



Кировское областное государственное автономное образовательное
учреждение дополнительного образования
«ЦЕНТР ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ОДАРЕННЫХ ШКОЛЬНИКОВ»

ФИЗИКА, 2015

**ЗАДАНИЯ, РЕШЕНИЯ
И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

по проверке и оценке решений
II (муниципального) этапа
всероссийской олимпиады школьников
по физике

в Кировской области
в 2015/2016 учебном году

**Киров
2015**

Печатается по решению региональной предметно-методической комиссии все-
российской олимпиады школьников по физике

Задания, решения и методические указания по проверке и оценке решений II
(муниципального) этапа всероссийской олимпиады школьников по физике в Киров-
ской области в 2015/2016 учебном году. – Киров: Изд-во ЦДООШ, 2015. – 20 с.

Адрес для переписки: center@extedu.kirov.ru

Авторы и источники задач

Василевская Л. И.: 10.4, 10.5, 11.5

Кантор П. Я.: 7.4, 9.3, 10.1, 11.3

Коханов К. А.: 8.3, 8.5, 9.2, 9.4, 9.5, 9.6, 10.2, 11.1, 11.2

Первошиков Д. В.: 9.1

Позолотин А. П.: 11.4

Сорокин А. П.: 7.1, 7.2, 7.3, 7.5, 8.1, 8.2, 8.4, 10.3, 10.6, 11.6

Научное редактирование

Кантор П. Я., канд. физ.-мат. наук, доцент

Подписано в печать 30.10.2015.

Формат 60×84¹/₁₆. Бумага типографская. Усл. печ. л. 1,25

Тираж 1328 экз.

© Кировское областное государственное автономное образовательное учреждение дополни-
тельного образования «Центр дополнительного образования одарённых школьников», Киров,
2015

ОРГКОМИТЕТУ И ЖЮРИ II ЭТАПА ВСЕРОССИЙСКОЙ ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ

1. Рекомендуемая продолжительность олимпиады для учащихся VII-VIII класса – 2 часа 40 минут, для учащихся IX–XI классов – 3 часа 20 минут, не считая времени, потраченного на заполнение титульных листов и разъяснение условий задач.

2. Работы муниципального этапа *шифруются*. Поэтому перед началом олимпиады следует предупредить всех участников, что в работе нельзя делать никаких пометок, которые бы указывали на авторство работы. Необходимые персональные сведения участники вносят только на титульный лист, не скреплённый с работой. После сдачи участником работы представитель оргкомитета на каждом листе работы (включая титульный) пишет номер шифра (например, указывающий № класса и № работы (7–01, 7–02,..., 11–01, 11–02,...)). Затем шифрованные работы (без титульных листов) передаются для проверки в жюри.

Дешифровка работ осуществляется после окончания проверки.

3. Если в работе приведено несколько решений, то жюри оценивает худшее из них. Если в работе нет прямого указания на использование черновика при проверке работы, то проверяющие не должны учитывать полученные в черновике результаты.

4. Членам жюри необходимо *выполнить решения экспериментальных задач заранее*. Экспериментальная задача решается каждым участником олимпиады индивидуально. Каждый участник получает оборудование не более, чем на 1/5 времени, отведённого на выполнение олимпиадной работы (учащиеся VII-VIII класса – на 30 мин, IX-XI классов – на 40 мин).

5. Сразу после выполнения заданий проводится разбор решений, о чём следует объявить учащимся заранее, перед началом олимпиады.

6. До проверки члены жюри должны решить все задачи, изучить предлагаемые решения и указания по проверке и оценке решений задач своего класса.

7. Предлагается разбалловка решений задач, но она носит *рекомендательный* характер. При выставлении баллов следует учитывать, что максимальная оценка за решение каждой задачи не может превышать 10 баллов. Поэтому максимальное количество баллов в VII-VIII классе равно 50, в IX-XI – 60.

8. В процессе показа работ учащиеся знакомятся со своими результатами, и, в случае несогласия с оценкой жюри, имеют право подать апелляцию, в ходе которой обосновать своё решение. По результатам апелляции *жюри может оценку изменить или оставить ее без изменения*.

Желаем успеха!

РЕКОМЕНДАЦИИ ОРГКОМИТЕТУ ОЛИМПИАДЫ ПО ПОДГОТОВКЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ЗАДАЧ

VIII КЛАСС

Масса тела должна в 3-4 раза превосходить массу динамометра; тело должно иметь возможность крепления с нитью.

IX КЛАСС

Объёмы стакана и пластилина подбираются так, чтобы объём пластилина был в несколько раз меньше внутреннего объёма стакана. Для эксперимента подойдёт стаканчик от лабораторного калориметра.

XI КЛАСС

Сопротивление пружины должно промеряться с помощью мультиметра. Учащимся следует сообщить плотность, массу и удельное сопротивление материала, из которого изготовлена пружина.

УСЛОВИЯ ЗАДАЧ ДЛЯ VII КЛАССА

1. «На эскалаторе». Два мальчика начинают идти навстречу друг другу с противоположных концов двух параллельных эскалаторов, движущихся в разных направлениях; при этом каждый из них идёт против движения эскалатора. Определите, через какое время они встретятся, если длина эскалатора $l = 140$ м. Скорости движения эскалаторов одинаковые и равны $u = 0,5$ м/с. Скорость первого мальчика относительно эскалатора равна $u_1 = 2$ м/с, второго $-u_2 = 3$ м/с.

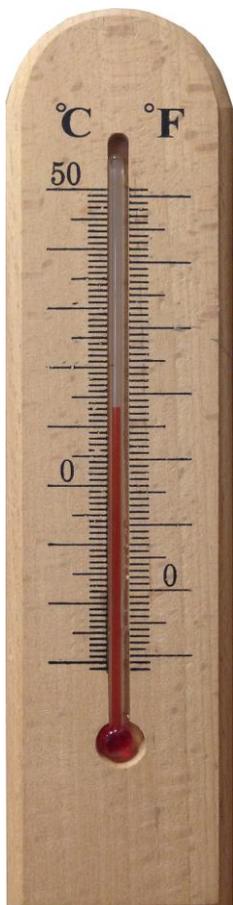


Рис. 7.1

2. «На дне». Объясните, почему дно некоторых кастрюль, используемых для разогрева содержимого на плите, нередко выгибается наружу.

3. «Двойной термометр». На рис. 7.1 изображён термометр с двумя шкалами: в градусах Цельсия ($^{\circ}\text{C}$) и Фаренгейта ($^{\circ}\text{F}$). Часть цифр на термометре стёрлась. Определите, какую температуру в градусах Фаренгейта он показывает. Чему равна по шкале Фаренгейта нормальная температура ($36,6^{\circ}\text{C}$) человеческого тела? Известно, что температура кристаллизации воды примерно равна 32 градусам по Фаренгейту.

4. «Бумага». Поверхностная плотность (отношение массы к площади) бумаги, на которой вы выполняете олимпиадную работу, составляет 80 г/м². В США вместо поверхностной плотности принято использовать так называемую американскую приведённую плотность, равную массе 500 листов бумаги размером 17 на 22 дюйма, выраженную в фунтах или в килограммах. Известно, что один дюйм равен $2,54$ см. Вычислите американскую приведённую плотность вашей бумаги в килограммах.

5. Экспериментальная задача «Что больше?». Сравните объёмы спичечного коробка и мячика для настольного тенниса.

Оборудование: спичечный коробок, мячик для настольного тенниса, шкала с делениями, нанесённая на этом бланке с заданиями.

