



Республиканская физическая олимпиада 2022 года (3 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.

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!

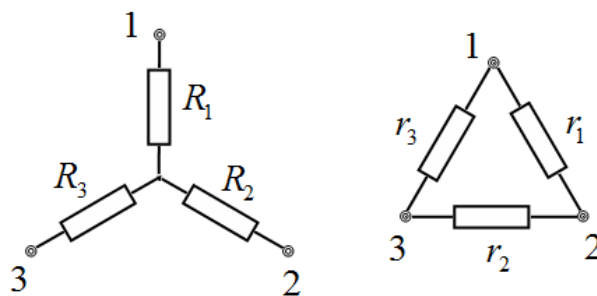
Данный комплект заданий содержит:

- титульный лист (1 стр.);
- условия двух заданий (4 стр.).

Задание 9-1. «Звезда» и «треугольник».

Оборудование: Мультиметр, работающий в режиме омметра; два реостата с общим сопротивлением 10-15 Ом с тремя выводами (крайние и средняя точка); резистор с сопротивлением 2-3 Ом; соединительные провода.

В электрических схемах часто встречаются соединения трех резисторов, которые называются «звездой» и «треугольником» (см. рис.). Каждая из этих схем имеет три резистора и три вывода.



Сопротивления резисторов в «звезде» будем обозначать большими буквами R_1, R_2, R_3 , а в «треугольнике» - малыми r_1, r_2, r_3 . Общие сопротивления между выводами будем нумеровать двумя индексами, указывающими между какими выводами, измеряется данное сопротивление.

Схемы называются эквивалентными, если сопротивления между выводами равны:

$$\begin{aligned} R_{12} &= r_{12} \\ R_{23} &= r_{23} \\ R_{31} &= r_{31} \end{aligned} \quad (1)$$

Часть 1. Схемы по отдельности.

1.1 Выразите сопротивления между выводами через сопротивления элементов схемы (для «звезды» и для «треугольника») через сопротивления элементов схемы.

1.2 Проведите измерения, доказывающие правильность полученных вами формул.

Для этого:

1.2.1 Измерьте сопротивления выданных вам резисторов (одного постоянного и двух реостатов – для них измерьте полное сопротивление).

1.2.2 В качестве резисторов R_1 и r_1 используйте постоянный резистор; в качестве резисторов R_2 и r_2 используйте один переменный резистор (реостат), установив его сопротивление в 5,0 Ом (в ходе измерений в этой части его сопротивление не изменяйте), в качестве резисторов R_3 и r_3 используйте второй переменный резистор. Проведите измерения зависимости измерения зависимостей сопротивлений между выводами в обеих схемах в зависимости от сопротивления третьего резистора (всего 6 зависимостей). Постройте графики полученных зависимостей.

1.2.3 На тех же бланках постройте графики соответствующих теоретических зависимостей.

1.2.4 Если экспериментальные и теоретические зависимости совпадают, то объясните причины возможных расхождений между ними.

Часть 2. Эквивалентность схем.

2.1 Пусть вам известны сопротивления резисторов в схеме «треугольник» r_1, r_2, r_3 . Выведите формулы для сопротивлений в схеме звезда R_1, R_2, R_3 , такие, чтобы схемы были эквивалентными.

2.2 Соберите две схемы - «звезду» и «треугольник» с такими сопротивлениями, чтобы обе схемы были эквивалентными. Приведите результаты измерений сопротивлений отдельных резисторов (6 значений) в каждой схеме (6 значений), а также сопротивлений между выводами схем (еще 6 значений).

Задание 9-2. Конструирование весов.

Оборудование: Штатив с лапкой, спица металлическая, нитки, линейка, мензурка высокая, пластилин, гвоздь 150 мм, набор разновесов, скрепки канцелярские 10 шт.

Конструирование и градуировка приборов для измерения масс сложная инженерная задача. Ею занимались такие выдающиеся ученые как, например, Ломоносов и Менделеев.

А чем вы хуже?

