



Республиканская физическая олимпиада 2022 года (3 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.

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 рабочие 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 организаторам.



Желаем успехов в выполнении данных заданий!

Данный комплект заданий содержит:

- титульный лист (1 стр.);
- условия двух заданий (5 стр.).

Задание 11-1. Подбери зависимость!

Физика – наука экспериментальная! Развитие практически любого раздела физики начинается с накопления наблюдений, качественных, а затем количественных экспериментов. Очень часто экспериментальные исследования проводятся без строгой теории – накапливаются экспериментальные данные, появляются эмпирические (на основе опыта) зависимости.

В данном задании Вам предстоит продемонстрировать свои умения в количественном описании экспериментально полученных зависимостей.

Предмет исследования – вращение воды в банке.

Оборудование: стеклянная банка 0,5 л; ложечка для размешивания, секундомер электронный с памятью этапов, деревянные зубочистки, клейкая лента.

Для измерения законов вращения воды в банке, разметьте ее: прикрепите 4 кусочка клейкой ленты на боковую поверхность банки на равном расстоянии друг от друга, на несите на них метки, тем самым Вы сможете измерять углы поворота (с точностью до четверти оборота). Углы поворота φ следует измерять в оборотах, угловые скорости ω в «оборотах в секунду».

Для наблюдения вращения и измерения его характеристик удобно использовать зубочистку, которую следует аккуратно опускать в центр банки, после раскручивания воды. Вода должна заполнять $\frac{3}{4}$ банки.

Для описания законов движения Вы должны использовать 3 модели:

1) равномерное вращение

$$\varphi = \omega_0 t ; \quad (1)$$

2) вращение с постоянным ускорением

$$\varphi = \omega_0 t - \frac{\beta t^2}{2} ; \quad (2)$$

3) экспоненциальное затухание

$$\omega = \omega_0 \exp(-\gamma t) . \quad (3)$$

Будем считать, что модель применима, если она описывает закон движения с погрешностью, не превышающей 10%. Модель равномерного движения рассматривается только на начальном этапе вращения (время от нуля и до...)

Все измерения проведите в двух случаях:

А) «быстрое» вращение, когда начальная угловая скорость превышает 0,5 оборота/с:

Б) «медленное» вращение, когда начальная угловая скорость меньше 0,2 оборота/с.

Рекомендуем в случае А) проводить измерен времен каждого оборота; в случае Б) можно засекать времена через каждые четверть оборота.

1. Проведите измерения угла поворота воды в банке от времени: для случаев «быстрого» и «медленного» вращений. Постройте графики полученных зависимостей.

Предложите для каждой описанной модели движения такой график, который позволяет выделить область применимости этой модели.

2. Постройте графики, позволяющие выделить области применимости каждой из трех оговоренных моделей. Выделите диапазоны угловых скоростей, в которых данная модель применима. Определите параметры формул, описывающих движение воды.
3. Укажите, какая модель описывает движение в наибольшем диапазоне углов поворота.
4. Оцените погрешность определения параметра γ в модели (3) в диапазоне применимости этой модели. Укажите физический смысл этого параметра.

Задание 11-2. Знай свои деньги!

Проведение измерений в данной работе требует предельной аккуратности и тщательности. Не пожалейте времени на подготовку установки и ее настройки!

Оборудование: штатив с лапкой; секундомер; магнит кольцевой; линейка 30 см; нить тонкая; кусок проволоки алюминиевой (можно использовать для опоры подвеса для регулировки); набор монет; гибкая магнитная монетница; кусок пластилина (для крепления грузов), кусок картона, иголка (для изготовления поддона для монет); клейкая лента.

Белорусские монеты выглядят как медные, но... для них используют магнитные монетницы!

В данной работе необходимо исследовать взаимодействие магнитов с монетами посредством изучения периодов колебаний математического маятника.

Ускорение свободного падения считать равным $g = 9,8 \frac{M}{c}$.

В таблице 1. приведены массы монет, измеренные с помощью электронных весов. Используйте эти данные в своих расчетах.

Таблица 1. Массы монет.

Номинал монеты (коп)	Масса (г)
1	1,56
2	2,11
5	2,67
10	2,72
20	3,66
50	3,97

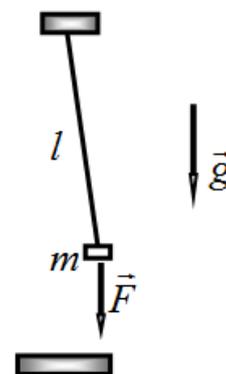
Часть 1. Теоретическая.