Указание: объём шара радиусом R равен $V = 4\pi R^3/3$, длина окружности с радиусом R равна $L = 2\pi R$, где $\pi = 3,14$.

УСЛОВИЯ ЗАДАЧ ДЛЯ VIII КЛАССА

1. «Сухая доска». Определите, какой максимальный объём воды сможет впитать сухая деревянная доска размерами 4 см х 10 см х 600 см. Плотность сухой древесины 470 кг/м^3 , влажной – 500 кг/м^3 . Изменением объёма доски при впитывании влаги и массой воздуха в порах пренебречь. Плотность воды равна 1000 кг/м^3 .

2. «Шестерёнка». Две шестерёнки, имеющие одинаковые массы, внешние радиусы и количества зубцов, стоят на ребре (рис. 8.1). Объясните, при качении какой из них нужно совершать меньшую работу, если у левой шестерни ширина зубцов больше, чем у правой.

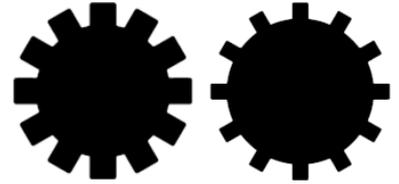


Рис. 8.1

3. «Плавание». Две пластиковые бутылки объёмом 1,5 л и одинаковой массы закрыты крышками и помещены под воду, как показано на рис. 8.2. Бутылки связаны между собой нитью, перекинутой через блок так, что основаниями касаются поверхности воды. Через некоторое время в одну из бутылей начала поступать вода. Определите, какой объём пустой бутылки будет выступать из воды, когда в негерметичную попадёт 100 г жидкости. Известно, что $g = 10 \text{ м/с}^2$, плотность воды равна 1000 кг/м^3 , трения в оси блока нет.

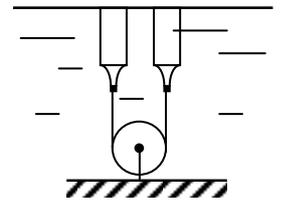


Рис. 8.2

4. «Чаепитие». Коля не любит пить горячий чай, поэтому всегда добавляет в него 2 кубика льда с массой $m_n = 10 \text{ г}$ каждый. Определите конечную температуру чая t , если Коля

- А) кладёт второй кубик в чай сразу после того, как растает первый;
- Б) кладёт кубики одновременно.

Сделайте вывод, какой способ предпочтительнее для более эффективного понижения температуры.

Масса воды в стакане $m_в = 100 \text{ г}$, начальная температура чая $t_в = 100 \text{ }^\circ\text{C}$, температура кусочков льда $t_0 = 0 \text{ }^\circ\text{C}$, удельная теплоёмкость воды $c = 4200 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{ }^\circ\text{C)}$, удельная теплота плавления льда $\lambda = 3,3 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}$. Теплоёмкостью стакана, а также потерями теплоты в окружающую среду пренебречь.

5. Экспериментальная задача «Масса прибора». Определите массу динамометра.

Оборудование: динамометр, нить, тело неизвестной массы.

УСЛОВИЯ ЗАДАЧ ДЛЯ IX КЛАССА

1. «Испытание на планете». На неизвестной планете вертикально вверх было брошено тело. Известно, что на высоте 2 м от точки бросания его скорость была равна 6 м/с, а на высоте 4 м – 4 м/с. С какой скоростью было брошено тело и каково ускорение свободного падения на этой планете?

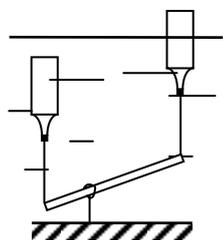


Рис. 9.1

2. «Равновесие». Две пластиковые бутылки объёмом 1,5 л и одинаковой массы 40 г закрыты крышками, привязаны нитями к неравноплечему рычагу и помещены под воду. Когда система пришла в равновесие, одна из бутылей оказалась под водой, а другая – частично над водой, как показано на рис. 9.1. Через некоторое время в левую бутылку стала поступать вода. Определите, какой объём пустой бутылки будет выступать из воды, когда в негерметичную попадёт 100 г жидкости. Известно, что $g = 10 \text{ м/с}^2$, плотность воды равна 1000 кг/м^3 , плечи рычага относятся друг к другу как 1:2; после заполнения левой бутылки водой конец рычага не касается дна.

3. «Воспоминания о лете». На рис. 9.2 приведена фотография грунта на типичном черноморском пляже (подобные структуры можно встретить также на берегу р. Вятка). Прогуливаясь вдоль берега, можно идти либо по песку (а), либо по гальке (в), либо по границе между ними (б). Основываясь на жизненном опыте и привлекая физические соображения, определите, какой способ ходьбы из трёх вышеперечисленных окажется самым удобным.



Рис. 9.2

Предполагается, что если при ходьбе нога куда-то проваливается, то приятного в этом мало.

4. «Понижение сопротивления». К трём соединённым последовательно резисторам с сопротивлениями 1 Ом, 2 Ом и 3 Ом подключают четвёртый так, что сопротивление цепи уменьшается в три раза. Определите минимальное и максимальное значения сопротивления четвёртого резистора и изобразите схемы его подключения.

Предполагается, что порядок последовательного включения известных резисторов в первом и втором случаях может различаться; сопротивление четвёртого резистора неотрицательно ($R \geq 0$).

5. «Наблюдение». Муравей бежит по горизонтальной поверхности стола с постоянной по величине и направлению скоростью $v_1 = 2 \text{ см/с}$. На линии, расположенной параллельно траектории муравья, установлено плоское зеркало так, что поверхность зеркала перпендикулярна поверхности стола. Зеркало отодвигают от начального положения со скоростью $v_2 = 3 \text{ см/с}$ в направлении, перпендикулярном его поверхности. С какой скоростью движется изображение муравья относительно поверхности стола?

6. Экспериментальная задача «Пластилин в стакане». Сравните вместимость цилиндрического стакана и объём куска пластилина.

Оборудование: цилиндрический стакан, кусок пластилина.

УСЛОВИЯ ЗАДАЧ ДЛЯ X КЛАССА

1. «Разгон». В результате резкого нажатия на педаль акселератора («газа» или «разгона») передние колёса первоначально покоившегося автомобиля за ничтожное время раскручиваются до угловой скорости $\omega = 80$ рад/с, которая в дальнейшем остаётся неизменной. За какое время автомобиль разгонится до скорости $v = 18$ км/ч? Какой максимальной скорости v_m достигнет автомобиль? Диаметр колеса $D = 0,6$ м. Коэффициент трения μ между шинами и дорожным покрытием равен $0,5$. Вес автомобиля равномерно распределён между его четырьмя колёсами.

2. «Движение грузика». Жёсткая спица AB закреплена под углом α к горизонту. Сквозь неё продето лёгкое колечко, к которому прикреплена невесомая нить с грузиком массой m (рис. 10.1). Колечко и грузик отпускают так, что грузик движется без раскачивания параллельно спице AB с постоянным ускорением. Определите это ускорение, а также пройденный грузиком путь в тот момент, когда его скорость окажется равной v . Трением между колечком и спицей пренебречь. Ускорение g считать известным.

