

Региональный этап XLIII Всероссийской олимпиады школьников по физике.

2008-2009 учебный год.

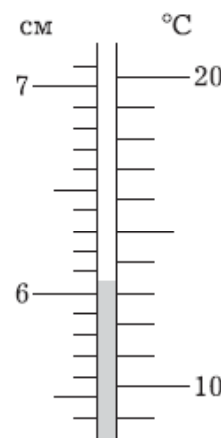
Теоретический тур. Условия. 7 класс

Задача 1. Две шкалы. Когда в доме включили отопление, температура в комнате стала медленно расти и за 45 минут увеличилась на 5°C . Найдите, с какой средней скоростью (в мм/ч) поднимался верхний край столбика ртути. Для удобства слева от шкалы термометра приложили линейку (см. рис.).

Задача 2. Винни-Пух и точное время. Отправляясь навестить Кролика, Винни-Пух заметил, что его настенные часы стоят, показывая 10 часов 35 минут. Он их завёл и пошёл в гости. Войдя в дом к Кролику, первым делом Винни посмотрел на часы. На них было 10 часов 10 минут. Через 3 часа после того как весь мёд был съеден медвежонок отправился в обратный путь. Когда он вернулся, его часы показывали 2 часа 5 минут. Винни немедленно перевёл стрелки на точное время. Какое время он выставил на своих часах? Известно, что всё путешествие заняло меньше шести часов.

Задача 3. Обманчивый куб. В мастерской изготовили из алюминия плотности $\rho_1 = 2,70 \text{ г/см}^3$ куб с ребром $a = 10 \text{ см}$. Внутри куба осталась полость, которую потом залили свинцом плотности $\rho_2 = 11,30 \text{ г/см}^3$. В результате измерений неопытный лаборант подумал, что перед ним кубик из латуни плотности $\rho = 8,72 \text{ г/см}^3$. Определите объём полости в кубе.

Задача 4. Стыдно! Честный мальчик Петя вышел из дома в школу. По дороге он нашёл велосипед и, поскольку опаздывал, решил воспользоваться находкой и доехать на нём, подумав, что потом обязательно вернёт велосипед на место. В результате вся дорога в школу заняла 14 минут. Возвращаясь обратно, он вспомнил о своём намерении, только подъезжая к дому. Пете стало стыдно, и он вернулся к месту находки, оставил там велосипед и пешком дошёл до дома. Таким образом, дорога из школы заняла у него 22 минуты. Как далеко от дома лежал велосипед, если на нём Петя мчался со скоростью 15 км/ч ?



Региональный этап XLIII Всероссийской олимпиады школьников по физике.

2008-2009 учебный год.

Теоретический тур. Условия. 8 класс

Задача 1. Скорый поезд и электричка. Экспериментатор Глюк наблюдал за встречным движением скорого поезда и электрички. Оказалось, что каждый из поездов прошёл мимо Глюка за одно и то же время $t_1 = 23$ с. А в это время друг Глюка, теоретик Баг, ехал в электричке и определил, что скорый поезд прошёл мимо него за $t_2 = 13$ с. Во сколько раз скорый поезд длиннее электрички?

Задача 2. Определение плотности. Экспериментатор Глюк проводил исследования с телами равного объёма. Он удерживал с помощью динамометра тело полностью погружённым в воду и обнаружил, что во всех опытах показания динамометра составляли либо $F_1 = 1$ Н, либо $F_2 = 2$ Н. Плотность самого тяжёлого тела Глюк определил экспериментально: $\rho_T = 1,4$ г/см³.

1. Определите объём V одного тела.

2. Найдите все возможные для описанного опыта плотности других тел.

Примечание. Плотность воды $\rho_0 = 1$ г/см³, $g = 9,8$ Н/кг.

Задача 3. Что такое psi? Теоретику Багу подарили английский барометр, который измеряет давление в необычных для нас (и обычных для англичан) единицах psi (с англ. **p**ound-**f**orce per **s**quare **i**nch – давление, которое оказывает вес одного фунта на квадратный дюйм). Багу захотелось перевести показания 15,0 psi в паскалы. К сожалению, у него не оказалось таблиц для перевода единиц измерения давления, но он обнаружил финансовый журнал, в котором нашёл статью, посвящённую стоимости золота в России и Англии.

