



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

ФИЗИКА, 2013

ЗАДАНИЯ, РЕШЕНИЯ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

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

в Кировской области
в 2013/2014 учебном году

**Киров
2013**

Печатается по решению учебно-методического совета КОГАОУ ДОД – «Центр дополнительного образования одаренных школьников» и методической комиссии районной (городской) физической олимпиады

Задания, решения и методические указания по проверке и оценке решений II (муниципального) этапа всероссийской олимпиады школьников по физике в Кировской области в 2013/2014 учебном году / *М. В. Гырдымов, П. Я. Кантор, К. А. Коханов (сост.), Д. В. Перовошиков, М. П. Позолотина, А. П. Сорокин* // Под ред. *М. В. Гырдымова, П. Я. Кантора*. – Киров: Изд-во ЦДООШ, 2013. – 24 с.

Авторы и источники задач

Гырдымов М. В.: 8.5, 9.4, 10.4, 11.2, 11.5, 11.7

Кантор П. Я.: 11.3

Коханов К. А.: 7.2, 8.3, 8.6, 9.2, 9.5, 9.6, 10.1, 10.3, 10.6, 11.1

Перовошиков Д. В.: 8.4, 9.1, 10.2, 11.6

Позолотина М. П.: 7.4

Сорокин А. П.: 7.1, 7.3, 7.5, 8.1, 8.2, 9.3, 9.7, 10.5, 10.7, 11.4

Составление

Коханов К. А.

Научная редакция

Гырдымов М. В., канд. пед. наук, доцент

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

Методической комиссией районной (городской) олимпиады по физике рассматриваются предложения по задачам для II тура олимпиады 2014/2015 уч. года
Адрес для переписки: center@extedu.kirov.ru

Подписано в печать 24.10.2013.

Формат 60×84¹/₁₆. Бумага типографская. Усл. печ. л. 1,5

Компьютерная верстка: Коханов К.

Тираж 1500 экз.

© Кировское областное государственное автономное образовательное учреждение дополнительного образования детей – «Центр дополнительного образования одаренных школьников», Киров, 2013

© Гырдымов М. В., Кантор П. Я., Коханов К. А., Перовошиков Д. В., Позолотина М. П., Сорокин А. П., 2013

ОРГКОМИТЕТУ И ЖЮРИ II ЭТАПА ВСЕРОССИЙСКОЙ ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ

1. Рекомендуемая продолжительность олимпиады для учащихся VII класса – 3 часа, для учащихся VIII класса – 3,5 часа, для учащихся IX–XI классов – 4 часа, не считая времени, потраченного на заполнение титульных листов и разъяснение условий задач.

2. Работы муниципального этапа *шифруются*. Шифрование и дешифрование работ осуществляется представителем оргкомитета, назначаемым председателем оргкомитета. Представитель на анкете участника пишет соответствующий шифр, указывающий № класса и № работы (7–01, 7–02, ..., 11–01, 11–02, ...), который дублируется на первой странице работы. Все страницы работы, содержащие указание на авторство этой работы, перед проверкой изымаются и не проверяются.

Дешифровка работ осуществляется после окончания проверки и предварительного определения победителей и призеров Олимпиады по соответствующему классу.

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, отведенного на выполнение олимпиадной работы (учащиеся VII классов – на 35 мин, VIII – на 40 мин, IX–XI классов – на 45 мин.)

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

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

7. Для участников олимпиады из районного центра (города) и близлежащих населенных пунктов не позднее, чем через 2–3 дня необходимо провести апелляцию, о сроках которой следует объявить перед началом олимпиады. В процессе апелляции учащиеся знакомятся со своими результатами, и, в случае несогласия с оценкой жюри, имеют право обосновать свое решение, после чего *жюри может оценку изменить или оставить ее без изменения*.

8. 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.

9. Уважаемые коллеги! Настоятельно просим *наклеить анкеты* на работы и четко проставить в них результаты (чтобы не затруднять нам работу при отборе на региональный этап).

Желаем успеха!

РЕКОМЕНДАЦИИ ОРГКОМИТЕТУ ОЛИМПИАДЫ ПО ПОДГОТОВКЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ЗАДАЧ

VII КЛАСС

Для эксперимента используется шкала, изображенная на листе заданий.

VIII КЛАСС

Длина полоски миллиметровой бумаги должна быть примерно в 1,5 раза больше, чем длина окружности основания стакана.

XI КЛАСС

Груз не должен входить в мензурку, но должен целиком помещаться в стаканчик объемом 0,2 л. Стаканчик с грузом должен устойчиво плавать в жидкости. В качестве груза неизвестной массы можно использовать грузик массой 100 г с приклеенным к нему куском пластилина.

УСЛОВИЯ ЗАДАЧ ДЛЯ VII КЛАССА

1. «На тренировке». На рис. 7.1 показан график зависимости скорости движения спортсмена, занимающегося спортивной ходьбой, от времени. С какой постоянной скоростью должен идти второй спортсмен, чтобы оказаться на финише на $t = 5$ мин раньше первого, если они стартовали одновременно?

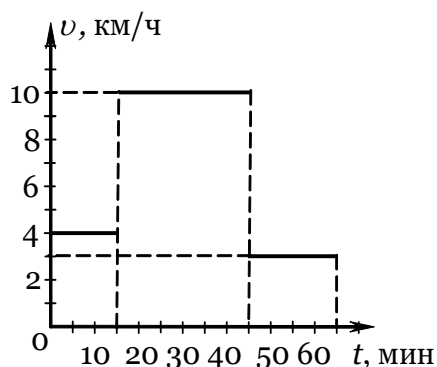


Рис. 7.1

2. «Доставка песка». Грузовой автомобиль, перевозящий сухой строительный песок, попал под сильный дождь. На сколько изменилась масса автомобиля, если из-за намокания средняя плотность песка увеличилась в 1,01 раза? Плотность сухого песка равна 1500 кг/м^3 , начальный объем загруженного песка составлял 8 м^3 .

3. «Башенка из ЛЕГО». Одну башенку из кубиков конструктора ЛЕГО поставили вертикально, а вторую положили на наклонную плоскость, как показано на рис. 7.2. Сравните силы тяжести, действующие на них. Для построения башенок использовались одинаковые кубики.

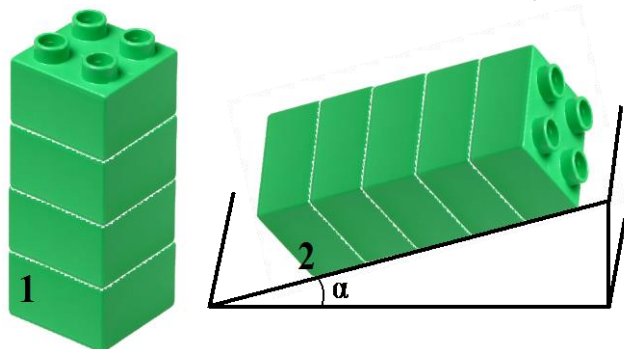


Рис. 7.2

4. «Защитная пленка». На дисплей телефона нередко приклеивается защитная пленка, предотвращающая появление на экране царапин и повреждений. Случайно сняв пленку, ее можно приклеить обратно, аккуратно приложив к экрану и прижав ее. Но если прошло какое-то время, то перед прикладыванием экран следует протереть салфеткой до полного удаления с него пыли и жира. Объясните, зачем это нужно делать.

5. Экспериментальная задача «Один вятский дюйм». Определите как можно точнее, сколько миллиметров соответствует одному дюйму на шкале, изображенной на рис. 7.3.

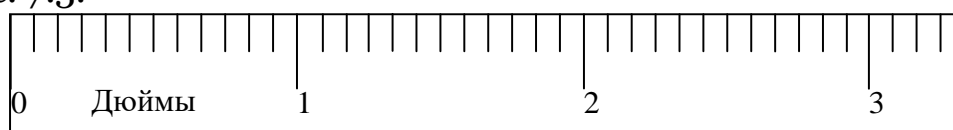


Рис. 7.3

Оборудование: линейка.

УСЛОВИЯ ЗАДАЧ ДЛЯ VIII КЛАССА

1. «Вид из окна». Вася, сидя дома, выгнул из однородной проволоки каркас, напоминающий контуры строений, которые видны из окна его дома. Как изменится расстояние между концами проволоки A и B (рис. 8.1), если он вынесет конструкцию из теплого помещения на холод?

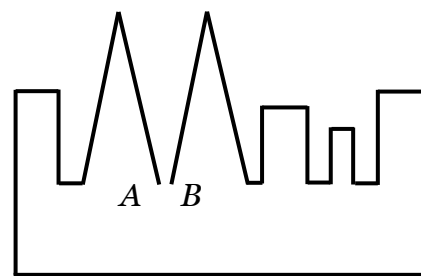


Рис. 8.1

2. «Винни-Пух и все-все-все». Винни-Пух пошел в гости к Кролику за медом. Выйдя из дома со скоростью 6 км/ч, он через каждые 10 мин уменьшал скорость на 1 км/ч. Определите среднюю скорость Винни-Пуха и расстояние, которое он прошел до дома Кролика.

Известно, что последние десять минут медвежонок шел со скоростью 1 км/ч и пришел к дому Кролика как раз по их окончании.

3. «Последняя капля». В стакан, до краев заполненный водой ($\rho = 1 \text{ г/см}^3$), аккуратно положили деревянный шарик плотностью $\rho_1 = 600 \text{ кг/м}^3$ и массой $m_1 = 20 \text{ г}$. Определите: 1) на сколько изменилась масса стакана с его содержимым; 2) как изменилась (увеличилась, уменьшилась или осталась без изменения) средняя плотность стакана с его содержимым. Известно, что шарик полностью помещается в стакан.