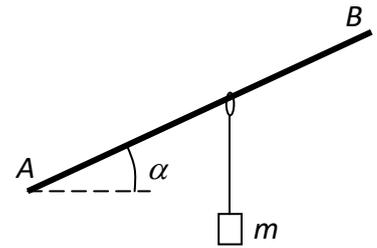


Рис. 10.1

3. «Кубик и шарик». В стакан с водой при температуре $t = 70^\circ\text{C}$ кладут сначала ледяной кубик, в результате чего температура в сосуде понижается до $t_1 = 60^\circ\text{C}$, а затем ледяной шарик, в результате чего температура понижается до $t_2 = 52^\circ\text{C}$. Найдите отношение массы кубика к массе шарика $m_k/m_{ш}$.

Температура льда равна $t_0 = 0^\circ\text{C}$, удельная теплоёмкость воды $c = 4200$ Дж/(кг \cdot $^\circ\text{C}$), удельная теплота плавления льда $\lambda = 330$ кДж/кг. Теплоёмкостью стакана и потерями тепла в окружающую среду пренебречь.

4. «Проволочное кольцо». Из проволоки длиной $l = 1$ м, имеющей сопротивление $R = 1$ Ом, сделано кольцо. Где следует присоединить к нему провода, чтобы сопротивление между точками подключения проводов оказалось равным $r = 0,1$ Ом?

5. «Изображение». Высота изображения предмета, находящегося на расстоянии $d = 10$ см от линзы получается в 3 раза больше, чем высота самого предмета. Выполните построение изображения в линзе, соответствующее описанной ситуации, и найдите с использованием построений фокусное расстояние линзы.

6. Экспериментальная задача «Скольжение». Определите коэффициент трения скольжения пластикового стаканчика о поверхность бумаги.

Оборудование: пластиковый стаканчик объёмом $V = 100$ мл, бумага, динамометр, вода, нить.

УСЛОВИЯ ЗАДАЧ ДЛЯ XI КЛАССА

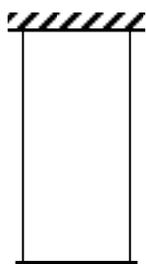


Рис. 11.1

1. «Стержень от штатива». Пластиновый шарик массой $m = 0,05$ кг, двигаясь со скоростью $v = 5$ м/с, падает точно в середину тонкого металлического стержня массой $M = 0,7$ кг, подвешенного к потолку с помощью двух нитей одинаковой длины $l = 5$ м, и прилипает к нему (рис. 11.1). Определите высоту, на которую поднимется стержень с шариком и минимальное время, через которое скорость стержня станет равной нулю.

Считайте, что перед попаданием в стержень скорость шарика была направлена перпендикулярно плоскости, образованной нитями и стержнем; сопротивление воздуха отсутствует; ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

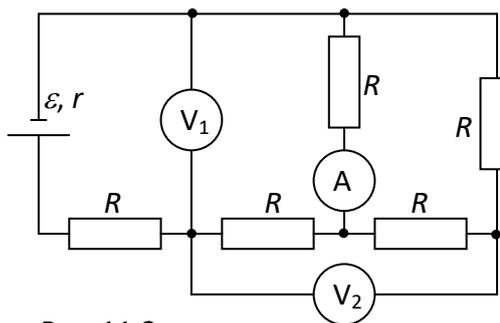


Рис. 11.2

2. «Изучение тока». В схеме, показанной на рис. 11.2, определите показания всех идеальных приборов. Указанные на схеме физические величины считать известными.

3. «Гоночный автомобиль». Переднеприводной гоночный автомобиль способен развивать скорость 280 км/ч. За какое минимальное время автомобиль может пройти горизонтальный участок прямой трассы длиной 4,5 км, если коэффициент трения между шинами и дорожным покрытием равен 0,4? Согласно регламенту соревнований скорость на трассе не должна превышать 108 км/ч, автомобиль стартует из состояния покоя, а в точке финиша должен остановиться. Вес автомобиля равномерно распределён между его четырьмя колёсами, каждое из которых снабжено эффективно работающим тормозом.

4. «В шаре». В полом стеклянном шаре находится воздух объёмом V_0 и скомканный герметично закрытый полиэтиленовый пакет, содержащий неизвестный газ объёмом V_1 . Давление воздуха равно p_1 . Каким станет объём газа в пакете, если из шара откачать часть воздуха массой Δm ?

После откачивания воздуха пакет остается частично скомканным, упругостью полиэтилена можно пренебречь; молярная масса воздуха равна μ , процесс идёт при постоянной температуре T .

5. «Два шарика». Заряд одного из двух одинаковых шариков по модулю в 5 раз больше другого. Сила взаимодействия между шариками равна $F = 5$ Н. Определите силу взаимодействия между шариками после того, как их привели в соприкосновение и раздвинули на прежнее расстояние. Рассмотреть два случая:

- А) шарики заряжены одноимённо;
- Б) шарики заряжены разноимённо.

6. Экспериментальная задача «Длина пружины». Определите длину проволоки, из которой изготовлена пружина.

Оборудование: металлическая пружина, мультиметр.

Примечание: массу, плотность и удельное сопротивление материала, из которого изготовлена пружина, считать известными.



ДОРОГИЕ ДРУЗЬЯ! 10 ДЕКАБРЯ 2015 ГОДА

пройдёт традиционная международная природоведческая игра-конкурс «ГЕЛИАНТУС».

Приглашаем Вас принять участие!

Целями игры является предоставление участникам возможности попробовать свои силы в решении интересных и занимательных задач по указанным предметам, получение сравнительной оценки знаний. Игра становится все более популярной в нашей стране: в прошедшем году в российском конкурсе приняли участие школьники из 48 регионов.

Участвовать в конкурсе могут все желающие школьники 1–11-х классов без всякого предварительного отбора. Ученикам из 1–2, 3–4, 5–6, 7–8, 9 и 10–11-х классов будет предложено соответственно 16, 16, 20, 28, 36 и 40 заданий об окружающих явлениях с точки зрения названных предметов. Все вопросы будут связаны со следующими объектами: ЗРЕНИЕ, ОБОНЯНИЕ, ВКУС, ОРИЕНТАЦИЯ.

Участникам из 1–4-х классов о каждом объекте игры будет предложено по четыре вопроса природоведческого характера. В 5–11-х классах основная часть вопросов о зрении будет связана с физикой, об обонянии – с химией, о вкусе – с биологией, об ориентации – с географией. Например, в 7–8-х классах о *зрении* будет 4 вопроса по физике и по одному – по химии, биологии и географии; об *обонянии* – 4 вопроса по химии и по одному – по другим предметам и т. д. В целом спецификация заданий такова:

в 1–2-х и 3–4-х классах 4 вопроса о каждом объекте, в 5–6-х классах 2 + 1 + 1 + 1 вопрос о каждом объекте, в 7–8-х классах 4 + 1 + 1 + 1 вопрос о каждом объекте; в 9-м классе 3 + 2 + 2 + 2 вопроса о каждом объекте; в 10–11-х классах 4 + 2 + 2 + 2 вопроса о каждом объекте.

Стоимость всех вопросов составляет **1 балл**.

При выполнении заданий решений к ним писать не нужно: достаточно выбрать из предложенных вариантов ответа правильный и отметить его номер на специальном бланке. На работу в 1–4-х классах отводится 45 минут, в 5–11-х классах – 1 час 30 минут. Итоги конкурса подводятся отдельно по каждому классу. В начале марта школы получают ведомости с результатами своих участников и местом каждого в международном и общероссийском списке своей параллели, все участники игры – соответствующие сертификаты, а лучшие – призы.

На сайте Центра дополнительного образования одарённых школьников (<http://www.cdoosh.ru/>) можно познакомиться с заданиями прошлых лет.