Таблица 1

	В России	В Англии
Слитки	522,0 тыс. руб./кг	5413 £/фунт
Проволока	10,07 тыс. руб./метр	5,845 £/дюйм

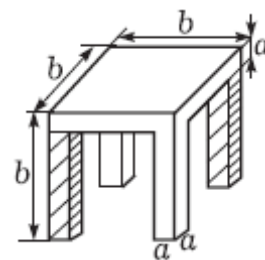
Золото можно было купить либо в слитках, либо в проволоке стандартного сечения. Помогите Багу понять сколько паскалей всётаки показывает барометр, если реальная стоимость золота в России и Англии одинакова, а по данным Центробанка фунт стерлингов стоит £ = 43 рубля 78 копеек. Принять $g = 9,8$ Н/кг.

Задача 4. «Джоулеметр». Экспериментатор Глюк создал «джоулеметр». Прибор состоял из алюминиевого стаканчика, частично заполненного водой. Стаканчик был обёрнут пенопластом (для исключения теплообмена с окружающей средой). Через небольшое отверстие в пенопластовой крышке Глюк опустил в стакан термометр, позволяющий измерять температуру в диапазоне от +10 до +90 °С. Цена деления термометра 1 °С. Масса стаканчика $m = 50$ г. Рядом со шкалой термометра Глюк поместил подвижную шкалу с ценой деления в 1 кДж. Перед началом эксперимента он откалибровал «энергетическую» шкалу так, чтобы её ноль совпал с начальной температурой воды в «джоулеметре». Затем экспериментатор поместил в прибор испытуемое тело (горячее или холодное) и после установления теплового равновесия определил по энергетической шкале, сколько джоулей отдало (получило) тело в результате теплообмена с прибором.

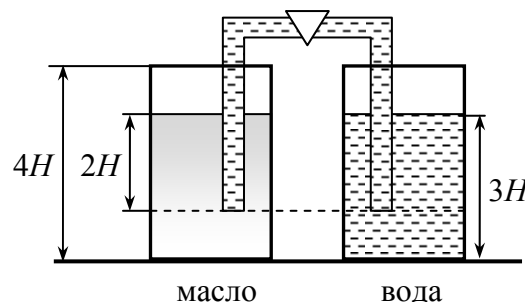
1. Сколько воды было в приборе, если одному делению шкалы термометра соответствует одно деление шкалы «джоулеметра»?

2. В каком диапазоне можно измерять количество теплоты, отданное или полученное исследуемым телом, если начальная температура «джоулеметра» была +20 °С? Удельная теплоёмкость алюминия $c = 920$ Дж/(кг · °С), теплоёмкость воды $c_0 = 4200$ Дж/(кг · °С).

Задача 1. Табурет. Толщина сидения деревянного табурета «Лакк» равна толщине ножек. Основными стандартными показателями табуретов «Лакк» являются давление $p_0 = 2,8$ кПа, которое он оказывает на пол, стоя на ножках, и коэффициент $\beta_0 = 1,6$, равный отношению площади сидения к площади поверхности одной из боковых сторон табурета. Экспериментатору Глюку привезли бракованный табурет: у него не хватает двух противоположных ножек (см. рис.). Какими показателями p_1 и β_1 будет довольствоваться экспериментатор?

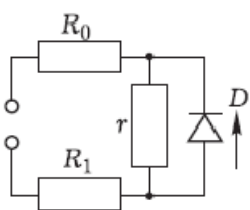


Задача 2. Вода и масло. Два стакана высотой $4H$ заполнены до уровня $3H$ водой и маслом соответственно (см. рис.). Плотность воды $\rho_0 = 10^3$ кг/м³, а плотность масла $\rho_m = 0,8 \cdot 10^3$ кг/м³. Сверху стаканы соединены заполненной водой тонкой трубкой с краном. Открытые концы трубки погружены на $2H$ в каждую из жидкостей. Какие уровни установятся в стаканах, если кран открыть?