Груз массы m подвешен на нити длиной l и колеблется в вертикальной плоскости. Ниже груза расположен постоянный магнит. Примем, что сила \vec{F} , действующая на груз со стороны магнита постоянна (в области движения груза), направлена вертикально вниз.

1.1 Получите формулу для периода колебаний такого маятника.

Обозначим период колебаний маятника в присутствии магнита T , а период колебаний того же маятника, когда магнит отсутствует - T_0 . Масса груза известна.

1.2 Предложите формулу для расчета силы притяжения груза к магниту.



Часть 2. Пробный эксперимент.

При измерении периодов колебаний необходимо, чтобы маятник двигался строго в одной вертикальной плоскости. Рекомендуем использовать кусочек картона, из которого можно изготовить небольшой поддон для монет, для его крепления можно использовать нить. Для крепления нитей к картонному поддону используйте иголку. Также рекомендуем верхние части нитей крепить к алюминиевой проволоке, закрепленной в штативе. Слегка изгибая проволоку, можно регулировать положение подвешенного груза.

Изменять длину подвеса (длину маятника) не следует – используйте постоянную длину, примерно равную 15-20 см.

2.1 Предложите способ подвески монет (с помощью кусочка картона), чтобы колебания проходили в одной вертикальной плоскости, при этом плоскость монеты, по возможности, оставалась горизонтальной. Нарисуйте схему такого подвеса.

Подвесьте кольцевой магнит, так чтобы он располагался горизонтально на высоте, примерно равной 0,5 см над металлической платформой штатива и мог колебаться так, чтобы его плоскость оставалась примерно параллельной платформе штатива. В данной части для крепления маятника можно использовать и кусок пластилина.

2.2 Определите экспериментально отношения силы притяжения магнита к платформе к силе тяжести маятника (магнита и его крепления). постарайтесь достичь максимальной точности измерения. Рассчитайте погрешности измерения: периодов колебаний: отношения силы притяжения к магниту к силе тяжести.

В следующих частях задачи расчет погрешностей не требуется, но при формулировке выводов можете использовать результат, полученный в п. 2.3

Часть 3. Взаимодействие монет с кольцевым магнитом.

В данной части Вам необходимо исследовать взаимодействие монет (1 коп., 2 коп., 5 коп., 10 коп., 20 коп., 50 коп.) с кольцевым магнитом. Используйте сконструированный Вами поддон. Кольцевой магнит положите на платформу штатива (так он не будет двигаться). Монету помещайте в картонный поддон. Расстояние между движущейся монетой и неподвижным магнитом должно быть равно примерно 1 см. В этой части изменять его не следует.

Обратите внимание: положения равновесия монеты над магнитом не находится на оси магнита, а немного смещено. Исследуйте малые колебания вблизи этого положения равновесия: при этом амплитуда колебаний должна составлять 2-3 мм (миллиметра!!!). старайтесь, чтобы во всех экспериментах амплитуда колебаний оставалась примерно постоянной.

3.1 Измерьте массу изготовленного вами поддона.

Способ измерения предложите сами, кратко опишите его.

3.2 Проведите измерения силы взаимодействия всех монет разного достоинства с кольцевым магнитом для расстояний.

Значения сил можно приводить в относительных единицах (т.е. с точностью до постоянного множителя). Укажите, какими единицами вы пользуетесь.

3.2.1 Укажите, какие измерения Вы проводили, приведите их результаты.

3.2.2 Приведите формулы для расчета силы притяжения монеты к магниту.

3.2.3 Приведите численные значения измеренных сил.

3.2.4 Постройте график зависимости силы притяжения к магниту от массы монеты.

Теоретические оценки показывают, что сила притяжения монеты (при фиксированном расстоянии до магнита) примерно пропорциональна объему монеты

3.3 Укажите, выполнятся ли данное утверждение для ваших измерений. Свои выводы обоснуйте результатами измерений.

3.4 Проявляется ли в Ваших экспериментах то, что разные монеты изготовлены из разных материалов?

Часть 4. Монетница.

Исследуйте колебания монет над монетницей, которую положите на платформу штатива.

Укажите расстояние между монетой и монетницей, при котором проявляется сила притяжения монеты к монетнице.

4.1 Измерьте максимально возможные силы притяжения (в ньютонах) монет 10 коп., 20 коп., 50 коп. к монетнице. Укажите, на каком минимальном расстоянии вам удалось провести измерения.

4.2 Можно ли считать, что сила притяжения монеты к монетнице примерно пропорциональна объему монеты.