Вот несколько заданий конкурса «Гелиантус-2014»:

1 (1–2 класс). На каком аппарате можно надолго погружаться в морские глубины для их изучения?



А



Б



В



Г

2 (3–4 класс). Международная морская организация (ИМО) находится в Лондоне, в её состав входит 170 стран. Организация занимается проблемами моря и морского транспорта. Укажите эмблему этой организации.



А



Б



В



Г

3 (5–6 класс). На поверхность какого космического объекта учёные не планируют осуществлять посадку исследовательских космических станций?

А Кометы Чурюмова–Герасименко Б Солнца В Марса Г Венеры Д Фобоса – спутника Марса

4 (7–8 класс). Перед вами изображения обычных животных в необычном ракурсе. Укажите, кому принадлежат приведённые изображения.



А представителям отряда Чешуйчатые (ящерицы и змеи) Б тропическим рыбам

В птицам семейства Колибри

Г представителям отряда Чешуекрылые (бабочки)

Д ящерам и броненосцам

5 (9 класс). Одно из суждений Аристотеля о шарообразности Земли было таким: «Путешественники, возвратившиеся с востока – из Индии и с запада – из Африки, рассказывают о том, что и там, и там есть ОНИ. Но ОНИ могут быть только в одной стране. Значит, идя на восток или на запад, мы равно достигаем страны, населённой ими. Значит, Земля – шар». Кто – ОНИ?

А бегемоты

Б волки

В жирафы

Г слоны

Д тигры

РЕШЕНИЯ И РАЗБАЛЛОВКА ПО ЗАДАЧАМ

VII КЛАСС

1. «На эскалаторе». Мальчики двигаются относительно земли со скоростями $u_{10} = (2 - 0,5) \text{ м/с} = 1,5 \text{ м/с}$ (1) и $u_{20} = (3 - 0,5) \text{ м/с} = 2,5 \text{ м/с}$ (2). Следовательно, они поравняются через время $t = l / (u_{10} + u_{20}) = 140 \text{ м} / (1,5 \text{ м/с} + 2,5 \text{ м/с}) = 35 \text{ с}$ (3).

Критерии оценивания

Результат (1).....	3
Результат (2).....	3
Ответ.....	4

2. «На дне». При нагревании металла происходит его расширение (1). У поставленной на конфорку кастрюли дно нагревается до большей температуры, чем боковые стенки, поэтому дно расширяется сильнее остальной части сосуда (2). Выгибание дна наружу обусловлено тем, что наружная часть дна прогревается быстрее, чем внутренняя (3). После остывания кастрюли почти незаметная деформация сохраняется вследствие некоторого размягчения металла при высокой температуре. Эффект становится заметным после многократного использования посуды (4).

Критерии оценивания

Утверждение (1).....	3
Вывод (2).....	3
Объяснение (3).....	3
Объяснение (4).....	1

3. «Двойной термометр». Цена деления термометра в градусах Цельсия $C.д. = (50 - 0) / 50 = 1^\circ\text{C}$ (1). Показания термометра в градусах Цельсия $t_c = 13^\circ\text{C}$ (2).

Интервалу от 0 до 32 градусов Фаренгейта соответствуют примерно 16 делений шкалы Фаренгейта. Следовательно, цена деления шкалы Фаренгейта составляет 2 градуса (3). Показания термометра в градусах Фаренгейта $t_f \approx 56^\circ\text{F}$ (4). Температура человеческого тела $t_c \approx 98^\circ\text{F}$ (5).

Критерии оценивания

Нахождение цены деления (1).....	2
Результат (2).....	1
Нахождение цены деления шкалы Фаренгейта (3).....	3
Результат (4).....	2
Результат (5).....	2

4. «Бумага». Площадь стандартного американского листа бумаги составляет $0,0254^2 \cdot 17 \cdot 22 = 0,241 \text{ (м}^2\text{)}$ (1), а площадь 500 листов $0,241 \cdot 500 = 120,6 \text{ (м}^2\text{)}$ (2). Масса бумаги равна $m = 0,08 \cdot 120,6 = 9,65 \text{ (кг)}$.

Критерии оценивания

Результат (1).....	3
Результат (2).....	3
Нахождение массы.....	4
Если результат отличается от приведённого не более чем на 1%, баллы снижать не рекомендуется.	

5. Экспериментальная задача «Что больше?». Измерение объёмов спичечного коробка и мячика для настольного тенниса производится в единицах шкалы с делениями (1).

Для нахождения объёма коробка совмещаем одно из рёбер коробка с нулевым делением шкалы, перекадываем коробок до тех пор, пока на k -ом делении не уложится целое число длин коробков n . Длина коробка равна $a = k/n$. Аналогично находим ширину b и высоту c коробка (2).

При измерении объёма шарика совмещаем риску на шарике с нулевым делением шкалы, прокатываем шарик вдоль шкалы, пока риска не совпадёт с одним из её делений. Из формулы длины окружности $l = m \cdot 2 \cdot \pi \cdot R$, где m – число сделанных шариком оборотов, находим радиус шарика $R = l / (2\pi m)$ (3).

Отсюда искомое отношение равно $V_k / V_{ш} = 3abc / (4\pi R^3)$ (4).

Критерии оценивания

Выбор метода (1).....	1
Описание метода нахождения объёма коробка (2)	1
Измерение объёма коробка	2
Описание метода нахождения объёма шарика (3)	1
Измерение объёма шарика.....	2
Результат или формула (4)	1
Численный результат искомого отношения	2

VIII КЛАСС

1. «Сухая доска». Масса сухой доски $m_c = \rho_c \cdot V$, где ρ_c – плотность сухой древесины, $V = a \cdot b \cdot c$ – её объем. Численно $m_c = 470 \text{ кг/м}^3 \cdot 0,04 \text{ м} \cdot 0,1 \text{ м} \cdot 6 \text{ м} = 11,28 \text{ кг}$ (1). Масса влажной доски $m_d = \rho_d \cdot V$, где ρ_d – плотность влажной древесины. Численно $m_d = 500 \text{ кг/м}^3 \cdot 0,04 \text{ м} \cdot 0,1 \text{ м} \cdot 6 \text{ м} = 12,00 \text{ кг}$ (2). Масса впитавшейся воды $\Delta m = m_d - m_c = 12,00 - 11,28 = 0,72$ (кг) (3). Объем воды $\Delta V = \Delta m / \rho_v$, где $\rho_v = 1000 \text{ кг/м}^3$ – плотность воды. Численно $\Delta V = 0,72 / 1000 = 0,00072 (\text{м}^3)$ (4).

Критерии оценивания

Результат (1).....	3
Результат (2).....	3
Результат (3).....	1
Нахождение искомого (4).....	3

2. «Шестеренка». При качении шестерёнки происходит её последовательное перекатывание с одного зубца на другой. При этом периодически приподнимается её центр масс (1). У левой шестерёнки (с широкими зубцами) центр масс приходится приподнимать на меньшую высоту, чем у правой (2), следовательно, меньшую работу придётся совершать при качении левой шестерёнки (3).