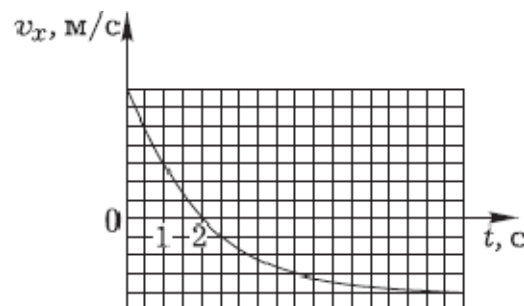


Задача 3. Электронный ключ. В электрической цепи (см. рис.) сопротивление резисторов $R_0 = 15$ Ом, $r = 16$ Ом. Параллельно резистору r подсоединён электронный ключ D (диод). Вычислите сопротивление резистора R_1 , если суммарная мощность, выделяемая на резисторах R_1 и r , не зависит от полярности приложенного напряжения.

Примечание. Полупроводниковый диод – это электронное устройство, которое пропускает электрический ток только в одном направлении (по стрелке на рисунке). При этом сопротивление диода пренебрежимо мало.



Задача 4. Старый график. В архивах экспериментатора Глюка нашли график (см. рис.) изменения со временем проекции на вертикальную ось скорости шарика, который был выпущен из пневматического пистолета вертикально вверх с балкона 71-го этажа. Масштаб на оси скорости от времени выцвел, а на оси времени частично сохранился. Определите начальную скорость шарика и скорость, с которой шарик упал на землю. Ветра в день эксперимента не было.



Задача 1. Два против одного. Три одинаковые длинные «резинки», которые при растяжении подчиняются закону Гука, уложили параллельно друг другу и совместили концы, которые с одной стороны связали узлом. Два свободных конца взял в руки Вася, а третий свободный конец – Петя. Ребята разошлись на некоторое расстояние. Вася, держа концы резинок, побежал на север со скоростью 8 м/с, а Петя, держа свою резинку, – на восток со скоростью 9 м/с. В тот момент, когда резинки выпрямились и совсем немного растянулись, они расположились в направлении «восток-запад». С какой по модулю скоростью двигался в этот момент узел?

Задача 2. Динамометр. В установке (см. рис.) масса

динамометра равна M , а массы грузов – m_1 и m_2 .

Коэффициент трения между динамометром и поверхностью стола μ . Участки AB и CD нити

горизонтальны. Массами обеих нитей, блоков, а также пружинки можно пренебречь. Найдите показания динамометра, если во время его движения они постоянны.



Задача 3. Вода и бензин. Два стакана высотой $11H$

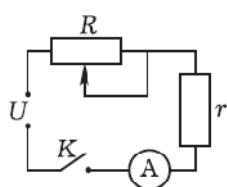
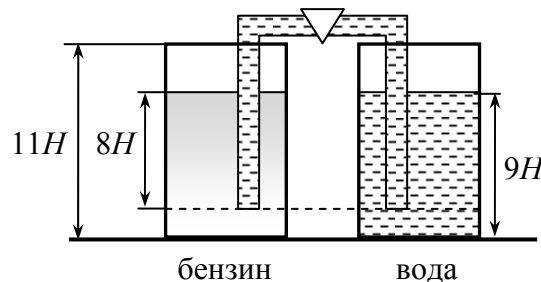
заполнены до уровня $9H$ водой и бензином

соответственно (см. рис.). Плотность воды $\rho_0 = 1 \text{ г/см}^3$, а

плотность бензина $\rho_6 = 0,72 \text{ г/см}^3$. Сверху стаканы

соединены заполненной водой тонкой трубкой с краном. Открытые концы трубки погружены на $8H$ в

каждую из жидкостей. Какие уровни установятся в стаканах, если кран открыть?



