



Государственное образовательное учреждение
дополнительного образования детей
«ЦЕНТР ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ ДЕТЕЙ «ОДАРЕННЫЙ ШКОЛЬНИК»

ФИЗИКА

ЗАДАНИЯ, РЕШЕНИЯ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

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

Кировской области
в 2009/2010 учебном году

Киров
2009

Печатается по решению учебно-методического совета
ГОУ ДОД «Центр дополнительного образования для детей «Одаренный
школьник»
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 Ки-
ровской области в 2009/2010 учебном году [Текст] / сост. *Л. И. Василевская,*
М. В. Гырдымов, П. Я. Кантор, К. А. Коханов // под ред. *П. Я. Кантора,*
К. А. Коханова. – Киров: Изд-во ЦДООШ, 2009. – 23 с.

Авторы, составители и источники задач

Василевская Л.: 10.7; 11.4

Гырдымов М.: 8.5; 9.4; 9.6; 9.7; 10.1; 10.4; 10.5

Кантор П.: 7.2; 8.1; 8.4; 9.1; 10.3; 10.4; 11.2; 11.5; 11.6

Коханов К.: 7.1; 7.3; 7.4; 7.5; 8.2; 8.3; 8.6; 9.2; 9.3; 9.5; 9.7; 10.2; 10.6; 11.1; 11.3; 11.7

Научная редакция

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

Коханов К., канд. пед. наук, доцент

Методической комиссией районной (городской) олимпиады по физике
рассматриваются предложения по задачам для II тура олимпиады 2010/2011 уч. года
Адрес для переписки: 610002, г. Киров, а/я 2039, ЦДООШ, физическое отделение

Компьютерный набор

Гырдымов М., Коханов К., Кантор П.

Компьютерная верстка

Коханов К.

Подписано в печать 19.10.2009.

Формат 60×84¹/₁₆. Бумага типографская. Усл. печ. л. 1,45

Тираж 1500 экз.

ОРГКОМИТЕТУ И ЖЮРИ РАЙОННОЙ (ГОРОДСКОЙ) ФИЗИЧЕСКОЙ ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ

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. 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.

3. Членам жюри необходимо выполнить решения экспериментальных задач заранее. Экспериментальная задача решается каждым участником олимпиады индивидуально. Если число комплектов оборудования недостаточно, необходимо организовать выполнение задания небольшими группами по скользящему графику (и в другом помещении). Обычно непосредственно на измерения затрачивается около 1/5 времени, отведенного на выполнение олимпиадной работы, поэтому требуется обеспечить такое число комплектов оборудования, чтобы его хватило, если все участники будут разбиты на 4 группы.

4. Сразу после выполнения заданий проводится разбор решений, о сроках которого следует объявить учащимся заранее, перед началом олимпиады.

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

6. Для участников олимпиады из районного центра (города) и близлежащих населенных пунктов 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 повысить оценку или оставить ее без изменения.

7. Предлагается разбалловка решений задач, но она носит *рекомендательный* характер.

8. Уважаемые коллеги! Очень просим наклеить титульные листы на работы и четко проставить в них результаты (чтобы не затруднять нам работу при отборе на областную олимпиаду). Желаем успеха!

РЕКОМЕНДАЦИИ ОРГКОМИТЕТУ ОЛИМПИАДЫ ПО ПОДГОТОВКЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ЗАДАЧ VIII КЛАСС

Желательно, чтобы массы кусков пластилина у всех школьников были одинаковы; при этом масса кусков пластилина должна быть несколько больше массы теннисных мячиков.

IX КЛАСС

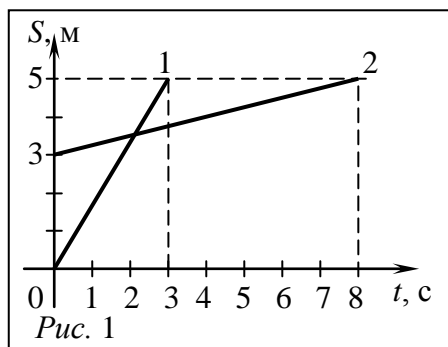
Следует подготовить для каждого ученика полоски бумаги с длиной, равной высоте стаканчика.

Рекомендуем прикрепить к каждому стаканчику большей емкости по два небольших кусочка скотча для приклеивания шкалы.

X КЛАСС

Кусок пластилина с металлом следует делать достаточно больших размеров, чтобы сделать заметнее разницу веса пластилина в воздухе и воде.

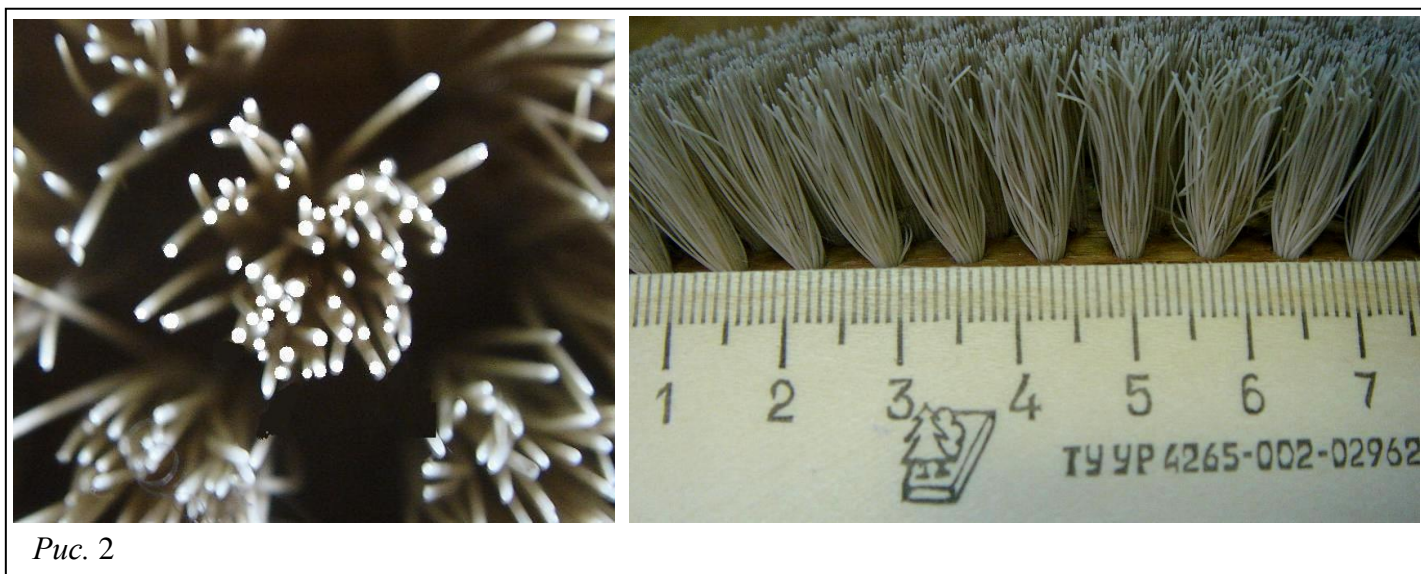
УСЛОВИЯ ЗАДАЧ ДЛЯ VII КЛАССА



1. «Неодинаковые скорости». Используя графики зависимости пути, пройденного телами 1 и 2 (рис. 1), от времени, найдите с точностью до двух знаков после запятой, во сколько раз отличаются скорости движения первого и второго тела $\left(\frac{v_1}{v_2}\right)$ в первые три секунды.

2. «Шумовое загрязнение». Двигатель реактивного истребителя Су во время полета издает очень громкий звук; учебный самолет МиГ, напротив, работает очень тихо. Будет ли слышать пилот МиГа, летящего со скоростью 700 км/ч, звук от Су, догоняющего его со скоростью 1400 км/ч? Скорость звука в воздухе 340 м/с.

3. «Щетина». Щетина щетки для одежды представляет собой множество отрезков упругой лески, собранных в пучки и вставленных в дощечку небольших размеров. На фотографии рис. 2 показана щетина при сильном увеличении. Размеры щетки 4 x 9 см. Пучки могут вставляться в деревяшку практически вплотную к краю. Определите полное количество отрезков лески в щетке.



4. «Запачканный шарик». Стекланный шарик плотностью $\rho_{ст} = 2500 \text{ кг/м}^3$ обмазан слоем пластилина плотностью $\rho_{пл} = 1500 \text{ кг/м}^3$. Какова средняя плотность шарика с пластилином, если объемы стекла и пластилина равны?

5. Экспериментальная задача «Плотность бумаги». Определите толщину и плотность тетрадного листа бумаги.