Критерии оценивания

Рассуждение (1).....	4
Рассуждение (2).....	4
Вывод (3)	2

3. «Плавание». Пусть вода попадает в левую бутылку. Тогда при её частичном заполнении водой система будет выглядеть так, как показано на рис. 8.3. При равновесии для левой бутылки $m_b g + m_g g + T = \rho g V$, а для правой $m_b g + T = \rho g (V - V_x)$, где m_b и m_g – масса бутылки и заливной воды соответственно, T – сила натяжения нити, ρ – плотность воды, V – объем бутылки, V_x – объем надводной части бутылки (1), $\rho g V$ – сила Архимеда (2). Исключая из уравнений T , найдём искомый объем: $V_x = m_g / \rho = 0,1 / 1000 = 0,0001 (\text{м}^3)$ (3).

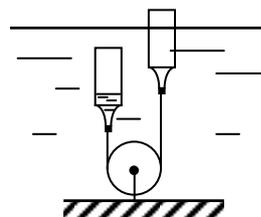


Рис. 8.3

Результат (3) может быть получен из качественных рассуждений. Например: поскольку масса левой бутылки увеличилась на $m_g g$, её действие на нить и на вторую бутылку уменьшилось на эту же величину. Значит и сила Архимеда, приложенная ко второй бутылки, уменьшилась на эту величину.

Критерии оценивания

Рассуждения о равновесии системы, подобные (1)	4
Использование формулы (2)	2
Результат (3).....	4

4. «Чайпитие». Конечная температура чая в стакане не зависит от того, как в него добавляют кубики льда – все сразу, или друг за другом (1). Найдём конечную температуру чая t после добавления всех кубиков. Запишем уравнение теплового баланса: $c \cdot m_{\text{в}} \cdot (t_{\text{в}} - t) = \lambda \cdot 2m_{\text{л}} + c \cdot 2m_{\text{л}} \cdot (t - t_0)$, откуда $t = \frac{c \cdot m_{\text{в}} \cdot t_{\text{в}} - \lambda \cdot 2m_{\text{л}}}{c \cdot (m_{\text{в}} + 2m_{\text{л}})}$. Численно

$$t = \frac{4200 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}) \cdot 0,1 \text{ кг} \cdot 100^\circ\text{C} - 3,3 \cdot 10^5 \text{ Дж}/\text{кг} \cdot 2 \cdot 0,01 \text{ кг}}{4200 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}) \cdot (0,1 \text{ кг} + 2 \cdot 0,01 \text{ кг})} \cong 70^\circ\text{C} \text{ (2)}.$$

Критерии оценивания

Вывод или доказанный результат (1).....	3
Формула для расчёта теплоты, необходимой для нагревания вещества	1
Формула для расчёта теплоты, необходимой для плавления вещества.....	1
Использование уравнения теплового баланса или его запись в общем виде.....	2
Результат (2).....	3

5. Экспериментальная задача «Масса прибора». Динамометр можно взвесить на собственной пружине, удерживая её за крючок (1). Более точный результат можно получить, предварительно взвесив с помощью динамометра тело, а затем, используя корпус динамометра в качестве рычага, сравнить его массу с массой тела (2). Перед началом взвешивания следует определить центр масс динамометра, обмотав динамометр нитью и подобрав такое её положение, при котором динамометр будет висеть в горизонтальном положении (3). Далее на динамометр с одной стороны следует положить взвешиваемое тело и переместить нить так, чтобы динамометр вновь оказался в равновесии. Измерив (по шкале динамометра) расстояние от точки подвеса динамометра до его центра масс и до тела, используя правило рычага, определить массу динамометра.

Критерии оценивания

Использование метода (1) и получение верного результата	5
Использование метода (2).....	3
Определение центра масс динамометра (3).....	2
Определение массы динамометра	5

IX КЛАСС

1. «Испытание на планете». Согласно формулам кинематики равноускоренного движения $u_0^2 - u_1^2 = 2gh_1$ (1) и $u_0^2 - u_2^2 = 2gh_2$ (2), где g – ускорение свободного падения на планете, u_0 – начальная скорость тела, u_1 и u_2 – скорость тела на высотах h_1 и h_2 соответственно. Вычитая (1) из (2), получаем: $u_1^2 - u_2^2 = 2g(h_2 - h_1)$, откуда $g = (u_1^2 - u_2^2) / (2(h_2 - h_1)) = 5 \text{ м}/\text{с}^2$ (3). Из формулы (1) $u_0 = \sqrt{u_1^2 + 2gh_1} = 7,5 \text{ м}/\text{с}$ (4).

Те же результаты можно получить, используя закон сохранения механической энергии. Однако к моменту проведения олимпиады закон в большинстве образовательных учреждений ещё не изучен.

Критерии оценивания

Уравнение (1).....	2
Уравнение (2).....	2
Результат (3).....	3
Результат (4).....	3

2. «Равновесие». После заполнения левой бутылки при равновесии для неё будет выполняться равенство $m_6g + m_вg + T_1 = \rho gV$ (1), а для правой $m_6g + T_2 = \rho g(V - V_x)$ (2), где m_6 и $m_в$ – масса бутылки и залитой воды соответственно, T_1 и T_2 – силы натяжения нитей, ρ – плотность воды, V – объём бутылки, V_x – объём надводной части бутылки, ρgV – сила Архимеда (3). Из правила рычага $T_2 = T_1/2$ (4). Исключим из уравнений (1) и (2) силы натяжения: $m_6g + m_вg + 2T_2 = \rho gV$ и $2m_6g + 2T_2 = 2\rho g(V - V_x)$, $m_6 - m_в = \rho V - 2\rho V_x$, откуда $V_x = V/2 - (m_6 - m_в)/(2\rho)$, численно $V_x = 1,5 \cdot 10^{-3} / 2 - (0,040 - 0,100) / 2000 = 0,78 \cdot 10^{-3} \text{ (м}^3\text{)} = 0,78 \text{ (л)}$ (5).

Критерии оценивания

Уравнение (1).....	2
Уравнение (2).....	2
Формула (3).....	1
Связь (4).....	3
Результат (5).....	2

3. «Воспоминания о лете». Песок сыпуч; это означает, что при небольших давлениях песчинки смещаются друг относительно друга и песочная масса легко деформируется. Как следствие, нога ощутимо проваливается в сухой песок (1). Камешки, из которых состоит галька, имеют гладкую поверхность и также легко смещаются друг относительно друга при небольших усилиях. При этом форма и объём пустот между камешками ощутимо изменяются. При ходьбе по гальке нога тоже проваливается, хотя и несколько меньше, чем в случае песка (2). На границе песок заполняет полости между камешками, вследствие чего существенно затрудняется изменение объёма этих полостей и, стало быть, взаимное перемещение камешков. В результате нога практически не проваливается (3). Таким образом, наиболее приятной оказывается ходьба по границе между песком и галькой.

Критерии оценивания

Вывод (1).....	3
Вывод (2).....	3
Вывод (3).....	3
Окончательный вывод.....	1

4. «Понижение сопротивления». Общее сопротивление цепи без дополнительного резистора равно $R_0 = 1 \text{ Ом} + 2 \text{ Ом} + 3 \text{ Ом} = 6 \text{ Ом}$ (1). Чтобы общее сопротивление понизилось, добавочный резистор следует подключить параллельно к одному или нескольким имеющимся резисторам (2). Чтобы снизить общее сопротивление цепи до 2 Ом, можно закортить резисторы в 1 Ом и 3 Ом, то есть подключить параллельно им резистор с нулевым сопротивлением $R_1 = 0 \text{ Ом}$ (проводник) (3). Возможная схема включения показана на рис. 9.3, а.