Задача 4. В поисках максимума. Электрическая цепь (см. рис.) подключена к

сети постоянного напряжения. При изменении сопротивления переменного

резистора R на нём выделяется мощность $P_0 = 16 \text{ Вт}$ при токах $I_1 = 1 \text{ А}$ и $I_2 = 4 \text{ А}$.

Определите наибольшую мощность P_{max} , которая может выделяться на резисторе R .

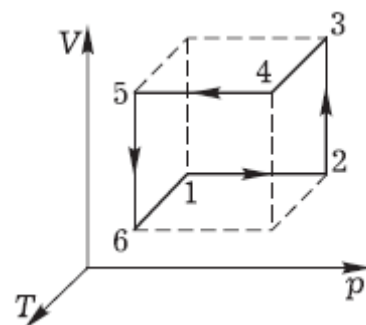
Задача 5. Необычная теплоёмкость. Идеальный одноатомный газ расширился в политропном

процессе. При этом оказалось, что отношение совершенной газом работы к количеству

подведённой к нему теплоты составило $\alpha = 2,5$. Вычислите молярную теплоёмкость C газа в этом

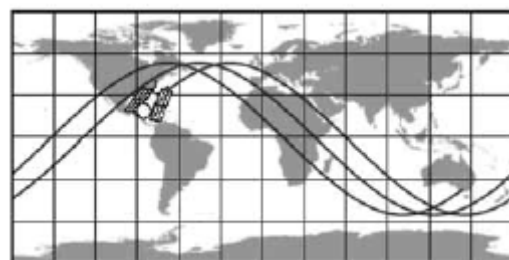
процессе. *Примечание.* Политропным называется процесс, протекающий с постоянной теплоёмкостью.

Задача 1. Неплоский процесс. Над одноатомным идеальным газом производят сложный процесс (см. рис.), который состоит из шести простых процессов. График каждого из простых процессов параллелен одной из координатных осей. У точки 1 координаты (p, V, T) , а у точки 4 – $(3p, 3V, 3T)$.

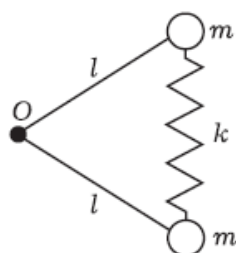


1. Среди простых процессов найдите все изотермические.
2. Определите в них изменение внутренней энергии газа.
3. Найдите все процессы, изменение внутренней энергии которых $\Delta U = 0$.

Задача 2. Космическая станция. На большом экране в Центре управления полётами отображается траектория Международной космической станции (МКС) – след от пересечения поверхности Земли прямой, проведённой от центра Земли к станции (см. рис.). Станция движется по круговой орбите. Оцените с помощью данного рисунка высоту h космической станции над поверхностью Земли. Считайте, что радиус Земли равен $R = 6380$ км, ускорение свободного падения на поверхности земли $g = 9,81$ м/с².

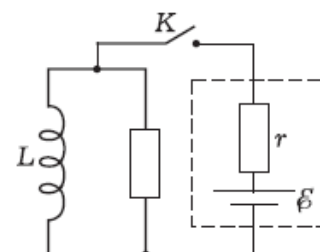


Задача 3. Колебания системы. Период малых колебаний системы (см. рис.) около положения



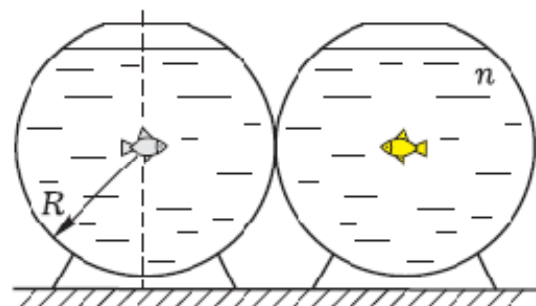
равновесия равен $T = 2\pi\sqrt{m/k}$, где m – масса каждого из шариков, а k – жёсткость пружины. Соединение лёгких стержней шарнирное и закреплено в точке O . Найдите длину L пружины в нерастянутом состоянии. *Примечание.* При сжатии пружина не сгибается.