Оборудование: несколько листов бумаги в клетку, линейка, ножницы, весы с разновесами.

УСЛОВИЯ ЗАДАЧ ДЛЯ VIII КЛАССА

1. «Мячик в тумане». Туман состоит из огромного количества мельчайших капелек воды, неподвижно висящих в воздухе, при этом полная масса капелек в 1 л воздуха составляет 0,1 г (средняя плотность тумана получается в 10000 раз меньше плотности воды). При движении мяча в тумане к нему прилипают все встреченные капельки. На сколько увеличивается масса мяча радиусом 10 см при падении с высоты 5 м?

Указание: объем цилиндра равен произведению площади основания на высоту; площадь круга $S = \pi r^2$, где $\pi = 3,14$.

2. «Шарик в пластилине». В куске пластилина плотностью $\rho_{пл} = 1500 \text{ кг/м}^3$ находится стеклянный шарик плотностью $\rho_{ст} = 2500 \text{ кг/м}^3$. Средняя плотность пластилина с шариком оказалась равной $\rho = 2000 \text{ кг/м}^3$. Во сколько раз отличаются объемы, а также массы пластилина и стеклянного шарика.

3. «Про лейку». Почему струя воды, вытекающей из садовой лейки, иногда направлена несколько вверх по отношению к горизонту?

4. «Промышленный домкрат». Тело массой 250 кг поднимается гидравлическим домкратом. Площадь малого поршня $S_1 = 2 \text{ см}^2$, площадь большого поршня $S_2 = 2 \text{ дм}^2$. Какая сила прикладывается к малому поршню? Может ли ученик восьмого класса воспользоваться таким домкратом для подъема тяжелого тела? Считать, что $g = 10 \text{ Н/кг}$.

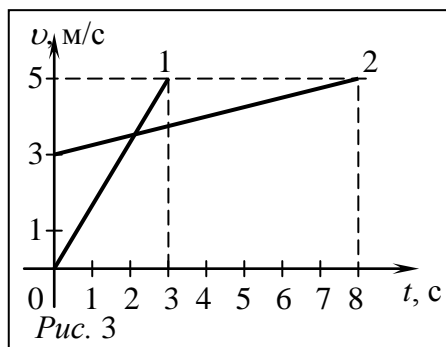
5. «Проволока». Назовите, какие явления наблюдаются в том месте, где производят изгиб толстой медной проволоки. Чем завершается процесс многократных изгибаний?

6. *Экспериментальная задача «Легкий теннисный шарик».* Оцените, во сколько раз масса куска пластилина больше массы шарика для настольного тенниса.

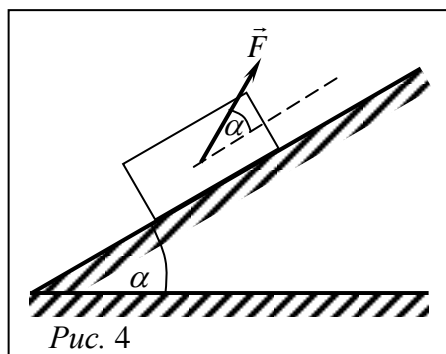
Оборудование: шарик для настольного тенниса, кусок пластилина, деревянная линейка, нить (длина выбирается самостоятельно).

УСЛОВИЯ ЗАДАЧ ДЛЯ IX КЛАССА

1. «Энергетический кризис». Автомобиль Renault Logan расходует на каждые 100 км пути 5,4 л бензина при скорости 90 км/ч и 7,0 л – при скорости 120 км/ч. Каков был средний расход топлива на 100 км, если в дальней поездке автомобиль ровно половину времени двигался со скоростью 90 км/ч, а вторую половину – со скоростью 120 км/ч?

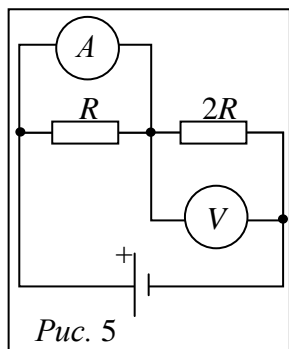


2. «Неодинаковые пути». Используя графики зависимости скорости тел от времени (рис. 3), найдите с точностью до второго знака после запятой, во сколько раз путь, пройденный телом 2 за первые три секунды движения, больше пути, пройденного телом 1 за это же время.



3. «Разгон бруска». Определите величину и направление ускорения бруска, показанного на рис. 4. Масса бруска $m = 500$ г, величина силы $F = 2$ Н, $\alpha = 30^\circ$; трение между бруском и наклонной плоскостью отсутствует.

4. «Как плавала бутылка». На поверхности воды плавает закрытая стеклянная бутылка, погруженная на $\beta = 0,4$ своего объема. Определите силу, которую необходимо приложить к бутылке, чтобы полностью погрузить её в воду. Внешний объем закрытой бутылки $V = 0,6$ л, плотность воды $\rho = 1000$ кг/м³.



5. «Холодный ветер». Почему в прохладную погоду при ветре человеку становится еще холоднее? Почему ощущение прохлады усиливается, когда дует влажный воздух (воздух, в котором есть капельки воды)?

6. «Потеря тепла». Определите суммарную тепловую мощность, которая выделяется на резисторах в электрической цепи, показанной на рис. 5. Источник, амперметр и вольтметр считать идеальными. Известно, что амперметр показывает 0,5 А, вольтметр – 9 В.

7. Экспериментальная задача «Градуировка нецилиндрического стаканчика»

1) Подготовьте экспериментальную установку. Прикрепите с помощью кусочков скотча полоску белой бумаги к стенке пластикового стаканчика емкостью 0,5 л.

2) Проградуируйте полоску. Для этого нанесите на нее шкалу, указывающую объем влитой воды, с ценой деления 50 см³.

Оборудование: пластиковый стаканчик вместимостью 0,5 л, пластиковый стаканчик вместимостью 0,1 л, полоска белой бумаги, кусочки скотча, маркер, вода.

Указание: проградуированную полоску следует сдать вместе с выполненной работой. На полоске должен быть отмечен уровень дна стаканчика.

УСЛОВИЯ ЗАДАЧ ДЛЯ X КЛАССА

1. «Поездка с горы». Брусок съезжает по гладкой наклонной плоскости за время $t = 0,5$ с. В верхней точке наклонной плоскости скорость бруска была $v_1 = 25$ см/с, в нижней – $v_2 = 275$ см/с. Определите длину наклонной плоскости и угол ее наклона.

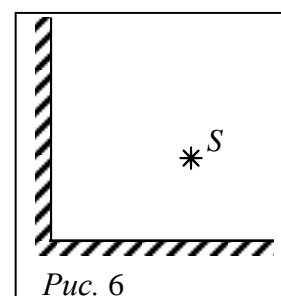
2. «Взвешивание». Ученик удерживает в каждой руке по динамометру, к которым подвешены гири с массами $m_1 = 100$ г и $m_2 = 125$ г. Затем он начинает двигать динамометр с гирей массой m_1 горизонтально с ускорением $a_1 = 7,5$ м/с². Показания какого динамометра окажутся больше и во сколько раз? Считайте, что мальчик держит динамометры за верхние крючки, позволяя динамометрам свободно поворачиваться вокруг них; $g = 10$ м/с².

3. «Уничтожение отходов». Геостационарный спутник находится на высоте $h = 35800$ км над некоторой точкой экватора, обращаясь вокруг Земли с той же угловой скоростью, с которой вращается Земля. В результате кратковременного включения двигателя спутник был остановлен. Определите скорость (относительно воздуха), с которой спутник вошел в верхние слои атмосферы. Считайте, что атмосфера имеет четкую границу, простираясь до высоты 50 км. Гравитационная постоянная равна $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$ Н · м²/кг².

4. «Падающий брусок». Деревянный прямоугольный брусок стоит на шероховатой горизонтальной поверхности. Если толкать брусок, действуя на верхнюю часть, то он опрокинется. При каком наименьшем угле наклона бруска это произойдет? Размеры ребер бруска: $a = 15$ мм, $b = 35$ мм, $c = 50$ мм.

5. «Проточный водонагреватель». С помощью водонагревателя нагревают проточную воду. С какой скоростью следует выпускать воду из крана, чтобы она успевала нагреваться от температуры $t_1 = 15^\circ\text{C}$ до температуры $t_2 = 35^\circ\text{C}$? Полезная мощность водонагревателя 10 кВт. Площадь выходного отверстия крана $S = 2$ см². Удельная теплоемкость воды $c = 4200$ Дж/(кг · °C), плотность воды $\rho = 1000$ кг/м³.