4. «Зимнее путешествие». Плотный снежный наст выдерживает давление $p = 20 \text{ кПа}$. Сможет ли человек массой $m = 80 \text{ кг}$ пройти через очень протяженный участок наста, не провалившись, если площадь каждой подошвы обуви равна $S = 300 \text{ см}^2$?

5. «Кастрюля на плите». Когда к пустой кастрюле подвели количество теплоты Q , она нагрелась на 10°C . После наливания в кастрюлю воды и выравнивания температур кастрюлю с водой снова нагрели на $\Delta t = 10^\circ\text{C}$. Для этого потребовалось количество теплоты в 7,5 раз большее. Определите массу налитой воды.

Теплоемкость пустой кастрюли равна $C = 330 \text{ Дж/}^\circ\text{C}$, удельная теплоемкость воды $c_v = 4200 \text{ Дж/(кг} \cdot ^\circ\text{C)}$. Тепловые потери в системе и испарение воды не учитывайте.

6. Экспериментальная задача «Толщина стенок». Определите толщину стенок цилиндрического стакана.

Оборудование: цилиндрический стакан, полоска миллиметровой бумаги.

Указание: длину окружности можно найти по формуле: $L = 2\pi r$.

УСЛОВИЯ ЗАДАЧ ДЛЯ IX КЛАССА

1. «Сухой Глюк». Экспериментатор Глюк собрался в гости к своему другу теоретику Багу. Выглянув в окно, он обнаружил, что идет дождь. С какой максимальной скоростью он сможет идти под зонтом, чтобы не намочнуть?

Капли падают вертикально вниз без начальной скорости и первые $t_0 = 0,8$ с движутся со средним ускорением $a = 5$ м/с², а затем, набрав достаточную скорость, равномерно. Рост Глюка равен $h = 2$ м. Зонт представляет собой плоский блин радиусом $r = 0,5$ м, ориентированный строго горизонтально.

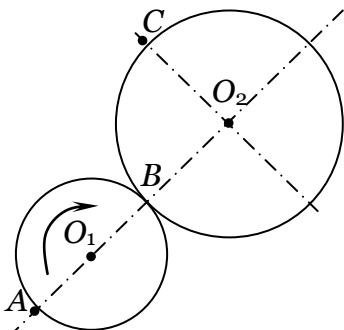


Рис. 9.1

2. «Путешествие». Диск диаметром $d_1 = AB = 1$ м, вращающийся в горизонтальной плоскости по часовой стрелке с частотой $\nu_1 = 1$ об/мин, приводит во вращение второй диск диаметром $d_2 = 2BO_2 = 1,5$ м (рис. 9.1). Определите, за какое минимальное время муравей, севший на первый диск в т. А, попадет в т. С, если он может переползти с одного диска на другой, а на диске сидит неподвижно. Диски при вращении между собой не проскальзывают, $\angle BO_2C = 90^\circ$.

3. «Ныряющий крокодил». Чтобы глубже нырнуть, крокодилы глотают камни. Какое минимальное количество камней массой $m = 1$ кг каждый потребуется проглотить крокодилу Гене массой $M = 60$ кг, чтобы достать со дна неглубокого озера свою гармошку?

Плотность воды равна $\rho_1 = 1000$ кг/м³, плотность Гены $\rho_2 = 950$ кг/м³, ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Изменением объема крокодила при проглатывании камней пренебречь.

4. «Горячий шоколад в мороженом». На большой кусок твердого мороженого, находящегося при температуре плавления $t_0 = 0^\circ\text{C}$, налили горячий шоколад массой $m_1 = 100$ г. Определите начальную температуру шоколада, если растаяло $m = 120$ г мороженого. Теплообменом с окружающей средой пренебречь.

Удельная теплота плавления мороженого $\lambda_1 = 3,9 \cdot 10^5$ Дж/кг, удельная теплота плавления шоколада $\lambda_2 = 3,5 \cdot 10^5$ Дж/кг, удельная теплоемкость твердого шоколада $c_{тв} = 1300$ Дж/(кг · °С), удельная теплоемкость жидкого шоколада $c_{ж} = 3200$ Дж/(кг · °С). Температура плавления шоколада $t_2 = 32^\circ\text{C}$.

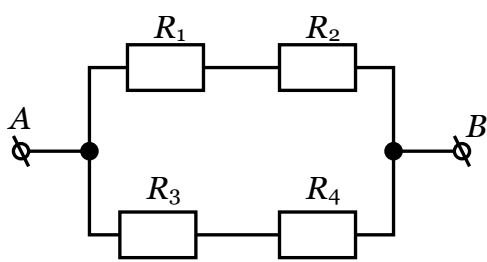


Рис. 9.2

5. «Проволочное соединение». Из четырех кусков медной проволоки сделали резисторы и соединили, как показано на рис. 9.2. Каково сопротивление цепи между т. А и В, если сопротивление первого резистора равно $R_1 = 2$ Ом? Известно, что площадь сечения проволоки второго резистора S_2 равна площади сечения первого S_1 , а длины связаны соотношением: $l_2 = 2l_1$; для третьего резистора: $S_3 = 2S_1$, $l_3 = l_1$; для четвертого: $S_4 = 2S_1$, $l_4 = 2l_1$.

6. «Новая стрелка». Перечертите рис. 9.3 и постройте изображение стрелки АВ в собирающей линзе. Опишите полученное изображение.

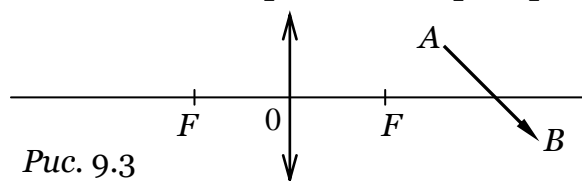


Рис. 9.3

7. Экспериментальная задача «Сахарок». Определите пористость сахара-рафинада.

Примечание: пористость – безразмерная величина, равная $\Pi = (1 - \rho / \rho_u) \cdot 100\%$, где ρ_u –

истинная плотность вещества, ρ – плотность материала с порами. Истинная плотность сахара равна $\rho_u = 1,6$ г/см³.

Оборудование: три прямоугольных кусочка сахара-рафинада, миллиметровая бумага, весы.

УСЛОВИЯ ЗАДАЧ ДЛЯ X КЛАССА

1. «Зеркальный полет». С поверхности плоского горизонтального зеркала под углом $\alpha = 30^\circ$ к его плоской поверхности запустили тело небольших размеров с начальной скоростью $v_0 = 30$ м/с. Определите величину скорости тела относительно его изображения через 2 с после старта.

Ускорение свободного падения равно $g = 10$ м/с².

2. «Опасный поворот». Автомобиль движется по горизонтальной дороге, имеющей форму дуги окружности радиусом $R = 60$ м, проложенной в горной местности. Найдите максимальную скорость, при которой автомобиль сможет преодолеть этот участок дороги, не сорвавшись с горы. Коэффициент трения между колесами автомобиля и дорогой $\mu = 0,6$.

Какой станет допустимая скорость движения, если закругленный участок дороги будет иметь «неправильный» уклон $\alpha = 30^\circ$ (рис. 10.1)?



Рис. 10.1

3. «Центральный удар». На неподвижную монетку массой m налетает другая такая же монетка со скоростью v (рис. 10.2). Какова будет скорость первоначально двигавшейся монетки после центрального и абсолютно упругого удара? Трением пренебречь.

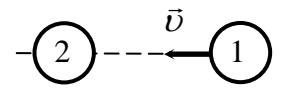


Рис. 10.2

Считая массы монеток различными, определите зависимость скорости первой монетки после удара v' от отношения масс монеток $m_1 / m_2 = k$.

При каком отношении масс k первая монетка после удара будет двигаться в обратном направлении?

4. «Раскаленная сковорода». Для того чтобы остудить раскаленную до $t_1 = 170^\circ\text{C}$ сковороду, в нее налили воду объемом $V_0 = 100$ см³ при температуре $t_2 = 20^\circ\text{C}$. Сразу после наливания испарилась вода массой $m_1 = 10$ г. Определите установившуюся температуру сковороды с водой.

Теплоемкость пустой сковороды равна $C = 550$ Дж/°С, удельная теплоемкость воды $c_в = 4200$ Дж/(кг·°С), удельная теплота парообразования воды при температуре кипения $L_в = 2,26 \cdot 10^6$ Дж/кг. Теплообменом с окружающей средой пренебречь.

5. «Сопротивление колеса». Определите сопротивление проволочного колеса между диаметрально противоположными точками A и B (рис. 10.3), если известно, что сопротивление единицы длины проволоки равно $k = 10$ Ом/м. Диаметр колеса равен $d = 20$ см.

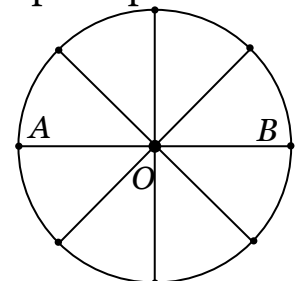


Рис. 10.3

6. «Изображение стрелки». Перечертите рис. 10.4 и постройте изображение стрелки AB в собирающей линзе. Опишите полученное изображение.

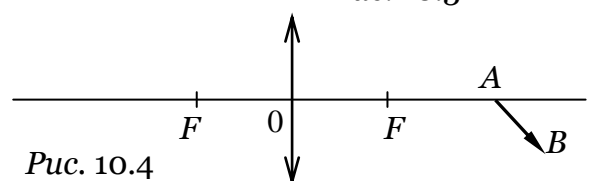


Рис. 10.4

7. Экспериментальная задача «Мензурка». Определите как можно точнее внутренний радиус мензурки.