В данном задании вам необходимо сконструировать, собрать и исследовать рычажные весы. В качестве рычага используйте спицу (ее можно изгибать), подвешенную на нити, закрепленной в штативе. Для устройства измерительной шкалы можете использовать линейку, которую с помощью пластилина можно расположить, как угодно. Также можете использовать пластилин для балансировки ваших весов.

Главный недостаток рычажных весов с прямым рычагом – они не приходят самостоятельно в состояние равновесия: если равновесия нет, то его нет ни при каком угле наклона рычага. Второй недостаток таких весов заключается в том, что у них нет шкалы: для измерения неизвестных масс приходится использовать разновесы, которые приходится тщательно и кропотливо подбирать при каждом взвешивании.

Итак, вам необходимо сконструировать весы, которые самостоятельно приходят в состояние равновесия и имеют шкалу, позволяющую непосредственно измерять массу неизвестного тела.

С помощью ваших весов вам будет необходимо измерить зависимость массы цепочки из канцелярских скрепок в зависимости от числа этих скрепок. Измерения следует провести без перенастройки весов.

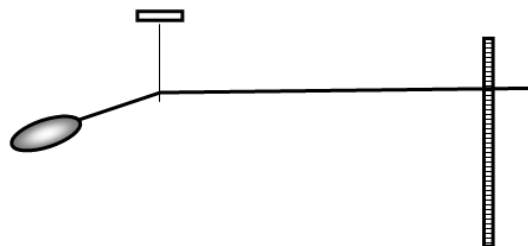
Часть 1. Без воды и гвоздя.

Идея: при изогнутом коромысле весы приходят в равновесие, если изначально моменты, действующие на разные плечи, не равны.

- 1.1 Кратко объясните, почему положение весов с изогнутым коромыслом стабилизируется. Приведите рисунок, иллюстрирующий Ваше объяснение.
- 1.2 Сконструируйте и соберите весы, удовлетворяющие приведенным выше требованиям. Приведите схему весов, укажите их параметры.
- 1.3 Проведите градуировку весов: постройте график зависимости показаний весов (по шкале) от массы измеряемого груза.
- 1.4 Измерьте зависимость показаний весов при измерении массы цепочки из канцелярских скрепок в зависимости от числа этих скрепок. Постройте график полученной зависимости. С помощью этого графика рассчитайте массу одной скрепки.

Может Вам поможет рисунок?

Но, угол и место изгиба, массу противовеса, положение линейки, точки крепления тел, массы которых вы будете измерять, подберите самостоятельно. Не забудьте в решении привести схему весов, с указанием всех параметров вашей установки.

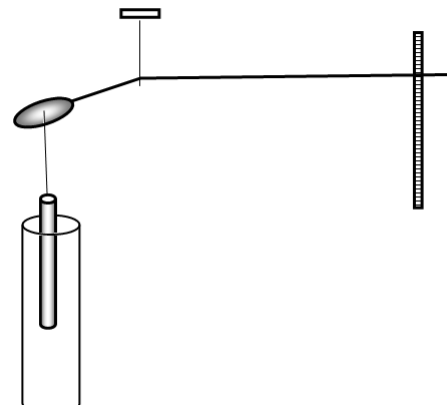


Часть 2. Дополнительная стабилизация.

Идея: при вертикальном опускании гвоздя в воду на него действует выталкивающая сила, пропорциональная длине погруженной части. Этот эффект позволяет дополнительно стабилизировать положение коромысла весов. Кроме того, движение гвоздя в воде приводит к более быстрому затуханию колебаний.

2.1 Дополните конструкцию ваших весов дополнительным стабилизирующим устройством на основе гвоздя и мензурки с водой.
2.2 – 2.4 Выполните пункты 1.2 1.4 для новых весов.

Здесь также приведем рисунок подсказку. Изгиб спицы, места подвески коромысла, точки подвески грузов, положение линейки оставьте неизменными. Гвоздь можно уравновесить дополнительным грузом.





Республиканская физическая олимпиада 2022 года (III этап)

Теоретический тур

10 класс.