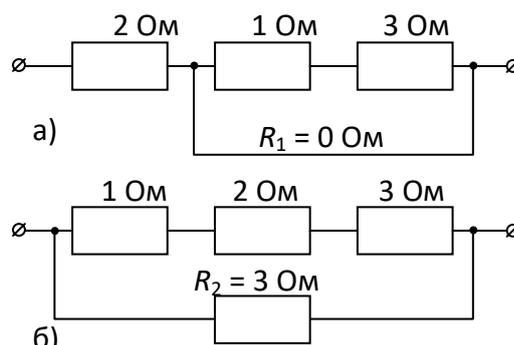


Рис. 9.3

Перебирая возможные варианты, можно показать, что наибольшее сопротивление потребуется, если искомый резистор соединить параллельно трём заданным (5) (рис. 9.3, б). Так как $1/2 = 1/6 + 1/R_2$, то $R_2 = 3 \text{ (Ом)}$ (6).

Критерии оценивания

Расчёт (1).....	1
Вывод (2).....	1
Результат (3).....	1
Вывод (5).....	2
Результат (6).....	1
Каждая из схем.....	2

5. «Наблюдение». Скорость удаления изображения муравья от самого муравья равна $2v_2 = 6 \text{ см/с}$ (1). Тогда результирующая скорость изображения муравья относительно стола может быть найдена по теореме Пифагора (2): $\sqrt{u_1^2 + 4u_2^2} = \sqrt{4 + 36} \cong 6,3 \text{ (см/с)}$ (3).

Критерии оценивания

Результат (1).....	2
Утверждение (2)	2
Численное значение (3).....	6

6. Экспериментальная задача «Пласталин в стакане». Из пластилина можно скатать шарик, прокатывая который по внутренним стенкам стакана, определить, во сколько раз длина обода L и высота H стакана отличаются от длины окружности пластилинового шарика l . Пусть $n_1 = L/l$, $n_2 = H/l$. Вместимость стакана равна $V_1 = H\pi R^2 = H\pi(L/(2\pi))^2 = l^3 n_2 n_1^2 / (4\pi)$, объём шарика $V_2 = 4\pi r^3 / 3 = 4\pi(l/(2\pi))^3 / 3 = l^3 / (6\pi^2)$, искомое отношение: $V_1/V_2 = 3\pi n_2 n_1^2 / 2$.

Критерии оценивания

Описание метода	3
Сравнение линейных характеристик тел	3
Результат	4

Х КЛАСС

1. «Разгон». Автомобиль разгоняется под действием силы трения скольжения, действующей на передние колёса и равной $F = \mu mg / 2$ (1), где m – масса автомобиля, $mg/2$ – сила реакции опоры для передних колёс. При скорости, не превышающей 18 км/ч, сопротивление движению мало. Согласно второму закону Ньютона ускорение автомобиля $a = F/m = \mu g / 2$ (2) и, следовательно, время разгона до скорости v равно $t = v/a = 2v/(\mu g) \approx 2 \cdot 5 / (0,5 \cdot 10) = 2 \text{ (с)}$ (3).

Ускорение прекратится, когда скорость автомобиля сравняется с линейной скоростью точки обода (шины) колеса относительно автомобиля, равной ωR (4). Таким образом, $v_m = \omega R = \omega D/2 = 80 \cdot 0,6/2 = 24 \text{ (м/с)} = 86,4 \text{ (км/ч)}$ (5).

Критерии оценивания

Формула (1).....	2
Формула (2).....	2
Результат (3).....	2
Вывод (4).....	1
Результат (5).....	3

2. «Движение грузика». По второму закону Ньютона для колечка $0 = \vec{N} + \vec{T}$ (1), для тела $m\vec{a} = m\vec{g} + \vec{T}'$ (2), где \vec{N} – сила реакции опоры, \vec{T} (\vec{T}') – сила натяжения нити, $m\vec{g}$ – сила тяжести тела. Из (1) $\vec{T} = -\vec{N}$, а при условии, что сила \vec{N} перпендикулярна стержню, делаем вывод, что нить при движении тела остается перпендикулярной стержню AB (3). Проектируя силы, действующие на тело, на направления вдоль стержня, получим, что $ma = mgsin\alpha$, откуда $a = gsin\alpha$ (4).

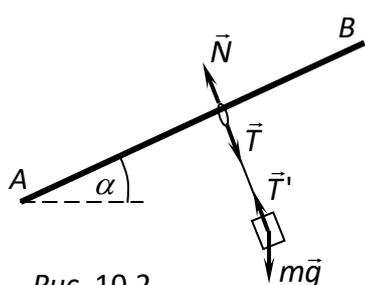


Рис. 10.2

Искомый путь $S = \frac{v^2}{2a} = \frac{v^2}{2gsin\alpha}$ (5).

Критерии оценивания

Формула (1).....	2
Формула (2).....	1
Вывод (3).....	2
Результат (4).....	2
Результат (5).....	3

3. «Кубик и шарик». Запишем уравнение теплового баланса для случая, когда в стакан кладут ледяной кубик: $c \cdot m_{\text{в}} \cdot (t - t_1) = \lambda \cdot m_{\text{к}} + c \cdot m_{\text{к}} \cdot (t_1 - t_0)$ (1). Отсюда масса

$$m_{\text{к}} = \frac{c \cdot m_{\text{в}} \cdot (t - t_1)}{\lambda + c \cdot (t_1 - t_0)} \quad (2).$$

Из уравнения теплового баланса для ледяного шарика $c \cdot (m_{\text{в}} + m_{\text{к}}) \cdot (t_1 - t_2) = \lambda \cdot m_{\text{ш}} + c \cdot m_{\text{ш}} \cdot (t_2 - t_0)$ (3) и формулы (2) находим массу шарика

$$m_{\text{ш}} = \frac{c \cdot \left(m_{\text{в}} + \frac{c \cdot m_{\text{в}} \cdot (t - t_1)}{\lambda + c \cdot (t_1 - t_0)} \right) \cdot (t_1 - t_2)}{\lambda + c \cdot (t_2 - t_0)} \quad (4).$$

Тогда искомое отношение

$$\frac{m_{\text{к}}}{m_{\text{ш}}} = \frac{(t - t_1) \cdot (\lambda + c \cdot (t_2 - t_0))}{(\lambda + c \cdot (t - t_0)) \cdot (t_1 - t_2)} \quad (5).$$

Численно $\frac{m_{\text{к}}}{m_{\text{ш}}} = \frac{(70^{\circ}\text{C} - 60^{\circ}\text{C}) \cdot (3,3 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} + 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{C}} \cdot (52^{\circ}\text{C} - 0^{\circ}\text{C}))}{(3,3 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} + 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{C}} \cdot (70^{\circ}\text{C} - 0^{\circ}\text{C})) \cdot (60^{\circ}\text{C} - 52^{\circ}\text{C})} = 1,1.$

Критерии оценивания

Формула (1).....	2
Результат (2).....	1
Формула (3).....	2
Результат (4).....	1
Формула (5).....	2
Численный результат.....	2

4. «Проволочное кольцо». Верхний и нижний участки кольца соединены параллельно (1). Единица длины проволоки имеет сопротивление R/l (2), значит сопротивление верхнего и нижнего участков равны соответственно $R(l-x)/l$ и Rx/l (3). Полное сопротивление $r = R(l-x)x/l^2$ (4), отсюда $x^2 - lx + rl^2/R = 0$, $x_{1,2} = l(1 \pm \sqrt{1 - 4r/R})/2$.