Задача 4. Цепь с катушкой. Электрическая цепь (см. рис.) состоит из источника постоянного тока с



ЭДС $\mathcal{E}$ и внутренним сопротивлением r , катушки индуктивности L и сопротивления неизвестной величины. Ключ K в схеме сначала замыкают, а затем размыкают в тот момент, когда скорость изменения энергии, запасённой в катушке индуктивностью, достигает максимума. Какое количество теплоты выделится в схеме после размыкания ключа?

Задача 5. Интересное соседство. В речке поймали карася и посадили в шарообразный аквариум радиуса R , а рядом поставили точно такой же аквариум с золотой рыбкой (см. рис.). Карасю такая соседка показалась необычной, и он начал с интересом разглядывать её, плавая в центре аквариума. Заметив наблюдение, золотая рыбка тоже замерла в центре аквариума и стала вглядываться в своего соседа.



1. На каком расстоянии с точки зрения карася плавает золотая рыбка, если показатель преломления воды в аквариумах равен $n = 4/3$?
2. Во сколько раз видимый поперечный размер золотой рыбки отличается от её истинного размера?
3. Прямое или перевернутое изображение соседки видит карась?

Примечание. Считайте, что размеры рыбок много меньше R .

Региональный этап XLIII Всероссийской олимпиады школьников по физике.

2008-2009 учебный год.

Экспериментальный тур. Условия. 7 класс

Задача 1. Спичка. Проведите на миллиметровой бумаге оси X и Y вдоль линий сетки. Прodelайте следующую серию опытов. Бросьте спичку с высоты 15 - 20 см на лист миллиметровой бумаги, приклеенной скотчем к столу. Следите, чтобы, когда вы отпускаете спичку, она находилась в вертикальном положении, а после отскока падала на поверхность листа. Отметьте координаты x_1 и x_2 концов спички. Запишите в таблицу модуль разницы координат $l = |x_2 - x_1|$. Назовём эту величину модулем проекции спички на заданное направление. Повторите этот опыт 30 раз. Аналогичным образом измерьте 30 раз модуль проекции спички на ось Y . Полученные результаты также занесите в таблицу. Рассчитайте среднее арифметическое всех полученных значений проекций.

$$\langle l \rangle = (l_1 + l_2 + \dots + l_{60})/60$$

Измерьте длину спички L и определите отношение $\alpha = L/\langle l \rangle$.

Оборудование. Спичка, лист миллиметровой бумаги.

Рекомендации организаторам. Лист миллиметровой бумаги должен быть формата не меньше А4. Для удобства его следует прикрепить к столу (например, скотчем). Головку спички следует заранее удалить.

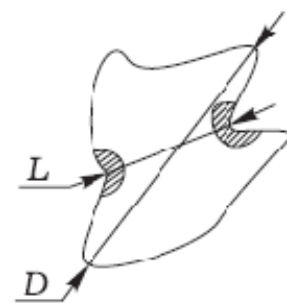
Задача 2. Диаметр неправильного тела. Определите диаметр D тела неправильной формы и длину L его перетяжки с наибольшей точностью. Опишите методику измерений.

Примечание. Диаметр тела называется наибольшее расстояние между двумя его точками. Для двух областей плоского тела, выделенных цветом, длиной перетяжки называется минимальное расстояние между точками границы тела, принадлежащими разным областям.

Пример приведён на рисунке.

Оборудование. Плоское тело неправильной формы, лист миллиметровой бумаги, линейка, нить.

Рекомендации организаторам. Для изготовления тела неправильной формы можно взять плотный картон или разделитель для блочной тетради. Две выемки нужно выделить цветом.



Региональный этап XLIII Всероссийской олимпиады школьников по физике.

2008-2009 учебный год.

Экспериментальный тур. Условия. 8 класс

Задача 1. Капель.

1. Определите объём V_0 одной капли воды из шприца. При капании держите шприц вертикально иглой вниз. Старайтесь, чтобы скорость капания не превышала 1 капли в секунду. Напишите, от чего зависит точность измерений.
2. Повторите опыт с мыльным раствором.
3. Определите коэффициент поверхностного натяжения σ_m мыльного раствора, если известно, что для воды при комнатной температуре он равен $\sigma_0 = 72 \cdot 10^{-3}$ Н/м.