1. Полный комплект состоит из трех заданий.
2. Для вашего удобства вопросы, на которые Вам необходимо ответить, помещены в рамки.
3. При оформлении работы каждое задание начинайте с новой страницы. При недостатке бумаги обращайтесь к организаторам!
3. Подписывать рабочие листы запрещается.
4. В ходе работы можете использовать ручки, карандаши, чертежные принадлежности, калькулятор.
5. Со всеми вопросами, связанными с условиями задач, обращайтесь к организаторам олимпиады.



Постарайтесь внимательно прочитать условия задач!

Может, вам покажется, что условия задач слишком длинные. Но мы сочинили их такими, чтобы Вам было легче решать. Поверьте, иногда решения короче таких условий! Не теряйте присутствия духа, смело беритесь за решение каждой задачи. Помните, оцениваются не только полные решения, но и их отдельные части и даже отдельные здравые мысли.

Пакет заданий содержит:

- титульный лист (1 стр.);
- условия 3 теоретических задач (6 стр.).

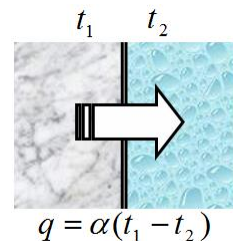
Задание 10-1. Теплоотдача.

В данном задании рассматриваются процессы установления теплового равновесия в различных системах. Для решения задачи Вам понадобятся следующие (почти очевидные) теоретические сведения.

1. Если два тела приведены в тепловой контакт, то количество теплоты, перетекающее через единицу площади соприкосновения (поток теплоты) в единицу времени пропорционально разности температур тел

$$q = \alpha(t_1 - t_2), \quad (1)$$

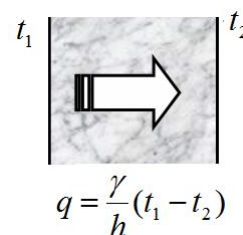
коэффициент α называется коэффициентом теплоотдачи и является характеристикой соприкасающихся тел.



2. Поток теплоты в единицу времени через слой вещества толщиной h пропорционален разности температур границ слоя и обратно пропорционален толщине слоя h :

$$q = \frac{\gamma}{h}(t_1 - t_2). \quad (2)$$

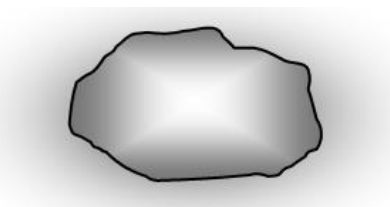
Коэффициент γ называется коэффициентом теплопроводности и является характеристикой вещества.



Во всех задачах данного раздела рассматривается стационарный режим, когда распределение температур не зависит от времени.

Задача 1.1. Радиоактивный метеорит.

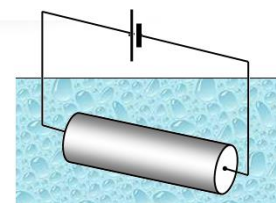
Оказалось, что сплошной однородный метеорит состоит из радиоактивного материала. Вследствие радиоактивного распада внутри метеорита постоянно выделяется теплота. Теплопроводность метеорита очень велика. Метеорит помещают в жидкость, температура которой поддерживается постоянной. Оказалось, что установившаяся температура метеорита превышает температуру окружающей жидкости на величину $(\Delta t)_0$.



1.1.1 Чему будет равна разность температур метеорита и окружающей жидкости $(\Delta t)_1$, если все линейные размеры метеорита увеличить в n раз?

Задача 1.2. Цилиндрический нагреватель.

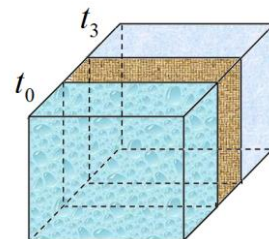
В качестве нагревателя электронагревателя служит однородный цилиндр, подключенный торцами к токоподводящим контактам, электрическим сопротивлением которых можно пренебречь. Теплопроводность нагревателя очень велика. Нагреватель подключен к источнику постоянного напряжения. В кипящей воде (при нормальном атмосферном давлении) температура нагревателя равна $t_0 = 120^\circ\text{C}$. Все линейные размеры цилиндра увеличивают на 25%.