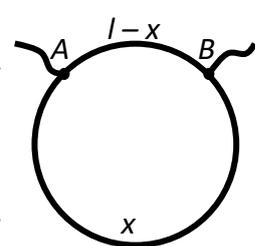


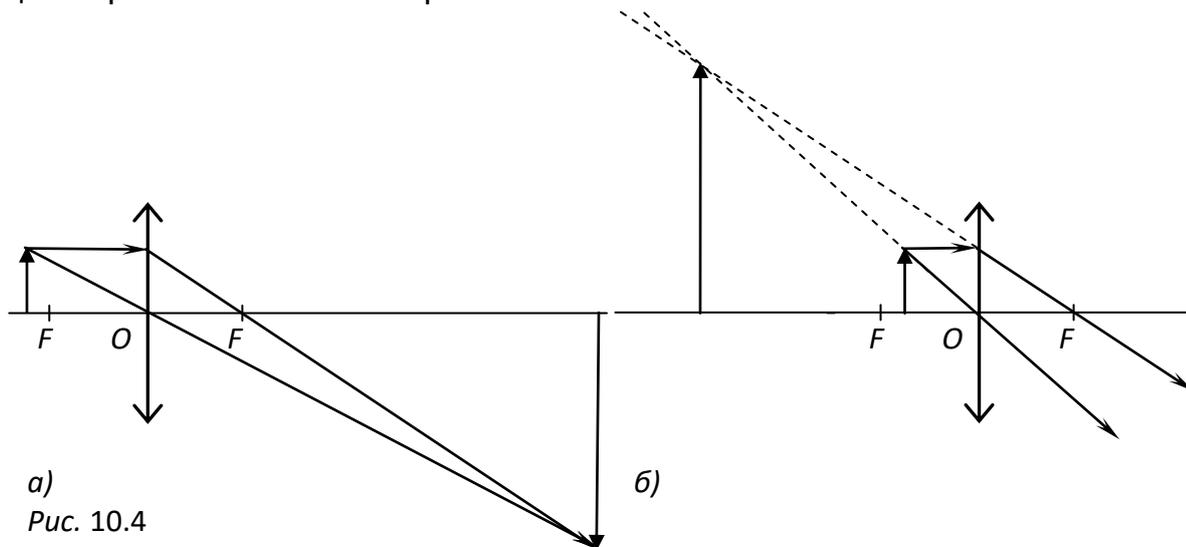
Рис. 10.3

Значит $x_1 + x_2 = l$, при этом $r \leq R/4$, так как максимальное значение сопротивления $r = R/4$ получается при $x = l/2$. В нашем случае $x_1 = 0,89\text{ м}$, $x_2 = 0,11\text{ м}$ (5).

Критерии оценивания

Вывод (1).....	1
Вывод (2).....	1
Результаты (3).....	2
Формула (4).....	2
Результат (5).....	4

5. «Изображение». Возможны два случая, когда изображение получается действительным и мнимым. В обоих используется собирающая линза (1). Соответствующие чертежи показаны на рис. 10.4 а и 10.4 б.



Построение чертежей в масштабе позволяет определить фокусные расстояния в каждом случае. Для действительного изображения $\frac{1}{d} + \frac{1}{3d} = \frac{1}{F}$, $F = \frac{3d}{4} = 7,5 \text{ см}$ (2), для мнимого $\frac{1}{d} - \frac{1}{3d} = \frac{1}{F}$, $F = \frac{3d}{2} = 15 \text{ см}$ (3).

Критерии оценивания

Вывод (1)	1
Построение рис. 10.4 а.....	2
Построение рис. 10.4 б	4
Численный результат (2).....	1
Численный результат (3).....	2

6. Экспериментальная задача «Скольжение». Наполнив пластиковый стаканчик водой, с помощью динамометра определяем его вес mg (1). Поставив стаканчик с водой на лист бумаги, измеряем силу F , с которой необходимо его тянуть по горизонтальной поверхности листа, чтобы он двигался равномерно (2). Эта сила численно равна действующей на стаканчик силе трения скольжения $F_{mp} = \mu N = \mu mg$. Отсюда коэффициент трения $\mu = \frac{F_{mp}}{mg} = \frac{F}{mg}$ (3).

да коэффициент трения $\mu = \frac{F_{mp}}{mg} = \frac{F}{mg}$ (3).

По результатам нескольких измерений с разным количеством жидкости в стаканчике определяется среднее значение коэффициента трения μ_{cp} .

Критерии оценивания

Описание (1)	1
Измерение (1).....	1
Описание (2)	1
Результат (2).....	1
Формула (3).....	2
Результат (3).....	2
Нахождение среднего значения искомой величины	2

XI КЛАСС

1. «Стержень от штатива». Скорость системы стержень-шарик u сразу после их слипания найдём из закона сохранения импульса: $mu = (m+M)u$, откуда $u = \frac{mv}{m+M}$

(1). Из закона сохранения механической энергии $\frac{M+m}{2}u^2 = (M+m)gh$ высота подъёма стержня $h = \frac{u^2}{2g} = \frac{m^2v^2}{2(M+m)^2g}$. Численно $h = \frac{25 \cdot 10^{-4} \cdot 25}{2 \cdot 5625 \cdot 10^{-4} \cdot 10} = 0,0056$ (м) (2).

При такой высоте подъёма стержня угол его отклонения от вертикали α можно считать малым (так как $h = l(1 - \cos\alpha)$, то $\cos\alpha = 1 - h/l = 0,999$, $\alpha \cong 3^\circ$), а систему стержень-нити в плоскости, перпендикулярной оси стержня можно рассматривать как математический маятник (3). Период колебаний такого маятника равен $T = 2\pi\sqrt{l/g}$ (4), а время движения от положения равновесия до крайней точки

$$t = T/4 = \frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{l}{g}}. \text{ Численно } t = \frac{3,14}{2} \cdot \sqrt{\frac{5}{10}} = 1,11 \text{ (с)} \text{ (5).}$$

Критерии оценивания

Результат (1).....	1
Результат (2).....	4
Вывод (3).....	2
Формула (4).....	1
Результат (5).....	2

2. «Изучение тока». У идеального амперметра сопротивление равно нулю, а у вольтметра – бесконечно велико (1). Схема эквивалентной цепи показана на рис. 11.3. Внешнее сопротивление цепи равно $R_H = 2R + \frac{R \cdot 2R}{R+2R} = \frac{8}{3}R$. Из

закона Ома для полной цепи полная сила тока в цепи равна $I = \frac{3\varepsilon}{3r+8R}$ (2), откуда $I_{BD} = I = \frac{3\varepsilon}{3r+8R}$. Так

как $I = I_{DE} + I_{DC}$ и $I_{DC}R = I_{DE} \cdot 2R$, то $I_{DE} = \frac{1}{3}I = \frac{\varepsilon}{3r+8R}$, а амперметр показывает силу тока

$$I_{DC} = \frac{2}{3}I = \frac{2\varepsilon}{3r+8R} \quad (3). \quad \text{Показание второго вольтметра}$$

$$U_2 = U_{BE} = U_{BD} + U_{DE} = I_{BD}R + I_{DE}R = \frac{3\varepsilon R}{3r+8R} + \frac{2\varepsilon R}{3r+8R} = \frac{5\varepsilon R}{3r+8R} \quad (4).$$

Напряжение на первом вольтметре можно найти так:

$$U_1 = U_{AB} = U_{BD} + U_{DC} = I_{BD}R + I_{DC}R = \frac{3\varepsilon R}{3r+8R} + \frac{\varepsilon R}{3r+8R} = \frac{4\varepsilon R}{3r+8R} \quad (5).$$