Оборудование: мензурка, лист бумаги А5, карандаш.

УСЛОВИЯ ЗАДАЧ ДЛЯ XI КЛАССА

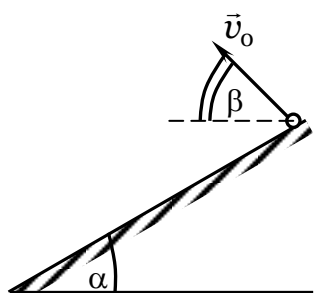


Рис. 11.1

1. «Зеркальное движение». Плоская зеркальная поверхность расположена под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту. С вершины зеркала под углом $\beta = 45^\circ$ к горизонту запустили тело небольших размеров с начальной скоростью $v_0 = 3$ м/с (рис. 11.1). Определите расстояние между телом и его изображением в зеркале в тот момент, когда скорость изображения была минимальной.

Ускорение свободного падения равно $g = 10$ м/с².

2. «Тяжелый шар». На поверхности воды находится шар, наполненный воздухом при атмосферном давлении, занимающим объем $V_1 = 0,02$ м³. Оболочка шара легко сминается, имеет массу $m_0 = 15$ кг и собственный объем $V_0 = 6 \cdot 10^3$ см³. Обнаружено, что при погружении в воду на достаточно большую глубину шар уже не может самостоятельно всплыть. Объясните этот факт. Определите минимальную глубину, на которой шар начинает тонуть. Температура шара при погружении не меняется и составляет $t = 17^\circ\text{C}$, атмосферное давление $p_0 = 10^5$ Па, плотность воды $\rho = 10^3$ кг/м³.

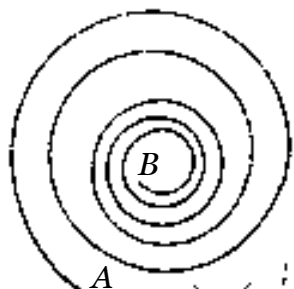


Рис. 11.2

3. «Трек». На рис. 11.2 приведена обработанная фотография следа (трека), которую оставила заряженная частица, двигавшаяся в перегретой жидкости под действием однородного магнитного поля, вектор индукции которого направлен перпендикулярно плоскости рисунка «от нас».

Определите, в каком направлении (от А к В или от В к А) двигалась частица? Каков знак заряда частицы? Объясните спиралевидную форму следа.

4. «Механизм-пружина». Определите, сколько яблок массой $m = 150$ г каждое можно положить в корзину устройства, показанного на рис. 11.3, пока корзина не коснется земли. Жесткость всех пружин одинакова и равна $k = 50$ Н/кг. Начальное расстояние от дна корзины до земли равно $L = 25$ см. Массой устройства пренебречь.

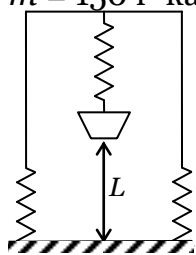


Рис. 11.3

5. «Переносчик заряда». Внутри плоского воздушного конденсатора с горизонтальными пластинами в непосредственной близости от нижней пластины находится маленькая металлическая гильза массой m . Напряжение U на конденсаторе поддерживается неизменным. При контакте с пластиной гильза испытывает абсолютно неупругий удар и приобретает заряд $q = \pm \alpha U$, где α – известная постоянная ($\alpha > 0$). Площадь каждой пластины равна S , расстояние между ними d ($d \ll S$).

1) При каком минимальном напряжении на конденсаторе гильза сможет оторваться от нижней пластины?

2) Считая напряжение U достаточным для отрыва, определите время, за которое гильза достигнет верхней пластины, и скорость гильзы непосредственно перед ударом о пластину.

3) Определите время движения гильзы от верхней пластины до нижней.

Влияние гильзы на распределение зарядов по пластинам считайте пренебрежимо малым. Ускорение свободного падения равно g .

6. «Неправильная схема». Ученик проводил в школе эксперимент по измерению величины сопротивления проводника при помощи источника тока, амперметра и вольтметра. Но он перепутал расположение приборов и подключил амперметр параллельно резистору, а вольтметр – последовательно с ними. В опыте были получены такие результаты: амперметр показал силу тока $I = 10$ мА, вольтметр – напряжение $U = 30$ В. Считая, что сопротивление амперметра $R_a = 10$ Ом, а вольтметра $R_v = 1$ кОм, помогите ученику вычислить сопротивление резистора.

7. Экспериментальная задача «Плотность». Определите среднюю плотность груза.

Оборудование: пластиковый стаканчик объемом 0,5 л, пластиковый стаканчик 0,2 л, груз, вода, мензурка, маркер.

29 СЕНТЯБРЯ 2013 ГОДА
прошел ежегодный
ТУРНИР ИМ. М. В. ЛОМОНОСОВА ПО ФИЗИКЕ*
ДЛЯ УЧАЩИХСЯ VII-VIII КЛАССОВ

Некоторые задачи турнира...

1. Куда пропала надпись

Присмотритесь к тени, полученной от сетки: на ней нет надписи, написанной на самой сетке (рис. 1). Объясните, почему от букв не получилась тень.

2. Поиск мелочи

Очень часто, уронив маленький болтик на пол, бывает трудно его найти, особенно если пол не однотонный. Оказывается, чтобы быстрее обнаружить мелкую деталь, достаточно опуститься на пол, прислонившись к нему щекой, и, закрыв «верхний» глаз, продолжить наблюдение вдоль поверхности пола (рис. 2). Почему в этом случае болтик обнаруживается быстрее?



Рис. 1

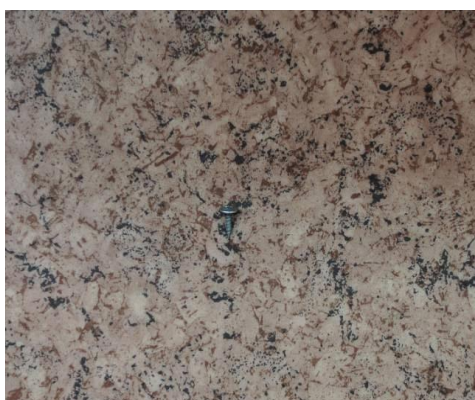


Рис. 2. Взгляд на болтик сверху и сбоку



3. Наблюдательный школьник

Набережная Грина, расположенная в нашем городе на берегу реки Вятки, в последнее время преобразуется. Одной из достопримечательностей стала заасфальтированная дорожка с фонарями (рис. 3), проходящая в непосредственной близости к реке. Прогуливаясь по дорожке с товарищем, один ученик сделал вывод, что колонны фонарных столбов покрыты пластиковыми кожухами. На основании каких несложных (и, главное, безопасных) опытов мальчик мог сделать такой вывод?



Рис. 3

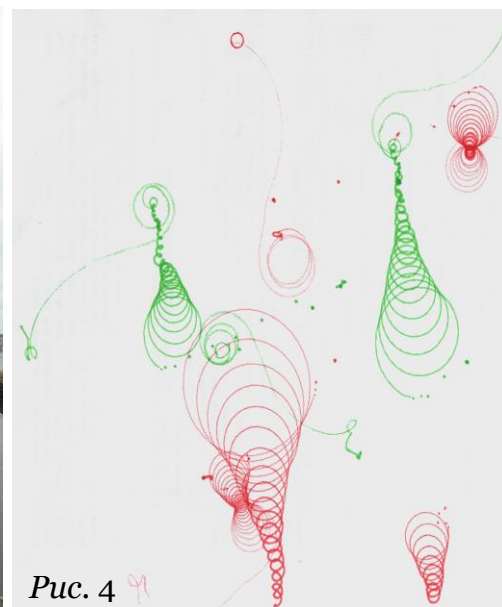


Рис. 4

4. Экспериментальная задача «Необычный рисунок»

Предложите конструкцию устройства, позволяющего получать рисунки, показанные на рис. 4. Полученные рисунки представьте в отчете.

Оборудование: короткий карандаш, пластилин, белая бумага.

В турнире 2014 года смогут принять участие любые школьники VII-VIII классов г. Кирова**

*СОВМЕСТНО С КОНКУРСАМИ ПО МАТЕМАТИКЕ, БИОЛОГИИ И ХИМИИ

**Возможно участие школьников из близлежащих населенных пунктов. Тел. для справок: (8332) 351504

РЕШЕНИЯ И РАЗБАЛЛОВКА ПО ЗАДАЧАМ ДЛЯ VII КЛАССА

1. «На тренировке». Из рис. 7.1 следует, что за $t_1 = 65$ мин первый спортсмен преодолевает расстояние $S_1 = v_{11} \cdot t_{11} + v_{12} \cdot t_{12} + v_{13} \cdot t_{13}$ (1), где t_{11}, t_{12}, t_{13} – интервалы времени, на которых первый спортсмен движется со скоростями v_{11}, v_{12}, v_{13} .