6. «Отражения». Два больших по размеру плоских зеркала расположены под углом 90° друг к другу. Между ними находится точечный источник света S (рис. 6). Постройте ход луча, выходящего из источника S и отраженного сначала от нижнего, а затем от бокового зеркала. Сделайте аналогичное построение для луча, падающего сначала на боковое зеркало. Как связано направление луча после двух отражений с его начальным направлением от источника S ?



7. Экспериментальная задача «Спрятанное тело». Определите плотность небольшого тела, находящегося в одном из двух кусков пластилина, если известно, что масса пластилина в обоих кусках одинакова.

Оборудование: исследуемые образцы, динамометр, сосуд с водой, штатив, нить.

Указание: извлекать предмет из пластилина нельзя!

УСЛОВИЯ ЗАДАЧ ДЛЯ XI КЛАССА

1. «Падающая бутылка». На рис. 7 показаны последовательно сделанные фотографии моментов движения заполненной водой пластиковой бутылки, брошенной вверх, а затем падающей вертикально вниз на фоне метровой линейки. Оцените интервал времени, через который делались снимки.

Указание: считайте время экспозиции малым по сравнению с величиной временного интервала между снимками.

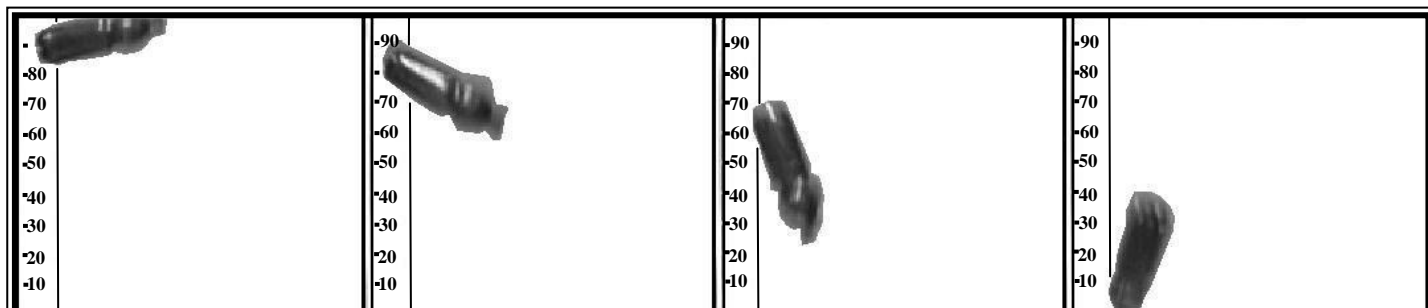


Рис. 7

2. «Стремительный домкрат». Автомобиль массой 1 т поднимается гидравлическим домкратом, на который приходится четверть веса автомобиля. Площадь малого поршня $S_1 = 2 \text{ см}^2$, площадь большого поршня $S_2 = 20 \text{ см}^2$. Из-за трения в цилиндрах коэффициент полезного действия домкрата составляет 90%. Какая сила прикладывается к малому поршню? За одно нажатие на ручку домкрата автомобиль приподнялся на 1,0 см. Каков при этом был ход малого поршня?

3. «Последовательное соединение». К бруску массой $m_1 = 200 \text{ г}$ приложена горизонтальная сила $F = 1 \text{ Н}$. Определите силу натяжения нерастяжимой нити (рис. 8), связывающей этот брусок со вторым таким же ($m_2 = 200 \text{ г}$), если коэффициент трения между брусками и горизонтальной поверхностью, на которой они

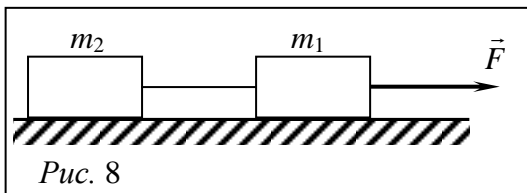


Рис. 8

находятся, составляет $\mu = 0,1$.

4. «Изотермическая работа». Чтобы изотермически уменьшить объем идеального газа в цилиндре в 2 раза, на поршень поставили гирю массой 3 кг. Какой массы груз следует добавить, чтобы объем газа под поршнем изотермически уменьшился еще в 2 раза?

5. «Ток через конденсатор». Кристалл кварца (SiO_2) толщиной $d = 0,1 \text{ мм}$, начинает вдвигаться со скоростью $v = 0,2 \text{ м/с}$ в пространство между параллельными квадратными металлическими пластинами площадью $S = 4 \text{ см}^2$ каждая, соединенными с полюсами источника ЭДС $E = 100 \text{ В}$ (рис. 9). Расстояние между пластинами незначительно превышает d ; размеры кристалла

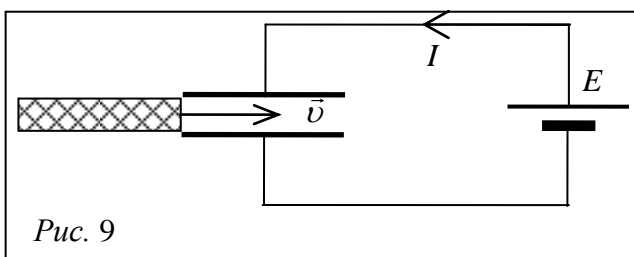


Рис. 9

совпадают с размерами пластин. Электрическая постоянная $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$, диэлектрическая проницаемость кварца $\epsilon = 4,5$. Как изменяется емкость конденсатора, образованного пластинами, при движении кварцевого кристалла? Рассчитайте силу тока, возникшего в цепи.

6. «Маломощный генератор». Обруч диаметром 95,5 см, стоящий вертикально на гладкой горизонтальной поверхности, приведен во вращение вокруг вертикальной оси с угловой скоростью $\omega = 10$ рад/с. Определите зависимость протекающего по обручу тока от времени. В начальный момент плоскость контура была ориентирована в направлении «восток–запад», горизонтальная проекция магнитного поля Земли равна 10^{-5} Тл, сопротивление обруча 0,01 Ом.

7. Экспериментальная задача «Одинаковое свечение». Оцените, какова была бы номинальная мощность лампочки карманного фонарика, рассчитанной на 3 В, если бы ее сопротивление не зависело от яркости свечения. Какова погрешность проведенного эксперимента?

Оборудование: лампочка карманного фонарика, батарейка с напряжением 1,5 В, соединительные провода, амперметр, вольтметр.

27 СЕНТЯБРЯ 2009 ГОДА
прошел ежегодный
ТУРНИР ИМ. М. В. ЛОМОНОСОВА ПО ФИЗИКЕ*
ДЛЯ УЧАЩИХСЯ VII-VIII КЛАССОВ

1. Левитация

Объясните, каким образом отдыхающему человеку удалось зависнуть над землей (рис. 1).

2. Пар, пар...

Наблюдая за приготовлением пищи, можно заметить, что от некоторых продуктов при сильном разогреве идет интенсивный пар, а от других – нет. Объясните, почему так бывает.

3. Огромная высота?

Как известно, в Кировской области нет настолько высоких гор, чтобы они были выше облаков. Однако нам удалось сделать фотографию двух туристов (рис. 2), стоящих на песчаной возвышенности так, что облака кажутся ниже их. Как это могло получиться? Сделайте поясняющий рисунок. Обратите внимание, что съемка велась вдоль линии горизонта, а не «снизу вверх».

4. Экспериментальная задача. Переливаем воду

Проведите исследование и предложите способ наиболее быстрого переливания чистой питьевой воды из одного стаканчика в другой.

Указания. 1) Стаканчик с водой запрещено наклонять.

2) Допустимо выполнять эксперимент в коридоре, о чем следует договориться с дежурными по кабинету.

Оборудование: два одноразовых стаканчика, в одном из которых находится питьевая вода; чистая гибкая трубочка (соломинка).



В турнире 2010 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) 351503

РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ И РАЗБАЛЛОВКА ДЛЯ VII КЛАССА

1. «Неодинаковые скорости». Скорости движения тел остаются постоянными. Для первого тела скорость равна $v_1 = \frac{5}{3}$ м/с, для второго $v_2 = \frac{5\text{ м} - 3\text{ м}}{8\text{ с}} = \frac{1}{4}$ м/с. Тогда

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{5/3}{1/4} = \frac{20}{3} = 6,67.$$

Разбалловка: за расчеты, приводящие к верному ответу, ставится 10 баллов; оценку следует понизить на 3 балла, если полученный результат отличается от действительного более, чем на 0,05; за задачу ставится не более 6 баллов, если ответ отличается от действительного более, чем на 0,1.