Критерии оценивания

Указание (1).....	1
Формула (2).....	2
Вывод о распределении токов и показании амперметра (3).....	2
Результат (4).....	2
Результат (5).....	3

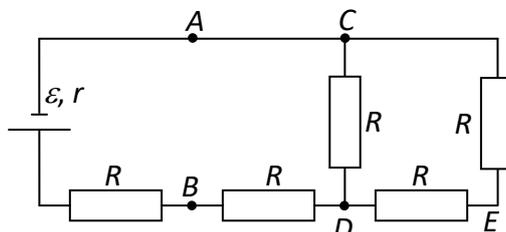


Рис. 11.3

3. «Гоночный автомобиль». Время движения будет минимальным, если на разгон и торможение будет затрачено наименьшее возможное время (1). Ускоряющая сила, действующая на передние колёса, в этом случае равна $F_y = \frac{\mu mg}{2}$ (2), где m –

масса автомобиля, $mg/2$ – сила реакции опоры, действующая на передние колёса, μ – коэффициент трения, ускорение $a = \frac{F}{m} = \frac{\mu g}{2}$ (3), а время разгона до скорости

$v = 108 \text{ км/ч} = 30 \text{ м/с}$ $t_y = \frac{v}{a} = \frac{2v}{\mu g}$ (4). Тормозящая сила, действующая на все 4 колёса,

в два раза больше, следовательно, время торможения $t_m = \frac{v}{\mu g}$ (5). Путь, прой-

денный равномерно, составляет $s - v \frac{t_y + t_m}{2}$, где $s = 4500 \text{ м}$, а время затраченное на

него, $t_p = \frac{s}{v} - \frac{t_y + t_m}{2}$. Полное время пути $t = t_p + t_y + t_m = \frac{s}{v} + \frac{3v}{2\mu g} = 161,25 \text{ с}$ (6).

Критерии оценивания

Вывод (1).....	1
Формула (2).....	2
Формула (3).....	2
Формула (4).....	1
Результат (5).....	2
Результат (6).....	2

4. «В шаре». Применим уравнение Менделеева–Клапейрона к начальному и конечному состояниям воздуха: $p_1 V_0 = \frac{mRT}{\mu}$ (1), $p_2 (V_0 - V_2 + V_1) = \frac{(m - \Delta m)RT}{\mu}$ (2) и закон

Бойля–Мариотта к газу в пакете: $p_1 V_1 = p_2 V_2$ (3). Здесь m – начальная масса воздуха, p_2 – конечное давление, V_2 – искомым объём газа. Из системы уравнений (1) – (3),

исключая m и p_2 , находим: $V_2 = \frac{p_1 V_1 (V_0 + V_1)}{p_1 (V_0 + V_1) - \Delta m RT / \mu}$ (4).

Критерии оценивания

Формула (1).....	2
Формула (2).....	3
Формула (3).....	2
Результат (4).....	3

5. «Два шарика». Первоначально сила взаимодействия была такова: $F_0 = \frac{k5q^2}{r^2}$ (1).

Так как шарики одинаковы, то при соприкосновении их общий заряд делится между ними поровну (2), то есть на каждом шарике будет заряд $\frac{q_1+q_2}{2}$. После разведения

шариков на прежнее расстояние они взаимодействуют с силой $F = \frac{k(q_1+q_2)^2}{4r^2}$.

а) Если заряды одноимённые, то на каждом шарике будет заряд $\frac{q_1+q_2}{2} = 3q$ (3) и

сила $F_1 = \frac{k9q^2}{r^2}$, шарики по-прежнему отталкиваются, но уже с большей силой

$$F_1 = \frac{9}{5}F_0 = 9 \text{ Н (4)}.$$

б) При разноимённых зарядах меньший нейтрализуется и новый заряд на шариках $\left| \frac{q_1 - q_2}{2} \right| = 2q$ (5). Знак зарядов теперь определяется знаком большего заряда. Если первоначально шарики притягивались, то теперь они будут отталкиваться с силой

$$F_2 = \frac{k4q^2}{r^2} = \frac{4}{5}F_0 = 4 \text{ Н (6)}.$$

Критерии оценивания

Формула (1).....	1
Вывод (2).....	1
Результат (3).....	2
Результат (4).....	2
Результат (5).....	2
Результат (6).....	2

6. Экспериментальная задача «Длина пружины». Масса пружины $m = \rho_{ж}V = \rho_{ж}sl$ (1), где s – площадь поперечного сечения проволоки, из которой она изготовлена, l – её длина.

Из формулы сопротивления $R = \rho \cdot \frac{l}{s}$ площадь поперечного сечения $s = \frac{\rho l}{R}$ (2). Сопротивление R измеряется с помощью мультиметра, при этом пружина должна быть растянута, чтобы соседние витки не соприкасались друг с другом (3).

Из формул (1) и (2) длина проволоки, из которой изготовлена пружина,

$$l = \sqrt{\frac{m \cdot R}{\rho \cdot \rho_{ж}}} \text{ (4)}.$$

Критерии оценивания

Метод.....	1
Формула (1).....	2
Формула (2).....	2
Рассуждение (3).....	2
Формула (4).....	1
Необходимые измерения.....	1
Численный результат.....	1

Что такое ШУНТ?



Две задачи предстоящего турнира

1. Солнечный круг

для первой и высшей лиги



Солнечный круг и пол неба вокруг

2. Полный контакт

для первой и высшей лиги



За спичку можно приподнять баночку с сахаром

Контакты

Центр дополнительного образования одарённых школьников проводит с 10 по 15 марта 2016 г. традиционный Школьный Учебно-Научный Турнир по физике «ШУНТ». Турнир включает физические бои, личную олимпиаду, научно-популярные лекции и игры. Участвовать в Турнире могут школьники 7-9 классов.

ШУНТ – это ...

не столько соревнование, сколько встреча единомышленников для совместного обсуждения интересных физических явлений, обмена идеями, возможности поделиться своими открытиями.

Школьники могут соревноваться в двух лигах (первой и высшей), которые выбираются в зависимости от возраста и подготовки участников.

Полный солнечный диск можно наблюдать даже когда солнце частично скрыто препятствием.

а) Выявите, при каких условиях обнаруживается описанный эффект и объясните его.

б) Объясните, почему при этом в отражении солнечный диск получается неполным (см. рисунок).

в) Есть ли связь описанного явления с известной поговоркой о том, что «солнечный зайчик всегда круглый»?

Если многократно погружать спичку в сосуд с сахарным песком, то в какой-то момент сосуд приподнимется вслед за спичкой.

а) Пронаблюдайте явление и объясните, почему сосуд подхватывается спичкой.

б) Изучите, при каких условиях (объём сосуда, свойства сыпучего вещества и др.) явление проявляется лучше.

Укажите хотя бы один пример, где приходится сталкиваться с описанным явлением, предложите его возможное применение.

Примечание: в опытах вместо спички удобно использовать заострённую деревянную палочку.

<https://youtu.be/KFG3CotX1Pk>

Сорокин Антон Петрович - председатель оргкомитета, тел. +79127066078

Позолотина Марина Павловна - зам. председателя оргкомитета, тел. +79229124387

Коханов Константин Анатольевич - жюри турнира, тел. +79617479891

E-mail: shunt.ph@mail.ru, center@extedu.cdoosh.ru (с пометкой «ШУНТ»)

Подробнее см. на сайте <http://physcdoosh.ru/>