Так как пути, пройденные спортсменами, одинаковы, то есть $S_1 = S_2$ (2), и второй оказывается на финише на $t = 5$ мин раньше, то $t_2 = t_1 - t$ (3) и

$$v_2 = \frac{S_2}{t_2} = \frac{v_{11} \cdot t_{11} + v_{12} \cdot t_{12} + v_{13} \cdot t_{13}}{t_1 - t} \quad (4).$$

$$\text{Численно } v_2 = \frac{4 \text{ км/ч} \cdot 1/4 \text{ ч} + 10 \text{ км/ч} \cdot 1/2 \text{ ч} + 3 \text{ км/ч} \cdot 1/3 \text{ ч}}{1 \text{ ч}} = \frac{7 \text{ км}}{1 \text{ ч}} = 7 \text{ км/ч} \quad (5).$$

Критерии оценивания

Формула (1) или расчет	4
Формула (2) или соответствующие рассуждения	1
Формула (3) или расчет	1
Ответ	4
Если получена формула (4), но в расчетах (5) допущена ошибка, то за задачу ставится не более 8 баллов.	

2. «Доставка песка». Начальная масса перевозимого песка была равна $m_0 = \rho_0 V = 1500 \text{ кг/м}^3 \cdot 8 \text{ м}^3 = 12000 \text{ кг}$ (1). Конечная масса песка оказалась равной $m = 1,01 \rho_0 V = 1,01 \cdot 1500 \text{ кг/м}^3 \cdot 8 \text{ м}^3 = 12120 \text{ кг}$ (2). Значит, масса увеличилась на $\Delta m = m - m_0 = 120 \text{ кг}$.

Критерии оценивания

Формула (1) или расчет	4
Формула (2) или расчет	4
Ответ	2

3. «Башенка из ЛЕГО». Сила тяжести F_m прямо пропорциональна массе и всегда направлена вертикально вниз, следовательно, она не зависит от расположения башенки (1).

Сила тяжести, действующая на первую башенку, составленную из 4 кубиков, равна $F_{m1} = 4 \cdot mg$ (2), где m – масса одного кубика, на вторую башенку –

$$F_{m2} = 5 \cdot mg \quad (3). \text{ Тогда } \frac{F_{m2}}{F_{m1}} = \frac{5 \cdot mg}{4 \cdot mg} = 1,25 \quad (4), \text{ то есть сила тяжести, действующая}$$

на вторую башенку, в 1,25 раза больше, чем сила тяжести, действующая на первую.

Критерии оценивания

Рассуждения (1)	2
Формула (2)	2
Формула (3)	2
Результат (4)	2
Вывод	2

4. «Защитная пленка». Если под пленку попадут пылинки, частички мусора, то при наложении пленки между поверхностями экрана и пленки образуется значительный зазор, так что молекулы экрана и пленки слабее взаимодействуют. В результате между пленкой и экраном образуются воздушные пузырьки, способствующие отделению пленки от экрана.

Критерии оценивания

Использование для объяснения молекулярных представлений	5
Указание на уменьшение взаимодействия молекул	3
Следствия слабого взаимодействия молекул	2

5. Экспериментальная задача «Один вятский дюйм». Найдем цену деления дюймовой линейки в миллиметрах. Совместив нулевые деления шкал, на обычной линейке выделим такое деление, которое будет максимально совпадать с одним из штрихов на дюймовой линейке. Полученное число миллиметров n разделим на количество делений m дюймовой шкалы, тогда цена деления дюймовой

линейки будет равна $L_0 = \frac{n}{m}$ мм (1). Например, $L_0 = \frac{82}{39} = 2,103$ (мм).

Для нахождения соответствия миллиметров дюйму, достаточно посчитать число делений между двумя близкими штрихами, на которых написаны значения величины, и умножить их на цену деления дюймовой линейки в миллиметрах L_0 .

1 вятский дюйм = $12 \cdot 2,103 = 25$ мм.

Критерии оценивания

Метод определения цены деления	4
Формула (1) или расчет	2
Нахождение цены деления	2
Ответ	1
Для расчетов использовался не короткий участок дюймовой линейки (более 18 делений).....	1

РЕШЕНИЯ И РАЗБАЛЛОВКА ПО ЗАДАЧАМ ДЛЯ VIII КЛАССА

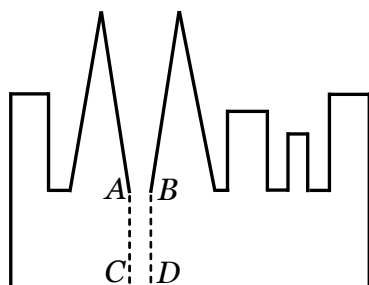


Рис. 8.2

1. «Вид из окна». Каркас выполнен из однородной проволоки, следовательно, при ее охлаждении он будет пропорционально уменьшаться. Расстояние между концами проволоки A и B становится меньше, так как длина участка основания между точками C и D (рис. 8.2), расположенного под промежутком AB , при охлаждении уменьшится.

Критерии оценивания

Верный ответ с объяснениями.....10
Верный ответ без объяснений.....4

2. «Винни-Пух и все-все-все». Средняя скорость Винни-Пуха $v = \frac{S}{t}$ (1), где S –

путь, пройденный за время t .

Путь равен $S = v_1 \cdot t_1 + \dots + v_6 \cdot t_6$ (2), где $v_{1, \dots, 6}$ – скорость движения на соответствующем интервале времени $t_{1, \dots, 6}$, а численно

$S = 6 \text{ км/ч} \cdot 1/6 \text{ ч} + \dots + 1 \text{ км/ч} \cdot 1/6 \text{ ч} = 3,5 \text{ км}$ (3). Значит, средняя скорость равна

$$v = \frac{S}{t} = \frac{3,5 \text{ км}}{1 \text{ ч}} = 3,5 \text{ км/ч}.$$

Критерии оценивания

Формула (1).....2
Формула (2) и/или соответствующие расчеты (3).....4
Ответ4
Если в расчетах допущена ошибка, то за задачу ставится не более 8 баллов.

3. «Последняя капля». Так как плотность деревянного шарика меньше плотности воды, то после погружения он будет плавать на поверхности и $m_1 g = F_{арх}$ (1), где сила Архимеда $F_{арх} = \rho g V_{погр}$ (2).

Учитывая, что до погружения шарика стакан был заполнен водой до краев, после погружения из стакана выльется объем воды $V_{погр}$ массой $m = \rho V_{погр}$. Из уравнений (1) и (2) $m = \rho V_{погр} = \frac{F_{арх}}{g} = \frac{m_1 g}{g} = m_1$ (3). Вывод 1: масса стакана с его со-

держимым не изменилась.

При плавании шарика часть его будет выступать из воды, значит суммарный объем стакана с его содержимым увеличился. Отсюда делаем вывод 2: средняя плотность стакана с его содержимым ($\rho_{ср} = \frac{M}{V}$) уменьшилась.

Критерии оценивания

Формула (1) с объяснениями.....2
Формула (2)2
Формула (3) и вывод 12
Рассуждения об изменении суммарного объема при плавании шарика1
Вывод 23

4. «Зимнее путешествие». Давление можно рассчитать по формуле: $p = \frac{F}{S}$ (1).

Найдем давление одной ноги на снег: $p = \frac{mg}{S} = \frac{80 \text{ кг} \cdot 10 \text{ Н/кг}}{0,03 \text{ м}^2} \cong 27 \text{ кПа}$ (2). Если

стоять на двух ногах, давление будет в 2 раза меньше (2'). Учитывая, что при ходьбе человек опирается то на одну ногу, то на другую ногу, делаем вывод, что снег не выдержит путешественника.

Критерии оценивания

Формула (1).....	4
Результат (2) и/или (2').....	4
Вывод	2

5. «Кастрюля на плите». Запишем уравнение теплового баланса для каждого случая. В первом: $Q = C \cdot \Delta t$ (1), во втором: $7,5Q = (C + c_g m) \cdot \Delta t$ (2).

Из полученных равенств (1) и (2) $7,5C \cdot \Delta t = (C + c_g m) \cdot \Delta t$, откуда $m = \frac{6,5C}{c_g}$ (3).

Численно: $m = \frac{6,5 \cdot 330}{4200} = 0,51$ (кг).

Критерии оценивания

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

6. Экспериментальная задача «Толщина стенок». С помощью полоски миллиметровой бумаги определяется длина внешней окружности L , а затем – внутренней l . Тогда радиус отверстия стакана равен $r = \frac{l}{2\pi}$ (1), а внешний радиус ста-

кана $R = \frac{L}{2\pi}$ (2). Значит толщина стенок равна $d = R - r = \frac{L}{2\pi} - \frac{l}{2\pi}$ (3).

Критерии оценивания

Метод определения толщины.....	4
Формула (1).....	2
Формула (2)	2
Нахождение толщины (формула (3))	2
За прямое измерение толщины стенок ставится не более 4 баллов.	

РЕШЕНИЯ И РАЗБАЛЛОВКА ПО ЗАДАЧАМ ДЛЯ IX КЛАССА

1. «Сухой Глюк». Капли дождя достигают поверхности земли со скоростью $v = at_0 = 4 \text{ м/с}$ (1). Чтобы не намочить, Глюк должен держать зонт впереди себя, прикрывая голову задним его краем, а за время полета капли от зонта до поверхности земли $t = h/v = 2/4 = 0,5 \text{ (с)}$ (2) проходить расстояние, не превышающее диаметр зонта. Следовательно, максимальная скорость Глюка должна быть равна $v_{\Gamma} = 2r/t = 2rat_0/h = 2 \text{ (м/с)}$ (3).