2. «Шумовое загрязнение». В метрах в секунду скорость истребителя Су равна $1400 \cdot 1000/3600 = 389$ (м/с), что превышает скорость звука. Это означает, что звук опередить сверхзвуковой самолет Су и достичь летящего впереди МиГа не может. Таким образом, пилот МиГа звук от Су не слышит.

Разбалловка: перевод необходимых для решения скоростей к одной системе единиц оценивается 4 баллами;

за дальнейшие верные рассуждения, приводящие к правильному ответу, добавляется 6 баллов.

3. «Щетина». На каждые 3 см длины щетки приходится 5 пучков щетины (на 9 см приходится соответственно $5 + 5 + 5 = 15$ пучков); на 4 см – не более 6 пучков. Следовательно, в щетке всего $6 \cdot 15 = 90$ пучков.

Судя по левой фотографии на рис. 1, в одном пучке содержится около 76 отрезков лески. Значит в щетке их примерно $76 \cdot 90 = 6840$.

Ответ считается правильным, если его диапазон от 6000 до 7000 щетин.

Разбалловка: за верный подсчет количества пучков (или с ошибкой не более 15%) ставится 5 баллов;

за определение количества отрезков лески в одном пучке ставится 3 балла;

за верную оценку полного количества лесок ставится 2 балла.

4. «Запачканный шарик». Искомая средняя плотность

$$\rho = \frac{\rho_{cm} \cdot V + \rho_{nl} \cdot V}{2V} = \frac{\rho_{cm} + \rho_{nl}}{2} = 2000 \text{ кг/м}^3.$$

Разбалловка: за вывод расчетной формулы ставится 6 баллов;

за численный ответ ставится 4 балла.

5. Экспериментальная задача «Плотность бумаги».

Чтобы найти толщину бумажного листа, следует несколько листов сложить вплотную друг к другу. При высоте бумажной стопки h и количестве листов N

толщина одного листа $d = \frac{h}{N}$.

Определив на весах массу m листа бумаги, находим его плотность по формуле:

$\rho = \frac{m}{Sh}$, где S – площадь листа.

Разбалловка: полная стоимость задачи составляет 15 баллов;
за описание метода измерения толщины бумаги ставится 3 балла;
за нахождение толщины добавляется 4 балла;
за описание метода расчета плотности ставится 3 балла;
за нахождение плотности добавляется 5 баллов.

РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ И РАЗБАЛЛОВКА ДЛЯ VIII КЛАССА

1. «Мячик в тумане». При падении с высоты h мяч радиуса r собирает капельки воды из цилиндра объемом $V = \pi r^2 h$. Следовательно, его масса увеличивается на $m = \rho V = \pi r^2 h \rho$, где $\rho = 0,1$ г/дм³ – плотность тумана.

Численно $m = 3,14 \cdot 1^2 \text{ дм}^2 \cdot 50 \text{ дм} \cdot 0,1 \text{ г/дм}^3 = 15,7 \text{ г}$.

Разбалловка: за запись выражения для объема цилиндра ставится 3 балла;
за обоснование способа решения добавляется 3 балла;
за выражение для m добавляется 2 балла;
за правильный численный результат ставится 2 балла.

2. «Шарик в пластилине». Сравним объемы веществ. Так как

$$\rho = \frac{\rho_{нл} V_{нл} + \rho_{см} V_{см}}{V_{нл} + V_{см}}, \quad (1)$$

то, разделив числитель и знаменатель правой части на $V_{см}$, получим

$$\rho = \frac{\rho_{нл} \frac{V_{нл}}{V_{см}} + \rho_{см}}{\frac{V_{нл}}{V_{см}} + 1}, \quad \text{откуда} \quad \frac{V_{нл}}{V_{см}} = \frac{\rho_{см} - \rho}{\rho - \rho_{нл}} = \frac{2500 - 2000}{2000 - 1500} = 1, \quad \text{то есть объемы шарика и}$$

куска пластилина равны.

Ответим на второй вопрос: $\frac{m_{нл}}{m_{см}} = \frac{V_{нл} \rho_{нл}}{V_{см} \rho_{см}} = \frac{1500}{2500} = 0,6.$

Разбалловка: за запись формулы (1) ставится 3 балла;
за нахождение отношения объемов ставится 3 балла;
за определение отношения масс добавляется 4 балла.
при записи каждого результата без вывода ставится по одному баллу.

3. «Про лейку». При опускании носика лейки уровень воды в самой лейке может оказаться выше уровня отверстия в носике. Если при этом носик лейки будет направлен слегка вверх, то и струя воды приобретет скорость под углом к горизонту, то есть сможет вытекать вверх.

Разбалловка: за использование в объяснении закона сообщающихся сосудов ставится 6 баллов;

полностью верные рассуждения оцениваются в 10 баллов;

4. «Промышленный домкрат». Приложенная к малому поршню сила равна

$$F = mg \cdot \frac{S_1}{S_2}, \quad \text{а численно} \quad F = 250 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot \frac{2 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2}{2 \cdot 10^{-2} \text{ м}^2} = 25 \text{ Н}.$$

Восьмиклассник сможет поднять таким домкратом достаточно тяжелое тело.

Разбалловка: за формулу для F_1 ставится 6 баллов;
за численный верный расчет добавляется 2 балла;
за оценку возможностей восьмиклассника ставится 2 балла.

5. «Проволока». В процессе изгиба проволоки возникает ее растяжение с одной стороны и сжатие с другой стороны (деформация). При этом, согласно правилу рычага, в области изгиба возникают огромные силы напряжения, приводящие к образованию микротрещин. В результате многократного повторения процесса в одном и том же месте трещины расширяются, их количество увеличивается, взаимодействие ослабевает и проволока переламывается.

Место изгиба проволоки слегка нагревается (в результате работы по изгибанию).

Разбалловка: за описание деформации ставится 3 балла;
описание причин переламывания проволоки оценивается в 4 балла;
за указание на нагревание места изгиба ставится 3 балла.

6. Экспериментальная задача «Легкий теннисный шарик». Сравнение масс шарика и пластилина возможно путем их взвешивания на деревянной линейке, подвешенной на нити. Чтобы шарик не скатывался с линейки, его придется прикрепить к линейке небольшим кусочком пластилина.

В этом случае сравнение масс можно провести так.

1) Разделить исследуемый кусок пластилина на два кусочка и сравнить их массы, уравновесив их на линейке: $\frac{m_1}{m_2} = \frac{l_2}{l_1}$, или $m_1 = \frac{l_2}{l_1} m_2$, где l_1 и l_2 – расстояние от центра линейки (точки ее подвеса) до кусочков пластилина.

2) К одному из кусочков (например, к кусочку с массой m_2) прикрепляем шарик и вновь проводим сравнение масс: $\frac{m_m + m_1}{m_2} = \frac{l_2'}{l_1'}$, а $m_m = \frac{m_2 l_2' - m_1 l_1'}{l_1'}$. Тогда

$$\frac{m_m}{m_{пл}} = \frac{m_m}{m_1 + m_2} = \frac{m_2 l_2' - m_1 l_1'}{l_1' \cdot (m_1 + m_2)} = \frac{m_2 l_2' - m_2 \frac{l_2}{l_1} \cdot l_1'}{l_1' \cdot \left(m_2 \frac{l_2}{l_1} + m_2 \right)} = \frac{l_2' l_1 - l_2 l_1'}{l_1' \cdot (l_1 + l_2)}.$$

Разбалловка: полная стоимость задачи составляет 15 баллов.

Для представленного способа решения:

за описание метода сравнения масс кусочков пластилина ставится 3 балла;

за описание метода сравнения масс пластилина и шарика ставится 4 балла;

за найденное отношение $\frac{m_m}{m_{пл}}$ добавляется 7 баллов.

Если для измерения использован описанный метод сравнения масс, но в решении не учтена масса кусочка пластилина, удерживающего шарик, то максимальная стоимость задачи составляет не более 10 баллов;

теория решения оценивается в 5 баллов;

за полученный результат добавляется 5 баллов.

РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ И РАЗБАЛЛОВКА ДЛЯ IX КЛАССА

1. «Энергетический кризис». Пусть t – время в часах движения автомобиля со скоростью 90 км/ч или 120 км/ч. Тогда объем бензина, затраченного на всю поездку, составляет $V = \frac{5,4 \cdot 90t}{100} + \frac{7,0 \cdot 120t}{100} = \frac{5,4 \cdot 90 + 7,0 \cdot 120}{100} t$.

Полный путь, пройденный автомобилем $S = 90t + 120t = (90 + 120)t$.

