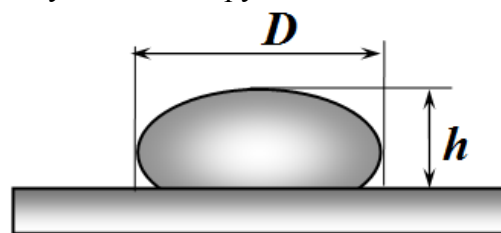
1.4 Получите формулу для увеличения линзы $G(a)$. Для проверки представьте эту зависимость в виде удобном для проверки (график новой зависимости должен быть прямой линией). Постройте этот график, определите с его помощью фокусное расстояние линзы.

Часть 2. Капля.

Поместите небольшую каплю воды на кусок пластилина. Для этого верхнюю грань куска пластилина сделайте плоской (или «суперплоской»). Сделайте на ней небольшое (около 1 мм) углубление, которое должно удерживать каплю. Получите на экране увеличенное изображение капли. Найдите разумный компромисс между увеличением и четкостью изображения, укажите значения параметров a, b при которых вы проводили измерения.

Если Вы проделали первую часть задания, то вам удастся без труда.

Размеры капли вы можете увеличивать, постепенно добавляя воду с помощью шприца. Капля имеет сплюснутую форму.



2.1 Измерьте зависимость высоты капли h от ее горизонтального диаметра D .

2.2 Постройте график полученной зависимости.

2.3 Дайте качественное объяснение полученной зависимости: укажите какие параметры капли влияют на ее форму и каково это влияние.

2.4 Оцените (теоретически, на основании идей, изложенных вами ранее) при каком среднем радиусе капли ее форма может считаться сферической.

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель председателя оргкомитета заключительного этапа
Республиканской олимпиады Заместитель Министра образования

_____ В.А. Будкевич

«__» декабря 2012 г.



Республиканская физическая олимпиада 2013 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.

2. Ознакомьтесь с перечнем оборудования – проверьте его наличие и работоспособность. ***При отсутствии оборудования или сомнениях 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.

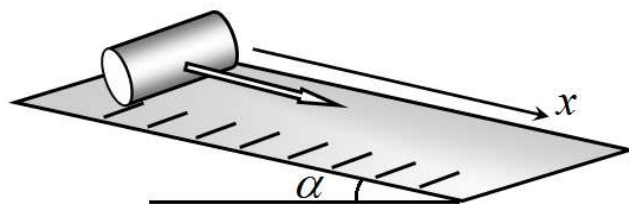
7. Со всеми вопросами, связанными с условиями задач (но не с их решениями), обращайтесь к представителям Жюри.



Желаем успехов в выполнении данных заданий!

Задача 11-1 «Докатились?!»

Оборудование: бутылка пластиковая круглая 0,5 л, секундомер с памятью этапов, линейка, мерный стакан, вода, подставка.



В данной задаче Вам необходимо исследовать скатывание тела (пластиковой бутылки) по наклонной плоскости. На столе, покрытом листом бумаги, сделайте разметку шкалы расстояний (ось Ox). Для экспериментального изучения закона движения удобно использовать секундомер с памятью, в которую можно заносить времена прохождения бутылки через сделанные отметки. Слегка наклоните стол, подложив под него подставку.

Воду в бутылку следует добавлять одинаковыми порциями, которые можно отмерять с помощью мерного стакана. При измерениях в каждой части задачи укажите угол наклона стола в радианах.

Часть 1. Качение пустой бутылки.

- 1.1 Исследуйте закон скатывания пустой бутылки $x(t)$.
- 1.2 Постройте график полученной зависимости.
- 1.3 Укажите, на каком интервале движения пустой бутылки можно считать равномерным.
- 1.4 Определите среднюю скорость скатывания на этом интервале с наибольшей точностью. Оцените погрешность измерения скорости.
- 1.5 Качественно объясните, почему скатывание бутылки происходит примерно с постоянной скоростью.

Часть 2. Качение полной бутылки.

Бутылку полностью (до горлышка) заполните водой.