Критерии оценивания

Формула (1).....	2
Формула (2) или соответствующие рассуждения	4
Формула (3) или результат	4

2. «Путешествие». Угловая скорость вращения первого диска и линейная скорость точек обода равны соответственно $\omega_1 = 2\pi\nu_1$ (1) и $v_1 = \omega_1 d_1 / 2$ (2). С такой же линейной скоростью движутся точки обода второго диска (3). На первом диске муравей проезжает расстояние $S_1 = \pi d_1 / 2$, а на втором $S_2 = 3\pi d_2 / 4$. Тогда время движения муравья на первом диске составляет $t_1 = \frac{S_1}{v_1} = \frac{\pi d_1 \cdot 2}{2 \cdot 2\pi\nu_1 d_1} = \frac{1}{2\nu_1}$ (4), а на

втором $t_2 = \frac{S_2}{v_1} = \frac{3\pi d_2 \cdot 2}{4 \cdot 2\pi\nu_1 d_1} = \frac{3d_2}{4\nu_1 d_1}$ (5). Искомое время движения

$$t = t_1 + t_2 = \frac{1}{2\nu_1} + \frac{3d_2}{4\nu_1 d_1} = \frac{2d_1 + 3d_2}{4\nu_1 d_1}, \quad t = \frac{2 \cdot 1 \text{ м} + 3 \cdot 1,5 \text{ м}}{4 \cdot 1 \text{ мин}^{-1} \cdot 1 \text{ м}} = 1,625 \text{ мин} = 97,5 \text{ с}.$$

Критерии оценивания

Формула (1).....	2
Формула (2)	2
Утверждение (3).....	2
Формула и/или результат (4).....	1
Формула и/или результат (5)	1
Численный ответ	2

3. «Нырьющий крокодил». На крокодила, плавающего в воде, действует сила Архимеда F_a и сила тяжести F_m . Он опустится на дно при условии, что $F_m > F_a$ (1), или $n \cdot m \cdot g + Mg > F_a$ (2). Найдем количество камней, которое он должен прогло-

тить: $n > \frac{F_a - Mg}{m \cdot g} = \frac{\rho_1 \cdot \frac{M}{\rho_2} - M}{m} = \frac{M}{m} \left(\frac{\rho_1}{\rho_2} - 1 \right)$ (3), численно $n > \frac{60 \text{ кг}}{1 \text{ кг}} \cdot \left(\frac{1000}{950} - 1 \right) = 3,16$

(4), то есть минимальное количество камней равно 4.

Критерии оценивания

Формула (1).....	2
Формула (2) или соответствующие рассуждения	4
Формула (3) или соответствующий расчет	2
Ответ	2

4. «Горячий шоколад в мороженом». Теплота, которую получит мороженое при таянии, равна $Q_1 = \lambda_1 m$ (1). Теплота, которую отдаст шоколад при теплообмене с мороженым $Q_2 = c_{жс} m_1 (t - t_2) + \lambda_2 m_1 + c_{мт} m_1 (t_2 - t_0)$ (2).

Уравнения теплового баланса: $Q_1 = Q_2$ (3) или $\lambda_1 m = c_{жс} m_1 (t - t_2) + \lambda_2 m_1 + c_{мв} m_1 (t_2 - t_0)$. Отсюда искомая температура горячего шоколада $t = t_2 + \frac{\lambda_1 m - \lambda_2 m_1 - c_{мв} m_1 (t_2 - t_0)}{c_{жс} m_1}$ (4).

Численно: $t = 32 + \frac{3,9 \cdot 10^5 \cdot 0,12 - 3,5 \cdot 10^5 \cdot 0,1 - 1300 \cdot 0,1 \cdot 32}{3200 \cdot 0,1} \cong 56 (^{\circ}\text{C})$.

Критерии оценивания

Формула (1).....	2
Формула (2) или соответствующие рассуждения	4
Уравнение (3).....	1
Численный ответ	3
Формула (4) при НЕВЕРНОМ численном ответе	1

5. «Проволочное соединение». Сопротивление металлической проволоки с удельным сопротивлением ρ , длиной l и площадью поперечного сечения S можно рассчитать по формуле: $R = \rho l / S$ (1). Тогда сопротивления резисторов равны:

$R_2 = \rho \frac{l_2}{S_2} = \rho \frac{2l_1}{S_1} = 2R_1 = 4$ (Ом), $R_3 = \rho \frac{l_1}{2S_1} = \frac{R_1}{2} = 1$ (Ом), $R_4 = \rho \frac{2l_1}{2S_1} = R_1 = 2$ (Ом).

Общее сопротивление схемы: $R_{общ} = \frac{(R_1 + R_2) \cdot (R_3 + R_4)}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4} = \frac{(2 + 4) \cdot (1 + 2)}{2 + 4 + 1 + 2} = 2$ (Ом).

Критерии оценивания

Формула (1).....	2
Выражение для R_2 (численно и/или через R_1).....	2
Выражение для R_3 (численно и/или через R_1).....	2
Выражение для R_4 (численно и/или через R_1).....	2
Нахождение общего сопротивления.....	2

6. «Новая стрелка». Изображение стрелки показано на рис. 9.4.

Изображение получилось • действительное, • перевернутое и • равное (или, в зависимости от того, как рисунок был перенесен в работу, уменьшенное, увеличенное).

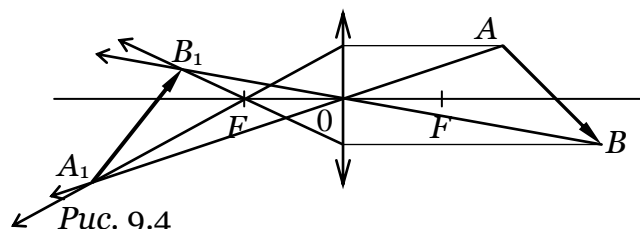


Рис. 9.4

Критерии оценивания

Построение изображения т. А.....	3
Построение изображения т. В.....	3
Рисунок стрелки A_1B_1	1
Каждая характеристика изображения.....	1

7. Экспериментальная задача «Сахарок». Плотность сахара-рафинада с порами равна $\rho = \frac{m}{V}$ (1), где m – масса куска сахара (измеряется с помощью весов), $V = a \cdot b \cdot c$ (2) – объем куска длиной a , шириной b и высотой c (эти значения определяются прямым измерением с использованием миллиметровой бумаги).

Тогда пористость сахара $\Pi = \left(1 - \frac{m/V}{\rho_u}\right) \cdot 100\% = \left(1 - \frac{m}{a \cdot b \cdot c \cdot \rho_u}\right) \cdot 100\%$ (3).

Критерии оценивания

Описание метода измерения плотности (формула (1))	2
Измерение массы куска сахара.....	1
Измерение размеров	2
Использование метода рядов для более точного измерения размеров	2
Расчет плотности	1
Расчет пористости	2

РЕШЕНИЯ И РАЗБАЛЛОВКА ПО ЗАДАЧАМ ДЛЯ X КЛАССА

1. «Зеркальный полет». Важно, что через 2 с после старта тело еще не достигло поверхности зеркала, так как полное время его полета равно $t = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g} = \frac{2 \cdot 30 \cdot 0,5}{10} = 3$ (с).

Проекция скорости тела на ось oy , направленную вертикально вверх, зависит от времени по закону: $v_y(t) = v_0 \cdot \sin \alpha - gt = 15 - 10t$ (м/с) (1). Через 2 с вертикальная проекция скорости тела равна $v_y(2) = 15 - 10 \cdot 2 = -5$ (м/с) (2).

Так как тело приближается к зеркалу, то с такой же скоростью к зеркальной поверхности движется изображение. Учитывая, что вдоль поверхности зеркала скорости тела и изображения одинаковы, делаем вывод, что искомая скорость $v_{отн} = 2|v_y(2)| = 10$ (м/с).

Критерии оценивания

Вывод о нахождении тела в полете	2
Формула (1).....	2
Результат (2).....	2
Искомая скорость	4

2. «Опасный поворот». Чтобы не сорваться в пропасть, сила трения $F_{mp} = \mu mg$

(1) должна обеспечить центростремительное ускорение $a_n = \frac{v^2}{R}$ (2). Согласно

второму закону $m \frac{v^2}{R} = \mu mg$ (3), откуда искомая скорость $v_{max} = \sqrt{\mu g R}$,

$v_{max} = \sqrt{0,6 \cdot 10 \cdot 60} = 19$ (м/с) (4).

Если дорога имеет неправильный уклон, то максимальная скорость должна быть меньше.

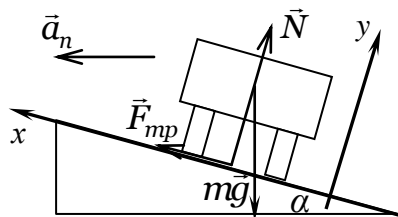


Рис. 10.5

Запишем второй закон динамики в проекции на две оси, направленные вдоль наклонной плоскости и перпендикулярно ей (рис. 10.5). Вдоль ox : $ma_n \cos \alpha = \mu N - mg \sin \alpha$; oy : $-ma_n \sin \alpha = N - mg \cos \alpha$.

Отсюда $v_{max} = \sqrt{gR \frac{\mu \cos \alpha - \sin \alpha}{\cos \alpha + \mu \sin \alpha}} = \sqrt{gR \frac{\mu - \operatorname{tg} \alpha}{1 + \mu \operatorname{tg} \alpha}}$, численно

$v_{max} = \sqrt{10 \cdot 60 \cdot \frac{0,6 - 0,577}{1 + 0,6 \cdot 0,577}} = 3,2$ (м/с) (5).

Критерии оценивания

Формула (1).....	1
Формула (2)	1
Формула (3)	2
Результат (4).....	1
Вывод об изменении скорости при уклоне	1
Рисунок, подобный 10.5.....	1
Результат (5).....	3

3. «Центральный удар». Пусть m_1 – масса первой монетки, m_2 – масса второй (покоящейся) монетки. По закону сохранения импульса $m_1v = m_2u + m_1v'$, (1) где v' – скорость монетки массой m_1 после взаимодействия, u – скорость первоначально покоившейся монетки m_2 после взаимодействия. Из закона сохранения энергии $\frac{m_1v^2}{2} = \frac{m_2u^2}{2} + \frac{m_1v'^2}{2}$ (2).