Средний расход топлива на 100 км пути в литрах:

$$100 \cdot \frac{V}{S} = \frac{5,4 \cdot 90 + 7,0 \cdot 120}{90 + 120} = 6,3 \text{ (л)}.$$

Разбалловка: выражение для объема затраченного бензина оценивается в 3 балла; за запись выражение для пройденного пути ставится 3 балла; за выражение для среднего расхода топлива ставится 3 балла; правильный численный результат оценивается в 1 балл.

2. «Неодинаковые пути». Как следует из графика, тело 1 за $t = 3$ с приобрело

скорость $v_1 = 5$ м/с и преодолело путь $S_1 = \frac{v_1 t}{2} = \frac{5 \text{ м/с} \cdot 3 \text{ с}}{2} = 7,5 \text{ м}$.

Так как ускорение второго тела $a_2 = \frac{v_2 - v_{02}}{t_{2\text{кон}}} = \frac{5 \text{ м/с} - 3 \text{ м/с}}{8 \text{ с}} = 0,25 \text{ м/с}^2$, то за пер-

вые три секунды это тело прошло путь

$$S_2 = v_{02}t + \frac{a_2 t^2}{2} = 3 \cdot 3 + \frac{0,25 \text{ м/с}^2 \cdot 9 \text{ с}^2}{2} = 10,125 \text{ м}.$$

В итоге $\frac{S_2}{S_1} = \frac{10,125}{7,5} = 1,35$.

Разбалловка: за нахождение S_1 (в общем или численном виде) ставится 3 балла; за нахождение a_2 (в общем или численном виде) добавляется 2 балла; за определение S_2 (в общем или численном виде) добавляется 3 балла; за верный (с точностью до 2-х знаков после запятой) ответ ставится 2 балла.

3. «Разгон бруска». Из второго закона Ньютона следует, что в проекции на наклонную плоскость

$$ma = F \cdot \cos \alpha - mg \cdot \sin \alpha, \text{ откуда } a = \frac{F \cos \alpha - mg \sin \alpha}{m}, \quad (1)$$

$$\text{численно } a = \frac{2 \text{ Н} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} - 0,5 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2 \cdot 0,5}{0,5} = -1,54 \text{ м/с}^2;$$

ускорение бруска направлено вдоль наклонной плоскости вниз.

Разбалловка: за запись формулы (1) ставится 4 балла; за нахождение численного значения ускорения добавляется 4 балла; за указание направления ускорения ставится 2 балла.

4. «Как плавала бутылка». Запишем условие свободного плавания бутылки (рис. 11 а):

$$0 = F_{\text{арх1}} - mg \text{ или } 0 = \rho \cdot \beta V g - mg. \quad (1)$$

Запишем условие равновесия бутылки (рис. 11 б), полностью погруженной в воду:

$$0 = F_{\text{арх2}} - mg - F, \text{ или } 0 = \rho g V - mg - F. \quad (2)$$

Из формул (1) и (2)

$$F = (1 - \beta) \rho g V. \quad (3)$$

Расчет: $F = (1 - 0,4) \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3 \cdot 9,8 \text{ м/с}^2 \cdot 0,6 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 = 3,5 \text{ Н}$.

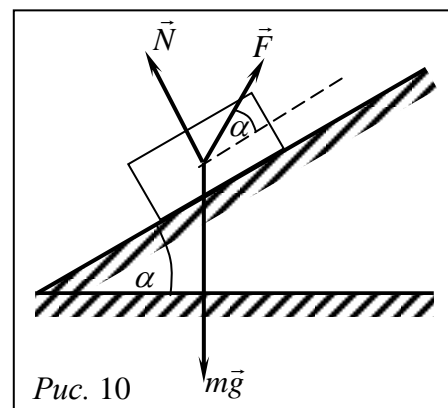


Рис. 10

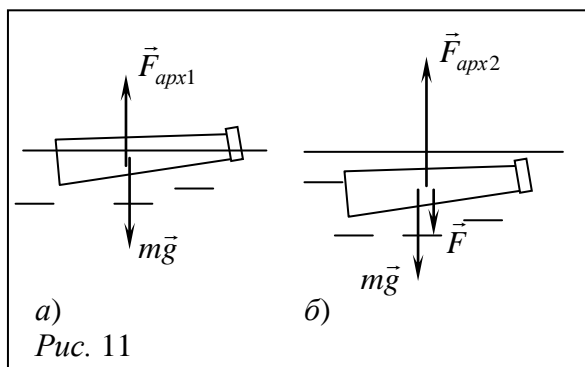


Рис. 11

Разбалловка: за формулу (1) ставится 3 балла;
за запись условия плавания бутылки, полностью погруженной в воду (формула (2)) добавляется 4 балла;
за формулу (3) ставится 1 балл;
за численное значение искомой силы ставится 2 балла.

5. «Холодный ветер». Ветер выдувает из одежды нагретый человеком воздух, и организм затрачивает дополнительную энергию для своего разогрева.

При попадании воды на одежду и тело организм затрачивает дополнительную энергию для ее испарения, отчего и возникает ощущение прохлады.

Разбалловка: максимальная стоимость ответа на каждый из вопросов составляет 5 баллов.

6. «Потеря тепла». Так как приборы идеальные, то амперметр имеет нулевое сопротивление, а вольтметр – бесконечно большое. Амперметр закорачивает собой резистор R . Напряжение на резисторе $2R$ равно напряжению на источнике. Через вольтметр ток не идет, поэтому ток, идущий через амперметр равен току через резистор $2R$.

В итоге тепловая мощность в цепи будет выделяться только на резисторе $2R$, она равна $P = IU = 0,5 \cdot 9 = 4,5$ (Вт).

Разбалловка: пояснение о сопротивлениях идеальных приборов оценивается двумя баллами;

указание на то, что амперметр закорачивает резистор R , оценивается в 2 балла;

указание на то, что ток через вольтметр не идет, оценивается в 2 балла;

за запись формулы для мощности ставится 3 балла;

за расчет мощности ставится 1 балл.

7. Экспериментальная задача «Градуировка нецилиндрического стаканчика»

Вначале следует выполнить градуировку (нанесение шкалы) полоски с шагом 100 см^3 , для чего использовать стаканчик емкостью 100 мл.

Далее выполняется промежуточная градуировка. Возможный метод состоит в следующем: маленький стаканчик наполняется водой примерно наполовину; делается отметка уровня воды. Затем вода переливается в большой стаканчик. В маленький вновь наливается вода до сделанной отметки и переливается в большой стаканчик. Вероятнее всего, суммарный уровень перелитой воды будет не совпадать с отметкой в 100 см^3 .

Тогда опыт следует повторить еще раз, уменьшив или увеличив уровень воды в маленьком стаканчике.

Эксперимент повторяется до тех пор, пока суммарный объем воды в маленьком стаканчике не окажется равным 100 мл. В этом случае сделанная на маленьком стаканчике метка соответствует объему в 50 мл.

После определения на малом стаканчике метки в 50 мл можно приступить к промежуточной градуировке шкалы.

Разбалловка: полная стоимость задачи составляет 15 баллов.

За выполнение градуировки большого стаканчика с шагом 100 см^3 ставится 2 балла;

за описание метода определения промежуточных отметок ставится 6 баллов;

за полную и правильную градуировку шкалы дополнительно ставится 7 баллов.

РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ И РАЗБАЛЛОВКА ДЛЯ X КЛАССА

1. «Поездка с горы». Для равнопеременного движения $l = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2a}$, где $v_2 - v_1 = at$. Из приведенных равенств:

$$l = \frac{1}{2}(v_1 + v_2)t. \quad (1)$$

Выполним расчет: $l = \frac{1}{2}(0,25 + 2,75)\text{м/с} \cdot 0,5 \text{ с} = 0,75 \text{ м}$.

Так как брусок скатывается с гладкой поверхности, ускорение бруска будет равно

$$a = g \cdot \sin \alpha. \quad (2)$$

Тогда $\sin \alpha = \frac{a}{g} = \frac{v_2 - v_1}{gt}$, численно: $\sin \alpha = \frac{2,75 - 0,25}{10 \cdot 0,5} = \frac{1}{2}$, а $\alpha = 30^\circ$.

Разбалловка: за формулу (1) ставится 4 балла;

за расчет длины наклонной плоскости добавляется 1 балл;

за формулу (2) ставится 2 балла;

за нахождение угла наклона плоскости добавляется 3 балла.

2. «Взвешивание». Вес неподвижной гири равен $P_2 = m_2g = 0,125 \cdot 10 = 1,25 \text{ Н}$.