1.2.1 Чему будет равна температура такого увеличенного цилиндра в кипящей воде, при его подключении к тому же источнику напряжения?

Задача 1.3. Теплоизоляция.

Для изучения теплоизоляционных свойств материала, из него изготовили плоскую пластину, которую поместили в сосуд в качестве перегородки, разделив сосуд на две части. Сосуд заполняют водой. Причем с одной стороны от пластины температуру воды поддерживают постоянной и равной $t_0 = 100^\circ\text{C}$. С другой стороны пластины - вода, находящаяся при постоянной температуре $t_3 = 10,0^\circ\text{C}$. После установления теплового равновесия проводят измерения температур поверхностей пластины, которые обозначим: t_1 - температура стороны пластины, обращенной к горячей воде; t_2 - температуру стороны, контактирующей с холодной водой. По результатам измерений оказалось, что $t_2 = 15,0^\circ\text{C}$.



1.3.1 Чему равна температура другой стороны пластины t_1 ?

1.3.2 Чему будут равны температуры обеих сторон пластины, если толщину пластины увеличить в 2 раза? Температуры воды с разных сторон от пластины остались неизменными.

При решении данной задачи допускается проведение промежуточных численных расчетов.

Задание 10-2. Молекулярная физика с химией.

Многие химические реакции протекают в газовой фазе. При изменении химического состава газовых смесей (вследствие протекания химических реакций) зависимости параметров газов (давления, температуры) меняют свой привычный вид. В данном задании вам необходимо рассмотреть влияние простой обратимой химической реакции на параметры газов. Все газы можно считать идеальными.

Трехатомная молекула A_2B (A и B - символы химических элементов, например, молекула CO_2) может самопроизвольно распасться под действием теплового движения на две молекулы:



Если в сосуде находится N_1 молекул A_2B , то за малый промежуток времени Δt распадается

$$\Delta N_1 = aN_1\Delta t \quad (2)$$

молекул A_2B . Постоянная a называется скоростью распада (считайте ее известной). Возможна и обратная реакция рекомбинации (объединения) молекул:

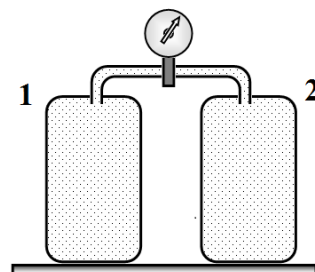


Если в сосуде находится N_2 молекул AB , то за малый промежуток времени Δt в реакцию вступают

$$\Delta N_2 = bN_2n_3\Delta t \quad (4)$$

молекул AB . Постоянная b называется скоростью рекомбинации (эта величина также известна). В формуле (4) n_3 - концентрация молекул B . При рекомбинации молекул выделяется теплота q (в расчете на одну образовавшуюся молекулу).

Для исследования этой реакции используется следующая установка. Два одинаковых герметических сосуда соединены трубкой, в которую вмонтирован манометр, позволяющий измерять малую разность давлений в сосудах $\Delta P = P_1 - P_2$. Также имеется возможность измерять температуры газов в сосудах. Объемы сосудов равны V . Первый сосуд заполняют одним молем исследуемого газа A_2B . Во втором сосуде содержится один моль идеального стабильного газа (т.е. никаких реакций в этом сосуде не происходит). Температура газа в этом сосуде поддерживается постоянной и равной T_0 .



Считайте, что в начальный момент времени $t = 0$ в сосуде содержится только трехатомный газ A_2B . Затем в этом сосуде начинаются описанные реакции (1) и (3). Обозначим: число молекул A_2B , AB , B в сосуде 1: N_1 , N_2 , N_3 , соответственно, а концентрации этих молекул - n_1 , n_2 , n_3 . Начальную концентрацию молекул A_2B (когда других молекул в сосуде нет) - n_0 .

Часть 1. Изотермический процесс.