- 1.1 Исследуйте закон движения полной бутылки $x(t)$.
- 1.2 Постройте график полученной зависимости.
- 1.3 Покажите, что скатывание заполненной бутылки можно считать равноускоренным.
- 1.4 Рассчитайте среднее ускорение, с которым скатывается бутылка. Оцените погрешность измерения ускорения.

Предложите такую методику расчета, чтобы исключить влияние погрешностей времени запуска секундомера, начальной координаты и начальной скорости бутылки.

Часть 3. Бутылка «наполовину пустая», или «наполовину полная»?

В данной части задачи не требуется исследовать закон движения. Оценивать погрешности измерения также не требуется.

- 3.1 Исследуйте зависимость времени скатывания бутылки (на фиксированное расстояние, укажите его!) от объема воды, налитой в бутылку.
- 3.2 Постройте график полученной зависимости.
- 3.3 Дайте качественное объяснение полученной зависимости, т.е. укажите какие (и как!) основные факторы влияют на время скатывания.

Задача 11-2 Полумаятник

В данной задаче Вам необходимо исследовать колебания математического маятника при наличии ограничений, а также показать свои умения в теоретических расчетах.

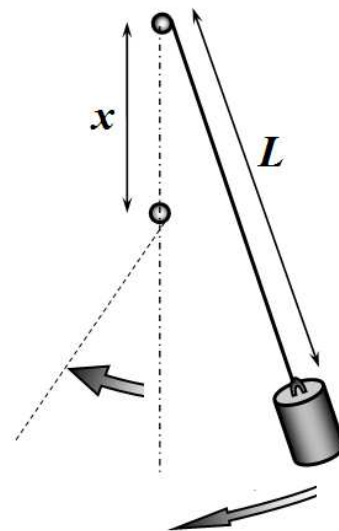
Оборудование: штатив с двумя лапками, нить с грузом, секундомер, линейка.

Привяжите нить с грузом к лапке штатива. Длина нити должны быть около $L \approx 1\text{ м}$.

Часть 1. Упор снизу.

На том же штативе ниже на расстоянии x закрепите упор (стержень). При движении нити маятника она должна зацепляться за стержень.

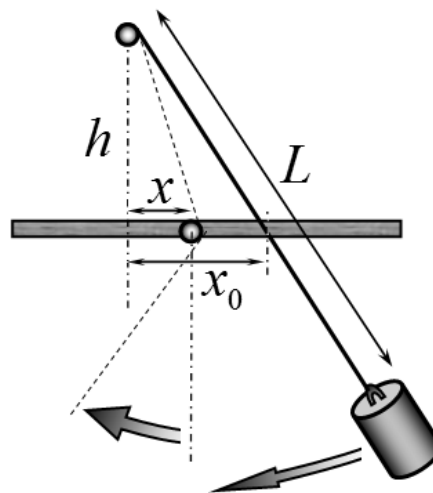
- 1.1 Измерьте зависимость периода колебаний маятника от положения упора $T(x)$.
- 1.2 Постройте график полученной зависимости.
- 1.3 Получите теоретически формулу для периода указанных колебаний.
- 1.4 Для сравнения результатов теоретических расчетов с результатами измерений, представьте экспериментальную зависимость в линеаризованной форме. Соответствует ли полученная зависимость данным теоретического анализа?



Часть 2. Упор сбоку.

Установите точку подвеса маятника на высоте над столом равной половине длины маятника $h \approx \frac{L}{2}$. На столе закрепите упор, в качестве которого используйте линейку и скотч.

Горизонтальное расстояние между упором и вертикалью, проходящей через точку подвеса, обозначим x . Начальное отклонение маятника (измеренное на уровне поверхности стола) обозначим x_0 . Проведите измерения при $x_0 \approx 30\text{ см}$. Точное значение, использованное в ваших экспериментах, укажите.



- 2.1 Измерьте зависимость периода колебаний маятника от положения упора $T(x)$ при фиксированном значении x_0 . Измерения проведите только при положительных значениях x .
- 2.2 Постройте график полученной зависимости.
- 2.3 Теоретическая формула слишком сложна для практического использования. Поэтому, основываясь на экспериментальных данных, предложите упрощенную формулу, позволяющую рассчитывать период колебаний в зависимости от положения упора x .