Для движущейся гири запишем второй закон Ньютона: $m_1\vec{a}_1 = \vec{T}_1 + m_1\vec{g}$, где \vec{T}_1 – сила, с которой динамометр действует на гирю; эта сила численно равна весу поднимаемой гири. Проецируя векторы на горизонтальную и вертикальную оси, получим: $m_1a_1 = T_x$, $0 = T_y - m_1g$. Тогда вес гири

$$P = \sqrt{T_x^2 + T_y^2} = m_1\sqrt{a_1^2 + g^2} \quad (1),$$

$$P_1 = 0,1 \cdot \sqrt{100 + 56,25} = 1,25 \text{ (Н)}.$$

Вывод: вес неподвижной гири равен весу движущейся.

Разбалловка: за качественную оценку отличия веса гирь ставится не более 2 баллов;

за расчет (или запись формулы) веса неподвижной гири ставится 3 балла;

за вывод формулы (1) добавляется 2 балла;

за использование формулы (1) ставится 3 балла;

вывод о равенстве весов оценивается в 2 балла.

3. «Уничтожение отходов». Согласно закону сохранения энергии

$$-G \frac{Mm}{R+h} = \frac{mv_r^2}{2} - G \frac{Mm}{R+a}, \quad (1)$$

где M – масса Земли, G – гравитационная постоянная, v_r – радиальная скорость спутника при входе в атмосферу, a – высота атмосферы, Учитывая, что ускорение свободного падения на поверхности Земли $g = G \frac{M}{R^2}$, получаем

$$-g \frac{R^2}{R+h} = \frac{v_r^2}{2} - g \frac{R^2}{R+a}, \text{ откуда } v_r^2 = 2gR^2 \left(\frac{1}{R+a} - \frac{1}{R+h} \right).$$

Скорость воздушных масс, обусловленная вращением Земли, равна

$v_a = \frac{2\pi(R+a)}{T}$, где $T = 24 \cdot 3600 = 86400$ с – период вращения. Скорость спутника относительно воздуха находится по теореме Пифагора:

$$v = \sqrt{v_r^2 + v_a^2} = \sqrt{2gR^2 \left(\frac{1}{R+a} - \frac{1}{R+h} \right) + \frac{4\pi^2(R+a)^2}{T^2}}. \quad (2)$$

Численно

$$v = \sqrt{2 \cdot 9,8 \cdot 6,37^2 \cdot 10^6 \left(\frac{1}{6,370+0,05} - \frac{1}{6,37+35,8} \right) + \frac{4 \cdot 3,14^2 \cdot (6,37+0,05)^2 \cdot 10^{12}}{8,64^2 \cdot 10^8}} =$$

$$= 10,3 \cdot 10^3 \text{ м/с} = 10,3 \text{ км/с}.$$

Разбалловка: за формулу (1) ставится 3 балла;
за выражение произведения GM через g добавляется 2 балла;
за нахождение скорости воздушных масс ставится еще 2 балла;
за окончательную формулу для скорости (2) ставится 1 балл;
за правильный численный результат добавляется еще 2 балла.

4. «Падающий брусок». Брусок начнет опрокидываться, если линия действия силы тяжести, т. е. вертикаль, опущенная из центра масс, в процессе наклона пересечет точку опоры (рис. 12). Из рис. 12 видно, что это произойдет при наименьшем угле наклона α , определяемом

равенством $\operatorname{tg} \alpha = \frac{a}{c} = \frac{15}{50} = 0,3$. Следовательно,

$$\alpha = \operatorname{arctg} 0,3 = 16,7^\circ.$$

Разбалловка: за условие опрокидывания бруска ставится 3 балла;
за определение ориентации бруска, при котором угол опрокидывания будет минимальным, добавляется 2 балла;
за выражение тангенса (или другой тригонометрической функции) угла ставится 3 балла;

за правильное значение угла наклона добавляется 2 балла;

5. «Проточный водонагреватель». За время T через кран проходит масса воды

$$m = \rho v T S, \quad (1)$$

на нагревание которой затрачивается теплота

$$Q = mc(t_2 - t_1) = \rho v T S c (t_2 - t_1). \quad (2)$$

С другой стороны, теплота выражается через полезную мощность нагревателя P как $Q = PT$. Таким образом,

$$\rho v T S c (t_2 - t_1) = PT, \quad (3)$$

откуда скорость

$$v = \frac{P}{\rho S c (t_2 - t_1)}. \quad (4)$$

Численно $v = \frac{10^4 \text{ Вт}}{1000 \text{ кг/м}^3 \cdot 2 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2 \cdot 4200 \text{ Дж/(кг} \cdot ^\circ\text{С)} \cdot (35 - 15) ^\circ\text{С}} = 0,60 \text{ м/с}$

Разбалловка: за формулы (1) и (2) дается 2 балла;
за уравнение баланса (3) и за выражение (4) добавляется по 2 балла;
правильный числовой результат оценивается 2 баллами.

6. «Отражения». Источник света S дает три изображения в зеркалах (рис. 13): S_1 , S_2 и S_3 . Тогда ход произвольного луча можно показать так, как на рис. 13. По рис. видно, что луч после отражений окажется параллелен самому себе. Аналогично получается ход луча, попавшего сперва на нижнее зеркало.

Возможно подобное решение, основанное на законе равенства углов падения и отражения.

Разбалловка: за построение изображений S_1 и S_2 ставится 2 балла;

за построение изображения S_3 ставится 2 балла;

за построение хода каждого из отраженных лучей ставится по 1 баллу;

за вывод о параллельности лучей ставится 2 балла;

за правильное построение хода луча во втором случае добавляется 2 балла.

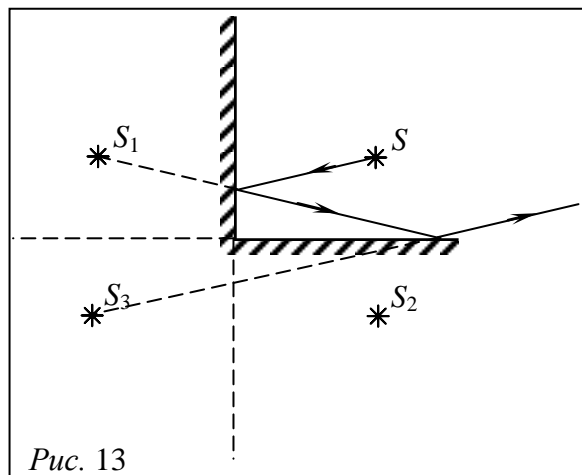


Рис. 13

7. Экспериментальная задача «Спрятанное тело». Возможно такое решение.

1) Взвешиваем динамометром по очереди оба куса пластилина. Если при этом $P_2 > P_1$, то, значит исследуемое тело спрятано во втором кусе. (Допускается сделать вывод и из визуального сравнения кусков.)

2) Масса этого тела

$$m_x = \frac{P_2 - P_1}{g}. \quad (1)$$

3) Для определения плотности $\rho_x = \frac{m_x}{V_x}$ нужно найти объем этого тела V_x .

Взвешиваем тела, погружая их в сосуд с водой, и получаем при этом значения P_1' и P_2' для первого и второго тела соответственно.

По закону Архимеда

$$P_1' = P_1 - \rho V_1 g, \quad P_2' = P_2 - \rho V_2 g, \quad (2)$$

где ρ – плотность воды. Тогда объем $V_x = V_2 - V_1 = \frac{(P_2 - P_2') - (P_1 - P_1')}{\rho g}$, а плотность

$$\rho_x = \frac{P_2 - P_1}{(P_2 - P_2') - (P_1 - P_1')} \rho. \quad (3)$$

Для расчета погрешности определения плотности обозначим $P_2 - P_1 = \Delta P_1$,

$P_2' - P_1' = \Delta P_1'$. Относительная погрешность равна $\varepsilon = \frac{\Delta \rho_x}{\rho_x} = \frac{\Delta P_0}{\Delta P} + 2 \frac{\Delta P_0}{\Delta P - \Delta P'}$ (здесь

ΔP_0 – цена деления динамометра), абсолютная погрешность $\Delta \rho_x = \varepsilon \cdot \rho_x$. Результат должен быть записан, например, так: $\rho_x = (3,2 \pm 0,9) \cdot 10^3$ (кг/м³).

Можно оценить погрешность, проделав серию измерений и усреднив полученный результат.

Разбалловка: полная стоимость задачи составляет 15 баллов.

за использование формулы (1) ставится 2 балла;

за формулу (2) ставится 2 балла;

за формулу (3) ставится 3 балла;

за расчет массы исследуемого куса ставится 1 балл;

за определение объема куска добавляется 1 балл;
 за нахождение плотности ставится 5 баллов;
 за оценку погрешности и запись результата с учетом погрешности ставится 1 балл.
 за описание метода определения промежуточных отметок ставится 6 баллов.

РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ И РАЗБАЛЛОВКА ДЛЯ XI КЛАССА

1. «Падающая бутылка». Рассмотрим движение центра масс бутылки за время между вторым и четвертым снимками.

Перемещение бутылки за искомое время t между вторым и третьим снимком равно $S_{23} \approx 25$ см, перемещение за время $2t$ между съемками второго и четвертого кадров равно $S_{24} \approx 55$ см. Учитывая, что

$$S_{23} = v_0 t + \frac{gt^2}{2}, \quad S_{24} = v_0 \cdot 2t + \frac{g(2t)^2}{2}, \quad (1)$$

где v_0 – скорость, с которой падает бутылка в момент фотографирования второго

кадра, получаем $S_{24} - 2S_{23} = \frac{4gt^2}{2} - 2 \cdot \frac{gt^2}{2} = gt^2$, $t = \sqrt{\frac{S_{24} - 2S_{23}}{g}}$, численно

$$t \approx \sqrt{\frac{0,55 - 2 \cdot 0,25}{10}} = 0,07 \text{ (с)}.$$

Правильным считается ответ от 0,05 с до 0,08 с.

Разбалловка: за указание, что изучается движение центра масс, ставится 2 балла;
 за запись кинематических уравнений движения, подобных (1), добавляется 4 балла;
 за нахождение времени ставится 4 балла.

2. «Стремительный домкрат». В случае идеального домкрата (КПД равен 100%) приложенная к малому поршню сила была бы равна $F_1' = \frac{mg}{4} \frac{S_1}{S_2}$.

Поскольку уменьшение КПД обусловлено силами трения, реальная сила F_1 должна быть больше, и при этом $\frac{F_1'}{F_1} = \frac{A_n}{A_3} = \eta$, где A_n – полезная, A_3 – затраченная работа, η – КПД. Таким образом,

$$F_1 = \frac{mg}{4\eta} \frac{S_1}{S_2} = \frac{1000 \cdot 9,8}{4 \cdot 0,9} \cdot \frac{2}{20} = 272 \text{ (Н)}.$$

За один ход затрачивается работа $A_3 = \frac{1000 \cdot 9,8 \cdot 0,01}{4 \cdot 0,9} = 27,2$ (Дж). Ход малого поршня равен $\frac{A_3}{F_1} = \frac{27,2}{272} = 0,1$ (м) = 10 (см).

Можно рассуждать и так. Объем жидкости, прокачанной в цилиндрах, одинаков, следовательно, $S_1 x_1 = S_2 x_2$, где x_1 и x_2 – перемещения малого и большого

поршней. Отсюда $x_1 = \frac{S_2}{S_1} x_2 = \frac{20}{10} \cdot 1,0 = 10$ (см). Сила, действующая на малый поршень, $F_1 = \frac{A_3}{x_1} = \frac{A_{II}}{\eta x_1} = \frac{mg}{4\eta} \cdot \frac{x_2}{x_1} = \frac{1000 \cdot 9,8}{4 \cdot 0,9} \cdot \frac{1}{10} = 272$ (Н).

Разбалловка: за соотношение между силами F_2 и F_1 или F_1' ставится 2 балла;
за учет КПД добавляется еще 2 балла;
нахождение перемещения малого поршня оценивается 2 баллами;
за правильные числовые результаты добавляется по 2 балла.

3. «Последовательное соединение». Так как сила, приложенная к брускам,

$$F > \mu(m_1 + m_2)g, \quad (1)$$

то ускорения брусков не равны нулю.

Тогда из второго закона динамики для бруска с массой m_1 :

$$m_1 a = F - \mu m_1 g - T. \quad (2)$$

а бруска с массой m_2

$$m_2 a = T - \mu m_2 g. \quad (3)$$

При учете равенства $m_1 = m_2$ совместное решение уравнений (2) и (3) дает

$$T = \frac{F}{2}, \quad T = 0,5 \text{ Н.}$$

Разбалловка: за проверку условия (1) ставится 4 балла;
за уравнения (2) и (3) ставится по 2 балла;
за полученный результат добавляется 2 балла.

4. «Изотермическая работа». При изотермическом сжатии газа в 2 раза его давление возрастает в 2 раза. Если первоначально давление газа в цилиндре было P_1 , то после сжатия

$$P_2 = 2P_1. \quad (1)$$

С другой стороны, $P_2 = P_1 + \frac{mg}{S}$, где m – масса гири, S – площадь сечения поршня, то есть сила, действовавшая на поршень первоначально, была равна весу гири массой 3 кг.

Чтобы уменьшить объем газа еще в два раза, то есть по сравнению с первоначальным в 4 раза, необходимо поставить на поршень гирю массой 6 кг.

Разбалловка: за формулу (1) ставится 2 балла;
за вывод об эквивалентном начальном давлении добавляется 4 балла;
за полученный результат ставится 4 балла.

6. За время $\Delta t = \sqrt{S} / v = \sqrt{4 \cdot 10^{-4}} / 0,2 = 0,1$ с ёмкость плоского конденсатора увеличивается по линейному закону от $C_1 = \frac{\epsilon_0 S}{d}$ до $C_2 = \frac{\epsilon_0 \epsilon S}{d}$. Следовательно, по цепи протекает заряд

$$\Delta q = E(C_2 - C_1) = E\epsilon_0(\epsilon - 1)S / d. \quad (1)$$

Сила тока в это время постоянна и равна

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{E\epsilon_0(\epsilon - 1)S}{d\Delta t}. \quad (2)$$

Числовое значение:

$$I = 100 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \cdot (4,5 - 1) \cdot 4 \cdot 10^{-4} / (0,1 \cdot 10^{-4}) = 1,24 \cdot 10^{-7} \text{ (А)}.$$

Разбалловка: за обоснованное утверждение, что емкость увеличивается, ставится 2 балла; за нахождение времени входа кварца в конденсатор добавляется 2 балла; формулы (1) и (2) оцениваются 2 баллами каждая; за правильный числовой результат ставится 2 балла.

6. «Маломощный генератор». Будем считать, что нормаль к плоскости обруча в начальный момент направлена на север. Тогда зависимость пронизывающего обруч магнитного потока от времени будет иметь вид

$$\Phi(t) = BS \cos \omega t, \quad (1)$$

где B – горизонтальная проекция магнитной индукции,

$$S = \pi D^2 / 4 \quad (2)$$

– площадь обруча, D – его диаметр. Согласно закону электромагнитной индукции в обруче возбуждается электродвижущая сила

$$e(t) = -\frac{d\Phi}{dt} = \frac{\pi D^2 B \omega}{4} \sin(\omega t), \quad (3)$$

под действием которой возникает ток. По закону Ома

$$i(t) = \frac{e(t)}{R} = \frac{\pi D^2 B \omega}{4R} \sin(\omega t),$$

где R – сопротивление обруча. Амплитуда тока

$$i_m = \frac{\pi D^2 B \omega}{4R} = \frac{3,14 \cdot 0,955^2 \cdot 5 \cdot 10^{-5} \cdot 10}{4 \cdot 0,01} = 0,0358 \text{ (A)}.$$

Таким образом, $i(t) = 0,0358 \sin(10t)$.

Разбалловка: за выражение магнитного потока (1) ставится 2 балла; за выражение (2) добавляется 1 балл; запись закона электромагнитной индукции (формула (3)) оценивается 3 баллами; за использование закона Ома добавляется 2 балла; за получение итоговой функциональной зависимости и правильный числовой результат добавляется по 1 баллу.

7. Экспериментальная задача. «Одинаковое свечение». В данном эксперименте сопротивление вольтметра можно считать бесконечно большим: если включить последовательно с источником тока вольтметр и амперметр, то показания последнего будут равны нулю. Тогда для оценки сопротивления лампочки R в рабочем состоянии можно составить цепь, схема которой показана на рис. 14 (ток, идущий через амперметр, практически полностью проходит через лампу). Тогда

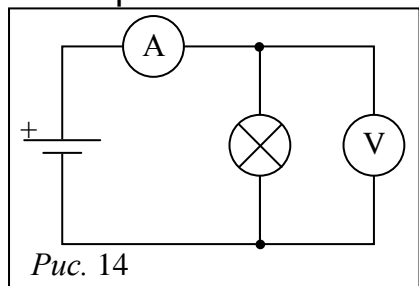


Рис. 14

$$R = \frac{U}{I}, \quad (1)$$

где U и I – показания вольтметра и амперметра соответственно.