Из уравнения (1) получаем, что $v' = \frac{m_1v - m_2u}{m_1}$, и после подстановки в уравнение (2) имеем: $u = \frac{2m_1v}{m_1 + m_2}$, $v' = v \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2}$ (3).

Если массы монеток равны, то скорость первой монетки после удара $v' = 0$.

Обозначив отношение $\frac{m_1}{m_2} = k$, из равенства (3) получаем искомую зависимость: $v'(k) = v \cdot \frac{k-1}{k+1}$ (4).

Первая монетка будет двигаться в обратном направлении при $k - 1 < 0$, то есть при $k = \frac{m_1}{m_2} < 1$ (5) (или когда выполняется неравенство $m_1 < m_2$).

Критерии оценивания

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

4. «Раскаленная сковорода». Уравнение теплового баланса для сковороды и воды: $C \cdot (t_1 - t) = Q + c_в \cdot (\rho_в V_о - m_1)(t - t_2)$ (1), где $Q = c_г m_1 \cdot (t_{100} - t_2) + L_г m_1$ (2) – количество теплоты, необходимое для испарения части воды.

Из равенств получаем $C \cdot (t_1 - t) = c_г m_1 \cdot (t_{100} - t_2) + L_г m_1 + c_в \cdot (\rho_в V_о - m_1)(t - t_2)$. Отсюда искомая температура $t = \frac{Ct_1 - c_г m_1 \cdot (t_{100} - t_2) - L_г m_1 + c_в \cdot (\rho_в V_о - m_1)t_2}{C + c_в \cdot (\rho_в V_о - m_1)}$ (3). Численно: $t = \frac{550 \cdot 170 - 4200 \cdot 0,01 \cdot 80 - 2,26 \cdot 10^6 \cdot 0,01 + 4200 \cdot (0,1 - 0,01) \cdot 20}{550 + 4200 \cdot (0,1 - 0,01)} \cong 81(^\circ\text{C})$.

Критерии оценивания

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

5. «Сопrotивление колеса». Эквивалентная электрическая схема соединения элементов колеса показана на рис. 10.6 (в т. О выполнено разъединение, не приводящее к изменению сопротивления цепи; из соединения исключены элементы, по которым ток не течет, то есть O_1C и O_2D).

На схеме сопротивление спицы колеса $R_c = R_{AO} = k \cdot \frac{d}{2} = 1$ (Ом) (1). Сопротивление части обода колеса между двумя соседними спицами длиной



Рис. 10.6

$$L = \pi \cdot d / 8 = 3,14 \cdot 0,2 / 8 = 0,079 \text{ (м)} \text{ равно } R_0 = kL = 0,79 \text{ (Ом)} \text{ (2)}.$$

$$\text{Тогда } R_{AOB} = 2 \cdot R_c = 2 \text{ (Ом)} \text{ (3)}, R_{ACQB} = R_{ADQ_2B} = 2 \cdot R_0 + \left(\frac{2 \cdot R_0 \cdot 2 \cdot R_c}{2 \cdot R_0 + 2 \cdot R_c} \right) = 2,46 \text{ (Ом)} \text{ (4)},$$

$$R_{ACQB+ADQ_2B} = \frac{1}{2} R_{ACQB} = \frac{1}{2} R_{ADQ_2B} = 1,23 \text{ (Ом)} \text{ (5)}. \text{ Искомое сопротивление}$$

$$R_{AB} = \frac{R_{ACQB+ADQ_2B} \cdot R_{AOB}}{R_{ACQB+ADQ_2B} + R_{AOB}} = \frac{2,46}{3,23} = 0,76 \text{ (Ом)}.$$

Критерии оценивания

Эквивалентная схема	3
Формула (1).....	1
Формула (2)	1
Формула (3) и/или расчет	1
Формула (4) и/или расчет	1
Формула (5) и/или расчет.....	1
Численный ответ	2

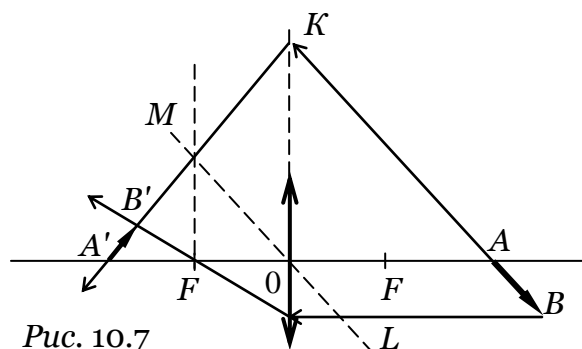


Рис. 10.7

6. «Изображение стрелки». Изображение стрелки показано на рис. 10.7. На рис. ML – побочная оптическая ось, параллельная лучу AK (запущенному вдоль стрелки AB). Изображение получилось • действительное, • перевернутое и • уменьшенное (или, в зависимости от того, как рисунок был перенесен в работу, равное, увеличенное).

Критерии оценивания

Построение изображения т. A	3
Построение изображения т. B	1
Рисунок стрелки $A'B'$	3
Каждая характеристика изображения.....	1

7. Экспериментальная задача «Мензурка». Из бумаги скручивается цилиндр, который помещается внутрь мензурки так, чтобы он плотно прилегал к ее стенкам, и отмечается участок листа, равный длине окружности L . Затем бумага прикладывается к нулевому делению шкалы и отмечается номер деления на шкале мензурки, соответствующий высоте L .

Внутренний объем, с одной стороны, равен значению деления на шкале сосуда, а с другой – произведению площади основания на высоту: $V = S \cdot L$ (1), где $S = \pi R^2$ (2) – площадь основания, $L = 2\pi R$ (3) – высота.

$$\text{Подставив формулы (2) и (3) в выражение (1), получаем: } V = \pi R^2 \cdot 2\pi R = 2\pi^2 R^3 \text{ (4)}.$$

$$\text{Из формулы (4) выражаем радиус мензурки: } R = \sqrt[3]{\frac{V}{2 \cdot \pi^2}} \text{ (5)}.$$

Критерии оценивания

Описание метода	3
Формула (1).....	1
Формула (2)	1
Формула (3)	1
Нахождение радиуса – формула (5) и значения	4

РЕШЕНИЯ И РАЗБАЛЛОВКА ПО ЗАДАЧАМ ДЛЯ XI КЛАССА

1. «Зеркальное движение». Скорость изображения минимальна в тот момент, когда достигнет минимума скорость тела, то есть когда скорость тела будет направлена горизонтально (в верхней точке траектории). Из уравнения скорости в проекции на направление оси oy (рис. 11.4) $v_y = 0 = v_0 \sin\beta - gt$, это случится через время $t = \frac{v_0 \sin\beta}{g}$ (1)

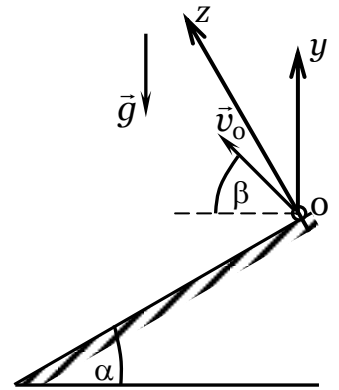


Рис. 11.4

после начала движения.

Расстояние до зеркальной поверхности в этот момент времени можно найти из уравнения движения вдоль оси Oz , перпендикулярной наклонной плоскости:

$$h = v_0 \cdot \cos(90^\circ - \alpha - \beta) \cdot t - \frac{g \cdot \cos\alpha t^2}{2} \quad (2), \quad \text{или} \quad \text{с} \quad \text{учетом} \quad (1)$$

$$h = \frac{v_0^2 \cdot \sin(\alpha + \beta) \sin\beta}{g} - \frac{v_0^2 \cdot \cos\alpha \sin^2\beta}{2g} = \frac{v_0^2 \cdot \sin\beta \cdot (2 \sin(\alpha + \beta) - \cos\alpha \sin\beta)}{2g} \quad (3).$$

Следовательно, искомое расстояние между предметом и его изображением в зеркале равно $H = 2h = \frac{v_0^2 \cdot \sin\beta \cdot (2 \sin(\alpha + \beta) - \cos\alpha \sin\beta)}{g}$, численно

$$H = \frac{9 \text{ (м/с)}^2 \cdot 0,71 \cdot (2 \cdot 0,97 - 0,87 \cdot 0,71)}{10 \text{ м/с}^2} = 0,84 \text{ м.}$$

Критерии оценивания

Определение условия, когда скорость минимальна	2
Формула (1)	2
Нахождение высоты тела над зеркалом (или численно или формула (2), или (3))	4
Нахождение расстояния H	2

2. «Тяжелый шар». Определим массу воздуха внутри шара. Из уравнения Менделеева-Клапейрона $p_0 V_1 = \frac{m_1}{\mu} RT$ $m_1 = \frac{p_0 V_1 \mu}{RT}$,

$m_1 = \frac{10^5 \cdot 0,02 \cdot 29 \cdot 10^{-3}}{8,31 \cdot 290} = 0,024 \text{ (кг)}$ (1). Так как $m_1 \ll m_0$, массу воздуха в дальнейших расчетах учитывать не будем.