В этой части задания будем считать, что температура газа в сосуде 1 поддерживается постоянной и равной T_0 .

1.1 Выразите начальную концентрацию молекул в сосуде n_0 через параметры, приведенные в условии задачи. Выразите концентрации молекул A_2B и B n_1 , n_3 через концентрацию молекул AB - n_2 .

Так как все концентрации выражаются через концентрацию молекул AB , то далее эту концентрацию будем обозначать $n_2 = n$. Также можете использовать значение начальной концентрации n_0 как известное.

1.2 Получите уравнение, описывающее скорость изменения концентрации молекул AB с течением времени $\frac{\Delta n}{\Delta t}$.

По прошествии некоторого времени в сосуде устанавливается динамическое равновесие, при котором значения концентраций газов в сосуде не изменяются.

1.3 Рассчитайте равновесные концентрации всех газов в сосуде после достижения теплового равновесия $\bar{n}_1, \bar{n}_2, \bar{n}_3$.

Далее будем считать, что скорость распада молекул значительно меньше скорости их рекомбинации $a \ll bn_0$.

1.4 Получите приближенные формулы для равновесных концентраций всех газов в сосуде после достижения теплового равновесия $\bar{n}_1, \bar{n}_2, \bar{n}_3$ при выполнении условия (5).

Далее используйте эти приближенные формулы для равновесных концентраций. Также используйте приближенные методы и формулы. Например, при $x, y \ll 1$ можно использовать приближенную формулу

$$\frac{1+x}{1+y} \approx 1+x-y.$$

При наличии в формулах малого безразмерного параметра в разных степенях, оставляют слагаемые, в которых степень малого параметра минимальна.

1.5 Найдите разность давлений в сосудах ΔP после достижения динамического равновесия.

1.6 Оцените характерное время τ достижения динамического равновесия.

Часть 2. Процесс без теплообмена.

В этой части задания считайте, что сосуды являются теплоизолированными. Теплоемкостью сосудов можно пренебречь. По-прежнему, считайте, что в момент времени $t=0$ в сосуде 1 содержится только газ A_2B при температуре T_0 в количестве одного моля. Молярные теплоемкости двухатомного AB и данного трехатомного газов A_2B в изохорном процессе равны $C_v = \frac{5}{2}R$, а одноатомного газа $C_v = \frac{3}{2}R$.

2.1 Рассчитайте изменение температуры газа $\Delta T = T - T_0$ при достижении динамического равновесия в сосуде.

2.2 Найдите разность давлений в сосудах ΔP после достижения динамического равновесия в теплоизолированном сосуде 1.

Задание 10-3. Скатывание без проскальзывания.

Существует множество задач, в которых брусок движется по наклонной плоскости при наличии трения. В зависимости от коэффициента трения и угла наклона плоскости брусок может либо скользить по плоскости, либо покоиться.

Если на наклонную плоскость поместить трубку, то она всегда будет скатываться, но может катиться либо без проскальзывания, либо проскальзывать.

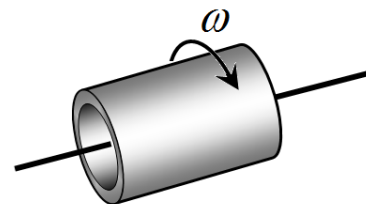
Целью данного задания является анализ такого движения. Далее будем рассматривать однородную тонкостенную трубку, радиус которой равен R , а масса m равномерно распределена по стенкам трубки. Толщина стенок трубки значительно меньше ее радиуса.

Часть 1. Динамика вращательного движения.

Сложное движение твердого тела можно рассматривать как суперпозицию двух составляющих: поступательного движения центра масс и вращения вокруг оси, проходящей через центр масс тела. Движение центра масс подчиняется уравнению второго закона Ньютона. Вращение тела описывается углом поворота φ , угловой скоростью $\omega = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t}$ и угловым ускорением – скоростью изменения угловой скорости $\beta = \frac{\Delta\omega}{\Delta t}$ (величиной аналогичной обычному ускорению). В этой части на основании закона сохранения энергии Вы должны самостоятельно получить основное уравнение динамики вращательного движения трубки, определяющее угловое ускорение вращения трубки.