Примечание. Капля жидкости удерживается на кончике иглы шприца силой поверхностного натяжения $F_{п.н.}$, пропорциональной коэффициенту σ . При увеличении размеров капли наступает момент, когда $F_{п.н.}$ достигает своего максимального значения, и при дальнейшем увеличении массы капли происходит её отрыв. Поэтому масса капли пропорциональна σ .

Оборудование. Инсулиновый шприц, стаканы с водой и мыльным раствором, пустой стакан.

Рекомендации организаторам. Мыльный раствор должен быть достаточно концентрированным, чтобы коэффициенты поверхностного натяжения σ_0 и σ_m отличались более, чем в полтора раза.

Для приготовления раствора удобно брать стиральный порошок или моющее средство.

Используйте одноразовые стаканчики.

Задача 2. Вертушка.

1. Из листа бумаги и чупа-чупса соберите вертушку, которая бы делала максимальное число оборотов при её падении с фиксированной высоты.
2. Придумайте метод точного измерения числа совершённых вертушкой оборотов и измерьте это число для вашей вертушки при падении с высоты около одного метра. Результаты предъявите дежурному члену жюри. После этого чупа-чупс можете съесть!

Примечание. Крепление бумаги к конфете производится следующим образом: в листе ножницами делаются необходимые отверстия. Лист надевается на пластмассовую ножку конфеты, через отверстие в ножке продевается булавка, которая и удерживает чупа-чупс.

Оборудование. Чупа-чупс, 3 листа бумаги формата А4, ножницы, булавка, нить, скотч.

Рекомендации организаторам. В качестве бумаги рекомендуется выдавать ватман. По просьбе участника можно выдавать дополнительные листы бумаги (чтобы неограничивать число конструкций). В ножке чупа-чупса можно заранее проделать несколько отверстий на разном уровне, чтобы втыкание булавки не вызывало затруднений. Длина нити не должна быть меньше 2 м.

Региональный этап XLIII Всероссийской олимпиады школьников по физике.

2008-2009 учебный год.

Экспериментальный тур. Условия. 9 класс

Задача 1. Зебра. Предположим, что в некотором помещении стоит животное: либо зебра, либо лошадь. Входная дверь имеет вставки из матового стекла, образец которого выдан вам. При помощи имеющегося оборудования оцените, при каком расстоянии от животного до двери проходящий по коридору человек сможет точно определить, кто именно находится в комнате. Считайте, что ширина чёрных и белых полос зебры $d_0 = 6$ см.

Примечание. Стекло имеет только одну матовую поверхность. Учтите это при выполнении эксперимента. Чёткость картинки зависит от освещённости объекта, который вы рассматриваете сквозь матовое стекло. Постарайтесь учесть это при выполнении работы, чтобы в одной серии экспериментов не было измерений при разных уровнях освещённости объектов.

Оборудование. Матовое стёклышко (размером 6×4 см), штатив, линейка, лист бумаги с рисунками со штриховкой с известным шагом d от 2 до 7 мм, скотч, ножницы (одни на аудиторию).

Рекомендации организаторам. На рисунках изображается штриховка из чёрных и белых полос одинаковой ширины (см. рис.). Ширина полос от рисунка к рисунку меняется в диапазоне от 2 до 7 мм с шагом 0,5 мм. Деления на выдаваемой линейке должны начинаться от края. Аудитория должна быть хорошо и равномерно освещена, и освещение не должно меняться в течение эксперимента.



Задача 2. Скрытый уровень. Определите уровень жидкости в коробке.

Оборудование. Картонный пакет из-под сока, частично наполненный водой, с небольшим отверстием на верхней грани и с приклеенной миллиметровой шкалой сбоку, пластиковая гибкая трубка, салфетка.