Проверим, будет ли плавать шар на поверхности воды. Из условия плавания шарика на поверхности воды $m_0 g = \rho V_{\text{погр}} g$ (2) объем погруженной в воду части шара равен $V_{\text{погр}} = \frac{m_0}{\rho} = \frac{15}{1000} = 0,015 \text{ (м}^3\text{)}$. Сравним его с суммарным объемом $V = V_0 + V_1 = 0,026 \text{ (м}^3\text{)}$. Оказалось, что $V_{\text{погр}} < V$ (3), шар может плавать на поверхности воды.

При погружении шара на глубину, с которой он перестанет всплывать, $V'_{погр} = V_0 + V_2$, где V_2 – новый объем, занимаемый воздухом. С учетом равенства

$$(2): \frac{m_0}{\rho} = V_0 + V_2 \quad (4).$$

При постоянной температуре $p_0 V_1 = p V_2$ (5), где $p = p_0 + \rho g h$ (6), h – искомая глубина погружения. Из равенств (5) и (6): $p_0 V_1 = (p_0 + \rho g h) V_2$, с учетом (4):

$$p_0 V_1 = (p_0 + \rho g h) \left(\frac{m_0}{\rho} - V_0 \right). \quad \text{В итоге: } h = \frac{p_0}{\rho g} \frac{\rho(V_0 + V_1) - m_0}{m_0 - \rho V_0} \quad (7). \quad \text{Численно:}$$

$$h = \frac{10^5}{10^3 \cdot 10} \cdot \frac{10^3 \cdot 0,026 - 15}{15 - 10^3 \cdot 6 \cdot 10^{-3}} \cong 12,2 \text{ (м)}.$$

Критерии оценивания

Если в расчетах масса воздуха не учитывалась, но сделана оценка (1)	1
Формула (2)	2
Вывод (3)	1
Формула (4)	1
Формула (5)	2
Формула (6)	1
Формула (7)	1
Численный ответ	1

3. «Трек». Запишем уравнение второго закона Ньютона для частицы, движущейся в магнитном поле B , в проекции на нормаль к траектории: $mv^2/\rho = qvB$ (1). Отсюда радиус кривизны траектории равен $\rho = mv/(qB)$ (2). Поскольку на частицу в жидкости действует сила сопротивления, ее скорость v со временем уменьшается и, следовательно, уменьшается радиус кривизны ρ . Отсюда следует, что траектория имеет форму спирали и что частица движется от A к B . Сила Лоренца направлена к центру кривизны; используя правило левой руки, определяем, что знак заряда отрицательный.

Критерии оценивания

Формула (1)	3
Формула (2) или ее словесный аналог	1
Правильный ответ на первый вопрос	2
Правильный ответ на второй вопрос	2
Правильный ответ на третий вопрос	2

4. «Механизм-пружина». Когда в корзине окажется N яблок общим весом $F = Nmg$ и колебания в системе прекратятся, по закону Гука, с одной стороны $Nmg = kl_1$ (1), а с другой, $Nmg = 2kl_2$ (2), где l_1 – удлинение средней пружины, l_2 – сжатие боковых.

При указанных деформациях корзина приблизится к полу на расстояние $l = l_1 + l_2$. (3). Так как $L > l$, то $L > \frac{Nmg}{k} + \frac{Nmg}{2k}$, $N < \frac{2kL}{3mg}$, $N < \frac{2 \cdot 50 \cdot 0,25}{3 \cdot 0,15 \cdot 10} = 5,6$ (4).

То есть в корзину можно положить не более 5 яблок.

Критерии оценивания

Формула (1)	2
Формула (2)	2
Вывод (3)	2
Расчет (4)	2
Вывод	2

5. «Переносчик зарядов». 1) Гильза оторвется от пластины, когда электрическая сила будет равна силе тяжести гильзы, то есть $qE_{\min} = mg$ (1). Здесь

$$E_{\min} = \frac{U_{\min}}{d} \quad (2). \text{ По условию } q = \alpha U, \text{ тогда } \alpha U_{\min} \cdot \frac{U_{\min}}{d} = mg, U_{\min} = \sqrt{\frac{mgd}{\alpha}} \quad (3).$$

2) Согласно второму закону динамики ускорение гильзы при движении вверх равно $a_1 = \frac{qE - mg}{m} = \frac{\alpha U^2}{md} - g$ (4). Пройденное гильзой расстояние $d = \frac{a_1 t_1^2}{2}$ (5),

$$\text{откуда время подъема гильзы } t_1 = \sqrt{\frac{2d}{a_1}} = \sqrt{\frac{2md^2}{\alpha U^2 - mgd}} = d \sqrt{\frac{2m}{\alpha U^2 - mgd}} \quad (6).$$

Скорость гильзы перед ударом о верхнюю пластину

$$v = a_1 t_1 = \left(\frac{\alpha U^2}{md} - g \right) \cdot d \sqrt{\frac{2m}{\alpha U^2 - mgd}} = \sqrt{\frac{2\alpha U^2}{m} - 2gd} \quad (7).$$

3) При движении гильзы вниз $ma_2 = mg + qE$, $ma_2 = mg + \alpha U \cdot \frac{U}{d}$,
 $a_2 = g + \frac{\alpha U^2}{md}$ (8).

Учитывая, что после ударе о верхнюю пластину скорость гильзы становится равной нулю, получим, что $d = \frac{a_2 t_2^2}{2}$ (9). Отсюда $t_2 = \sqrt{\frac{2d}{a_2}} = d \sqrt{\frac{2m}{\alpha U^2 + mgd}}$ (10).

Критерии оценивания

Формула (1).....	1
Формула (2).....	1
Формула (3).....	1
Формула (4).....	1
Формула (5).....	1
Формула (6).....	1
Формула (7).....	1
Формула (8).....	1
Формула (9).....	1
Формула (10).....	1

6. «Неправильная схема». Искомое сопротивление $R = \frac{U_R}{I_R}$ (1), где U_R – напряжение на резисторе, равное напряжению на амперметре $U_R = IR_a$ (2), I_R – сила тока, протекающего по резистору. $I_R = I_b - I = \frac{U}{R_b} - I$ (3) (здесь I_b – сила тока через вольтметр). В итоге $R = \frac{IR_a}{U/R_b - I} = \frac{0,01 \text{ A} \cdot 10 \text{ Ом}}{30 \text{ В} / 1000 \text{ Ом} - 0,01 \text{ A}} = 5 \text{ Ом}.$

Критерии оценивания

Формула (1).....	2
Формула (2).....	2
Формула (3).....	3
Ответ.....	3

7. *Экспериментальная задача «Плотность».* Чтобы определить массу груза, воспользуемся условием плавания стаканчика (0,2 л) с грузом внутри в большом стакане (0,5 л). Отметим на стенке стаканчика уровень погружения его в воду. Уберем из стаканчика груз и нальем в него воду объемом V_1 , чтобы он погрузился на столько же, на сколько был погружен с грузом. Таким образом, масса налитой в стаканчик воды будет равна массе груза ($m = \rho_в V_1$).

Найдем объем груза. Поместим груз в стаканчик и нальем столько воды, чтобы груз оказался полностью под водой. Сделаем отметку уровня воды в стаканчике. Вынем груз и дольем в стаканчик воду объемом V_2 , чтобы ее уровень был по исходной отметке. Итак, объем груза равен объему дополнительно налитой воды.

В итоге средняя плотность груза: $\rho = \rho_в \frac{V_1}{V_2}$ (1).

Относительная погрешность результата равна $\varepsilon = \frac{\Delta V}{V_1} + \frac{\Delta V}{V_2}$, абсолютная по-

грешность: $\Delta\rho = \rho \cdot \Delta V \left(\frac{1}{V_1} + \frac{1}{V_2} \right)$ (2).

Результат должен быть представлен в виде: $\rho_{иск} = \rho \pm \Delta\rho$ (3).

Критерии оценивания

Описание метода определения массы	2
Измерение массы груза	1
Описание метода определения объема.....	2
Измерение объема груза.....	1
Расчет плотности груза	2
Расчет абсолютной погрешности по формуле (2)	1
Запись результата в виде (3)	1

**Школьники, приглашенные по результатам муниципального этапа
на региональный этап
областной и всероссийской олимпиады школьников по физике
в 2012/2013 уч. году**

VII класс

Анфилатова Екатерина (МОАУ СОШ с УИОП №28 им. Октябрьской революции г. Кирова), Бастраков Евгений (КОГОАУ "КЭПЛ"), Ведянина Елизавета (МОАУ "СОШ №20" г. Кирова), Дубяго Фёдор (МКОУ СОШ с УИОП № 3 г. Яранска), Зонов Виталий (МОАУ "СОШ с УИОП №74" г. Кирова), Измestьев Иван (МБОУ СОШ с УИОП №51 г. Кирова), Карин Тимофей (МКОУ СОШ п. Октябрьский, Зуевский район), Колбин Илья (КОГОКУ "ВГГ"), Кузнецов Александр (КОГОАУ "КФМЛ"), Лекомцева Мария (МКОУ СОШ с. Талица Фаленского р-на), Никоноров Максим (МКОУ гимназия г. Вятские Поляны), Новоселова Полина (КОГОАУ "КФМЛ"), Огорельцева Влада (МКОУ гимназия г. Слободского), Ошуева София (КОГОАУ "КФМЛ"), Подошлов Дмитрий (МБОУ "Лицей" г. К.Чепецка), Порошина Тамара (КОГОАУ "КФМЛ"), Рогов Павел (КОГОКУ "ВГГ"), Рубцов Антон (КОГОКУ "ЛЕН"), Тебенькова Марина (КОГОАУ "КФМЛ"), Томинин Ярослав (КОГОАУ "КФМЛ"), Шубин Илья (КОГОКУ "ВГГ"), Кульпина Екатерина (МОУ СОШ с УИОП №1 г. Советска).