Значит, мощность тока при номинальном напряжении на лампе $U_n = 3 \text{ В}$ равна

$$P = \frac{U_n^2}{R} = \frac{U_n^2}{U} I. \quad (2)$$

Погрешность полученного результата можно оценить по формуле $\Delta P = P \cdot \left(\frac{\Delta U}{U} + \frac{\Delta I}{I} \right)$, где ΔU и ΔI – цена деления приборов. Если погрешность не

превышает 100%, то результат может быть представлен в виде: $P = P \pm \Delta P$.

Разбалловка: полная стоимость задачи составляет 15 баллов.

за обоснование идеальности вольтметра ставится 2 балла;

за формулу (1) ставится 3 балла;

за формулу (2) ставится 3 балла;

за определение силы тока и напряжения добавляется по 1 баллу;

за определение мощности ставится 3 балла;

за нахождение погрешности ставится 1 балл;

за запись результата с учетом погрешности ставится 1 балл.

**Школьники, приглашенные по результатам муниципального этапа
Всероссийской олимпиады по физике
на областную олимпиаду и на региональный этап
Всероссийской олимпиады по физике
в 2008/2009 уч. году**

VII класс

Галкин Роман (г. Киров, 37 СШ), Князева Ксения (г. Кирово-Чепецк, Лицей), Михалицын Максим (Котельнический район, Юбилейная СШ), Высоких Максим (г. Киров, 74 СШ), Зерцалова Дарья (г. Киров, 10 СШ), Топоров Евгений (Даровской район, Кобринская СШ), Зоненко Наталья (г. Киров, ЛЕН), Воронцова Татьяна (Котельнический район, Юрьевская СШ), (Быстров Анатолий, Лузский район, Лальская СШ), Колупаев Владислав (г. Киров, ФМЛ), Лобанов Никита (г. Киров, 58 СШ), Созин Илья (г. Киров, ЭПЛ), Летов Петр (Верхнекамский район, Рудничная СШ), Калинин Дмитрий (г. Кирово-Чепецк, Лицей), Орлов Евгений (Нагорский район, Юртикская СШ), Кабалин Руслан (Котельнический район, Красногорьянская ОШ), Корсенюк Александр (г. Слободской, Гимназия), Рычков Артем (г. Киров, ФМЛ), Гущина Ирина (г. Киров, ЛЕН), Сюткин Сергей (Верхнекамский район, Кирсинская СШ), Малыгин Виталий (г. Киров, ФМЛ), Пестова Яна (г. Киров, 10 СШ), Лобанов Михаил (г. Вятские Поляны, 2 Вятскополянская СШ), Шураков Иван (Мурашинский район, 2 Мурашинская СШ), Жихарев Михаил (Верхнекамский район, Кирсинская СШ).

VIII класс

Соболев Константин (г. Киров, 74 СШ), Осенникова Клавдия (г. Киров, ФМЛ), Котельникова Дарья (г. Киров, ФМЛ), Фофанов Владислав (г. Киров, ФМЛ), Горячевский Александр (Лузский район, 1 Лузская СШ), Рахимуллин Ринат (г. Вятские Поляны, 2 СШ), Маракулин Роман (г. Киров, ФМЛ), Козицын Никита (г. Киров, ФМЛ), Блинов Кирилл (г. Киров, 21 СШ), Бугай Александр (г. Киров, ВПГ), Котельников Александр (Опаринский район, Опаринская СШ), Ислямов Станислав (г. Киров, 33 ОШ), Демина Софья (г. Киров, ЭПЛ), Куклин Иван (Верхошижемский район, Верхошижемская СШ), Колобова Дарья (г. Киров, ФМЛ), Ткачева Алина (г. Киров, ЭПЛ), Автамонов Антон (Подосиновский район, Подосиновская СШ), Тарабарина Мария (г. Киров, ФМЛ), Романенко Екатерина (г. Кирово-Чепецк, СШ им. Некрасова), Вшивцев Роман (г. Киров, 60 СШ), Яковлев Данил (г. Киров, ЭПЛ), Дмитриев Иван (Советский район, Лицей), Саламатов Марат (Уржумский район, Гимназия г. Уржум), Братухин Даниил (Орловский район, 1 Орловская СШ).

IX класс

Шмелев Артем (г. Вятские Поляны, Лицей (СШ №4)), Корчемкин Дмитрий (г. Киров, 21 СШ), Конышев Дмитрий (г. Киров, 21 СШ), Ивкина Екатерина (г. Киров, ФМЛ), Тимкин Сергей (г. Киров, ФМЛ), Прилуцкая Ирина (Подосиновский район, Демьяновская СШ), Лучников Илья (г. Киров, 21 СШ), Адамайтис Станислав (г. Киров, ВГГ), Земцов Иван (г. Киров, ФМЛ), Бабкин Иван (г. Киров, 48 СШ), Зырянов Егор (г. Киров, 27 СШ), Муцинкин Григорий (г. Киров, 57 СШ), Столбов Игорь (г. Киров, ФМЛ), Микин Владислав (Пижанский район, Пижанская СШ), Копылов Кирилл (г. Слободской, Гимназия), Тимин Григорий (г. Киров, ВГГ), Музалевский Иван (Омутнинский район, 2 СШ п. Восточный), Глушков Илья (Советский район, Лицей г. Советск), Горохов Дмитрий (г. Котельнич, 1 СШ), Валов Александр (г. Кирово-Чепецк, Лицей), Касьянов Денис (г. Киров, ЭПЛ), Корчемкина Татьяна (г. Киров, 21 СШ), Лямин Кирилл (Немский район, Архангельская СШ), Мутугуллин Фарит (Верхнекамский район, Светлополянская СШ).

X класс

Костина Елена (г. Киров, 21 СШ), Тарасов Артем (г. Киров, ФМЛ), Малых Софья (г. Киров, ФМЛ), Герасимова Анна (г. Киров, ФМЛ), Пономарев Дмитрий (г. Киров, ФМЛ), Перовошиков Денис (г. Киров, 21 СШ), Русинов Виталий (г. Киров, ВГГ), Пенкин Иван (г. Вятские Поляны, Лицей (СШ №4)), Южанин Денис (г. Киров, ФМЛ), Петров Никита (г. Киров, ЭПЛ), Киселева Ирина (г. Киров, ФМЛ), Агафонова Татьяна (г. Кирово-Чепецк, Лицей), Ивонинский Александр (Подосиновский район, Демьяновская СШ), Шудегов Сергей (г. Киров, 21 СШ), Бакулин Дмитрий (г. Киров, ФМЛ), Шуплецов Михаил (г. Киров, ФМЛ), Колупаев Александр (г. Киров, ЭПЛ), Калинин Александр (г. Киров, 27 СШ), Борзов Максим (г. Киров, ФМЛ), Вологдин Василий (Омутнинский район, Котчихинская СШ), Рылова Анастасия (г. Киров, 74 СШ), Буров Семен (г. Киров, 28 СШ), Керов Дмитрий (Омутнинский район, 1 Омутнинская СШ).

XI класс

Трегубов Дмитрий (г. Киров, ФМЛ), Либерзон Даниил (г. Киров, ФМЛ), Бормотов Денис (г. Киров, ФМЛ), Петухов Тимофей (г. Киров, ВГГ), Онегова Наталья (г. Киров, ФМЛ), Крупин Илья (г. Кирово-Чепецк, 1 гимназия), Бабинцев Иван (Омутнинский район, 1 Омутнинская СШ), Яшина Екатерина (г. Киров, ФМЛ), Ведерникова Алена (г. Киров, 3 СШ (Грина)), Козлов Виктор (Фаленский район, Талицкая СШ), Гашеев Павел (Орловский район, 2 Орловская СШ), Халтурин Кирилл (г. Киров, ЭПЛ), Желнин Виктор (Немский район, Немская СШ), Хлебников Андрей (г. Киров, ФМЛ), Позолотина Марина (Лузский район, Лузская СШ), Окишев Владимир (Советский район, Советская СШ), Суляева Наталья (г. Вятские Поляны, Лицей), Вылегжанин Александр (г. Киров, ЛЕН), Шеломенцев Олег (Немский район, Немская СШ).

**Центр дополнительного образования для детей
«Одаренный школьник»
приглашает учащихся 7–11-х классов в
ОБЩЕГОРОДСКИЕ КРУЖКИ
по физике**

МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ: ул. Ленина, д. 105,
Центр дополнительного образования для детей «Одаренный
школьник» (ЦДООШ), тел. для справок 35-15-03, 35-15-04

РУКОВОДИТЕЛИ КРУЖКА – преподаватели ВятГГУ,
ВятГУ, ЦДООШ, студенты и аспиранты

ЗАНЯТИЯ БЕСПЛАТНЫЕ. (Для занятий необходимы
вторая обувь, ручка, тетрадь)