Рекомендации организаторам. Удобно брать пакеты из-под сока объёмом 0,5 л с отверстием под трубочку. Освободите пакет от сока. Промойте его и приблизительно на две трети заполните кипячёной водой. Если объёмы налитой жидкости в разных пакетах разные, пакеты следует пронумеровать. Гибкие трубки удобно брать от наборов для переливания крови, продающихся в аптеках. Длина выдаваемой трубки должна быть не менее удвоенной высоты коробки.

В качестве шкалы рекомендуется наклеить на пакет полоску миллиметровой бумаги шириной 1 см и длиной, равной высоте коробки (отверстие для трубочки должно быть обращено вверх).

Региональный этап XLIII Всероссийской олимпиады школьников по физике.

2008-2009 учебный год.

Экспериментальный тур. Условия. 10 класс

Задача 1. Столкновение монет. Рассмотрите центральный удар пятикопеечной монеты массой $M = 2,56$ г. об однокопеечную массой $m = 1,46$ г. Необходимо установить, какая доля γ кинетической энергии E_0 налетающей монеты выделяется в виде теплоты при столкновении.

Оборудование. Две монеты известной массы, лист бумаги, ластик, карандаш, линейка, скотч, ножницы (одни на аудиторию).

Рекомендации организаторам. Лист бумаги следует скотчем закрепить на рабочем столе.

Наиболее удобно использовать прозрачную пластиковую линейку.

Задача 2. Брусочки. Определите вес брусочков.

Оборудование. Три одинаковых брусочка, кнопка неизвестной массы, нитка, набор грузов и бумажная чашечка с известными массами.

Рекомендации организаторам. Грузы должны иметь массы от одного грамма до 20 г, а их суммарная масса должна быть не меньше утроенной массы бруска. Например, можно взять набор монет разного достоинства и несколько крупных гаек. Следует указать массы грузов и чашечки для них. Для изготовления брусков рекомендуется взять рейку из мягких пород дерева (например, сосна), чтобы в них хорошо втыкалась кнопка. Размеры бруска должны быть примерно $6 \times 3 \times 2$ см, а все их углы – прямые, чтобы брусок стоял на столе строго вертикально на любой грани. Лучше взять обычные канцелярские кнопки с треугольными остриями. Бумажную чашечку следует изготовить из плотной бумаги или картона в форме небольшой коробочки. Она должна вмещать все монеты и выдерживать их вес. Стоит предусмотреть отверстия для крепления нити.

Региональный этап XLIII Всероссийской олимпиады школьников по физике.

2008-2009 учебный год.

Экспериментальный тур. Условия. 11 класс

Задача 1. Бюрократия. «Чёрный ящик» представляет собой несколько листов бумаги, скреплённых друг с другом, лежащих на стеклянной подложке. Определите количество листов бумаги в «чёрном ящике». Подумайте, как можно увеличить точность вашего эксперимента.

Примечание. Нельзя вскрывать «чёрный ящик», откреплять листы «чёрного ящика» друг от друга, рвать или мять их.

Оборудование. Штатив с двумя лапками, две линейки, шарик от настольного тенниса, 15 листов бумаги формата А5, «чёрный ящик», стеклянная пластинка.

Рекомендации организаторам. Линейки должны быть длиной 50 см. Бумага офисная 80 г/м².

Чтобы получить листы А5, можно резать А4 пополам. «Чёрный ящик» можно изготовить из фоторамки 15 см×20 см и 8 листов бумаги (конструкция собирается таким образом, чтобы листы располагались поверх стекла фоторамки). Стеклянная пластинка должна быть аналогична той, что в «чёрном ящике». Листы должны прилегать друг к другу плотно, но не быть деформированными.

Задача 2. Очень медленный маятник. Из предоставленного вам оборудования изготовьте маятник, период колебания которого будет равен $T = 5$ с, и предъявите его жюри.

Примечание. Возможны различные виды маятников, в частности, можно изготовить физические или крутильные маятники. Пользоваться какими-либо часами или секундомерами запрещается.

Оборудование. Штатив с лапкой, катушка ниток, три линейки.

Рекомендации организаторам. Нити должны легко рваться руками, в противном случае нужно выдать ножницы.