VIII класс

Арасланов Антон (МОАУ "Лицей №21" г. Кирова), Артемьев Александр (КОГОАУ "КФМЛ"), Бабушкина Татьяна ("Многопрофильный лицей г. Вятские Поляны"), Владимиров Никита (МКОУ СОШ с. Ральники Малмыжского р-на), Воронцов Иван (МКОУ СОШ с. Юрьево Котельничского р-на), Домнин Денис (КОГОАУ "КЭПЛ"), Зяблицев Владимир (МОАУ "Лицей №21" г. Кирова), Исупов Кирилл (КОГОАУ «КФМЛ»), Князев Леонид (КОГОАУ "КФМЛ"), Колеватов Виталий (КОГОАУ "КЭПЛ"), Пахомов Дмитрий (КОГОКУ СОШ с УИОП г.Омутнинска), Перминов Александр (КОГОКУ "ЛЕН"), Перминов Данил (КОГОАУ "Гимназия №1 г. Кирово-Чепецка"), Петухова Евгения (МКОУ СОШ пгт. Кумёны), Политов Александр (КОГОАУ «КЭПЛ»), Саванин Михаил (МОАУ "Лицей №21" г. Кирова), Сметанин Станислав (МОАУ "СОШ с УИОП №66" г. Кирова), Стародумова Полина (МКОУ "Лицей г. Кирово-Чепецка"), Харлушин Данил ("Многопрофильный лицей г. Вятские Поляны"), Чирков Дмитрий (МБОУ "Лицей" г. К.Чепецка), Шевелев Дмитрий (МКОУ Спицынская СОШ).

IX класс

Алцыбеев Максим (КОГОАУ "КЭПЛ"), Багдасарян Амаяк (МКОУ СОШ "Образовательный центр" г.Зуевка), Бураков Иван (МКОУ "Лицей г. Кирово-Чепецка"), Васенин Андрей (МОАУ "СОШ с УИОП №30" г. Кирова), Васильчишин Сергей (КОГОАУ "КФМЛ"), Воробьев Алексей (КОГОАУ "КФМЛ"), Зеленева Антон (КОГОАУ "КФМЛ"), Князева Анастасия (МКОУ СОШ №5 г. Кирово-Чепецка), Кокарев Александр (КОГОКУ СОШ с УИОП г.Омутнинска), Леонтьев Даниил (КОГОКУ "ВГГ"), Маренин Алексей (КОГОКУ "ВГГ"), Морозов Илья (МБОУ СОШ с УИОП №62 им. А.Я. Опарина г. Кирова), Нуждов Глеб (КОГОАУ "КФМЛ"), Панченко Иван (МКОУ СОШ с УИОП №2 г. Вятские Поляны), Порошин Андрей (КОГОАУ "ЛЕН"), Прозоров Лев (КОГОАУ "КФМЛ"), Прозорова Анна (КОГОАУ "КФМЛ"), Раскопина Вера (МОАУ СОШ с УИОП №28 им. Октябрьской революции г. Кирова), Рзаев Али (МОАУ "СОШ с УИОП №58" г. Кирова), Рубанов Илья (КОГОАУ "КФМЛ"), Смирнов Дмитрий (КОГОКУ "ВГГ"), Хадиева Альбина (МКОУ СОШ с. Лазарево Уржумского р-на), Чамор Мария (МКОУ СОШ с УИОП г. Кирс), Черемисинова Ольга (МОУ СОШ с УИОП №28 им. Октябрьской революции г. Кирова), Шишкин Михаил (КОГОАУ "КФМЛ").

X класс

Анущенко Александр (МОАУ "СОШ №14" г. Кирова), Баранцев Андрей (КОГОКУ "Лицей г. Советска"), Исупова Юлия (КОГОКУ «ЛЕН»), Казаков Назар (КОГОАУ "КФМЛ"), Кашу Артем (КОГОАУ "Гимназия г.Уржума"), Коновалов Александр (КОГОАУ "КФМЛ"), Кочкин Иван (КОГОАУ "КФМЛ"), Лютин Антон (КОГОАУ "КФМЛ"), Мальцева Анастасия (КОГОАУ "КФМЛ"), Онучин Николай (КОГОКУ "Лицей г. Советска"), Пономарева Дарья ("Многопрофильный лицей г. Вятские Поляны"), Постников Валентин (КОГОАУ "КФМЛ"), Похвищева Надежда (КОГОКУ "ЛЕН"), Сергеева Анастасия (КОГОКУ "ЛЕН"), Ситников Максим (МОАУ СОШ с УИОП №28 им. Октябрьской революции г. Кирова), Смердов Антон (КОГОАУ "КФМЛ"), Снигирев Леонид (МОАУ СОШ с УИОП №61 г. Кирова), Татарских Савелий (КОГОКУ "ЛЕН"), Тебеньков Александр (МОАУ "СОШ с УИОП №37" г. Кирова), Халявин Илья (КОГОАУ "КФМЛ"), Харин Георгий (КОГОАУ "КФМЛ"), Шарафутдинов Азат (КОГОАУ "КФМЛ"), Широких Борис (КОГОАУ "КФМЛ"), Юшков Артем (МКОУ гимназия г. Сосновка).

XI класс

Аревков Вадим (КОГОКУ "Лицей г. Советска"), Баранов Максим (МКОУ СОШ пгт. Нема), Воронцова Татьяна (МКОУ СОШ с. Юрьеве Котельничского р-на), Высоких Максим (КОГОАУ "КФМЛ"), Головьева Елизавета (КОГОКУ СОШ с УИОП г.Омутнинска), Едигарев Андрей (МКОУ СОШ с УИОП г. Кирс), Зоненко Наталья (КОГОКУ «ЛЕН»), Ивонин Юрий (КОГОАУ "КФМЛ"), Калинин Дмитрий (МКОУ "Лицей г. Кирово-Чепецка"), Князева Ксения (МБОУ "Лицей" г. К.Чепецка), Королев Михаил (КОГОКУ СОШ с УИОП г. Зуевка), Латышев Алексей (КОГОАУ "КФМЛ"), Логинов Иван (КОГОАУ "КФМЛ"), Малыгин Виталий (КОГОАУ "КФМЛ"), Марков Илья (КОГОАУ "КФМЛ"), Марьин Егор (КОГОАУ "КФМЛ»), Машковцев Денис (КОГОКУ "ЛЕН"), Никулин Валерий (МОАУ "СОШ с УИОП №27" г. Кирова), Орлов Евгений (МКОУ СОШ с УИОП г. Нолинск), Пестриков Павел (МОАУ "СОШ с УИОП №37" г. Кирова), Попыванов Лев (КОГОКУ "ЛЕН"), Ржавитина Мария (МБОУ СОШ с. Порез Унинского р-на им. Г. Ф. Шулятьева), Садакова Кристина (КОГОАУ "КФМЛ"), Смирнова Екатерина (МКОУ СОШ с УИОП г. Нолинск), Топоров Евгений (МКОУ СОШ пгт. Даровской), Тюльпанова Екатерина (КОГОАУ "КФМЛ"), Шевнин Дмитрий (КОГОАУ "КФМЛ").

Учителя, подготовившие победителей и призеров регионального этапа всероссийской олимпиады школьников по физике в 2012/2013 уч. году

Батухтина Марина Павловна (МКОУ СОШ с УИОП № 3 г. Яранска), Дресвянникова Наталья Юрьевна (МКОУ гимназия г. Вятские Поляны), Елькина Мария Игоревна (КОГОАУ "КФМЛ"), Заграй Владимир Сергеевич (КОГОАУ "КФМЛ"), Зинатова Минсария Харматулловна ("Многопрофильный лицей г. Вятские Поляны"), Исупов Михаил Васильевич (КОГОАУ "КФМЛ"), Некрасова Анжелика Викторовна (КОГОАУ "КЭПЛ"), Половникова Елена Анатольевна (КОГОАУ "КФМЛ"), Резниченко Елена Михайловна (МБОУ "Лицей" г. Кирово-Чепецка), Самарин Григорий Геннадьевич (КОГОАУ "ЛЕН"), Санникова Ольга Сергеевна (КОГОКУ СОШ с УИОП г. Омутнинска), Суворов Анатолий Андреевич (МБОУ "Лицей" г. Кирово-Чепецка), Сысоева Татьяна Алексеевна (МОАУ "Лицей №21" г. Кирова), Фирюлина Надежда Витальевна (МБОУ "Лицей" г. Кирово-Чепецка), Шибанова Галина Владимировна (КОГОКУ "ВГТ").

План открытых/выездных мероприятий по физике, проводимых ЦДООШ в 2013/2014 учебном году

Дата	Название	Класс	Предмет	Место
29 ноября 2013	Отборочный тур олимпиады "Росатом" по математике	10, 11	математика, физика	Киров
30 ноября 2013	Отборочный тур олимпиады "Росатом" по физике	10, 11		Киров
11 декабря 2013	Конкурс по естествознанию "Гелиантус"	5-11	физика, химия, биология, география	Киров
Конец декабря 2013	Турнир физических боев / поездка команд	10-11	физика	Москва
Середина января 2013	Региональный этап всероссийской олимпиады по физике	7-11	физика	Киров
Конец февраля 2013	Турнир юных физиков / поездка команд	9-11	физика	Москва
12-17 марта 2014	Кировский (открытый) турнир юных физиков	7-9	физика	Киров
2-28 июля 2014	Летняя многопредметная школа	5-11	математика, физика, биология, химия	Котельнич