1.1 Трубка вращается вокруг неподвижной собственной оси с угловой скоростью ω . Чему равна кинетическая энергия трубки?

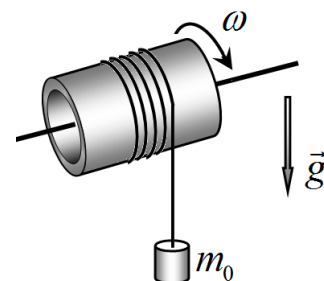
Для реализации такого движения можно считать, что трубка насажена на очень легкий вал, диаметр которого равен внутреннему диаметру трубки.



1.2 Трубка катится (с проскальзыванием) по горизонтальной поверхности. Скорость оси трубки равна \vec{v}_c , угловая скорость вращения вокруг оси трубки ω . Чему равна кинетическая энергия трубки в этом случае?

1.3 Чему равна кинетическая энергия трубки, которая катится без проскальзывания по горизонтальной поверхности, если скорость ее оси равна \vec{v}_c ?

Трубку снова насадили на неподвижную горизонтальную ось, на его поверхность намотали легкую прочную нить, к концу которой привязали груз массы m_0 . Груз отпускают, он начинает опускаться, раскручивая трубку.



1.4 Чему равно изменение кинетической энергии трубки при опускании груза на малую величину Δh ?

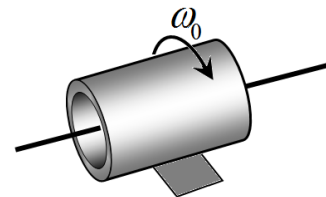
1.5 Найдите ускорение груза a угловое ускорение трубки β .

1.6 Выразите угловое ускорение трубки через момент силы натяжения нити $M = TR$ (это и будет уравнение динамики вращательного движения).

Рекомендуем использовать следующую формулу: если некоторая величина x изменяется на малую величину Δx , то ее квадрат изменяется на величину

$$\Delta(x^2) = 2x\Delta x.$$

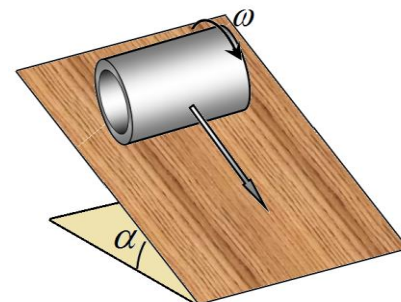
Трубке, закрепленной на неподвижной горизонтальной оси, сообщили угловую скорость ω_0 . После чего к ее поверхности поднесли пластинку, которая действует на трубку с постоянной силой трения F .



- 1.7 Найдите зависимость угловой скорости трубки от времени $\omega(t)$.
1.8 Сколько оборотов сделает обруч до остановки?

Часть 2. Скатывание с наклонной плоскости.

Трубку кладут на наклонную плоскость, образующую угол α с горизонтом, так что ось трубки располагается горизонтально, и отпускают. Трубка начинает скатываться с наклонной плоскости. Коэффициент трения трубки о плоскость равен μ . Обозначим силу трения, действующую на боковую поверхность трубки F .



- 2.1 Найдите ускорение оси трубки a и ее угловое ускорение β в зависимости от силы трения F .
2.2 Найдите значение силы трения, если трубка катится без проскальзывания.
2.3 Определите, при каких углах наклона плоскости α к горизонту, качение цилиндра будет проходить без проскальзывания (при фиксированном значении коэффициента трения μ).



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 засекают 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

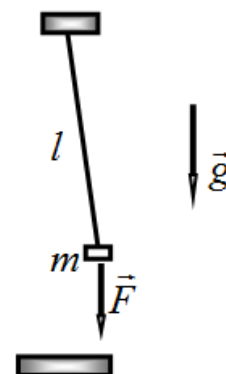
Часть 1. Теоретическая.

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.