



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

ФИЗИКА, 2010

**ЗАДАНИЯ, РЕШЕНИЯ
И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

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

Кировской области
в 2010/2011 учебном году

Киров
2010

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 2010/2011 учебном году [Текст] / *М. В. Гырдымов,*
П. Я. Кантор, К. А. Коханов (сост.), А. П. Сорокин, Т. А. Сысоева, Перевощи-
ков Д. В. // Под ред. П. Я. Кантора. – Киров: Изд-во ЦДООШ, 2010. – 24 с.

Авторы и источники задач

Гырдымов М. В.: 8.2, 9.6, 10.5

Кантор П. Я.: 7.2, 7.3, 8.3, 9.5, 11.1, 11.3, 11.4–11.6

Коханов К. А.: 7.1, 7.4, 7.5, 8.1, 8.3–8.6, 9.1, 9.3, 9.4, 9.7, 10.1–10.3, 10.6, 10.7, 11.2

Сорокин А. П.: 10.4

Сысоева Т. А.: 9.4

Перевощиков Д. В.: 9.2, 10.3, 11.2

Составитель

Коханов К. А.

Научная редакция

Кантор П.Я., канд. физ.-мат. 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 19.10.2010.

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

Тираж 1500 экз.

© Государственное образовательное учреждение дополнительного образования детей
«Центр дополнительного образования для детей «Одаренный школьник», Киров, 2010

© Гырдымов М. В., Кантор П. Я., Коханов К. А., Сорокин А. П., Сысоева Т. А.,
Перевощиков Д. В., 2010

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. Работы муниципального этапа **шифруются**. Шифрование и дешифрование работ осуществляется представителем оргкомитета, назначаемым председателем оргкомитета. Представитель на обложке каждой тетради пишет соответствующий шифр, указывающий № класса и № работы (7–01, 7–02, ..., 11–01, 11–02, ...), который дублируется на первой (белой) странице работы. После этого обложка тетради снимается. 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 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.

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

9. 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 VII КЛАСС

Длина пластиковой линейки должна быть больше длины деревянной.

VIII КЛАСС

Количество карандашей должно соответствовать количеству участников. В ра-

боте используются неточенные карандаши. Диаметр шприца должен быть больше диаметра карандаша.

IX КЛАСС

Острые иглы следует затупить.

X КЛАСС

В качестве тела правильной формы можно использовать груз массой 100 г из набора. Исследуемой жидкостью может быть подкрашенная вода.

УСЛОВИЯ ЗАДАЧ ДЛЯ VII КЛАССА

1. «Как в сказке». После встречи с волком Красная Шапочка добиралась до Бабушки за 1 ч 10 мин, а Волк по этой же тропинке добежал до Бабушки всего за 35 мин. Во сколько раз отличались средние скорости движения по тропинке Волка и Красной Шапочки?

2. «Что тяжелее?». В табл. 1 представлены плотности некоторых веществ при стандартных условиях. Определите: 1) вещества с наибольшей и наименьшей плотностями; 2) какое данное приведено с ошибкой.

Таблица 1. Плотности некоторых веществ

Название вещества	Плотность	Название вещества	Плотность
Глицерин	1,25 г/см ³	Медь	8,9 мг/мм ³
Вода	1 кг/см ³	Хлор	3,21 мг/см ³
Углекислый газ	1,98 кг/м ³	Парафин	0,9 кг/дм ³
Азот	1,25 г/дм ³	Ртуть	0,0136 г/мм ³
Серная кислота	0,00184 т/дм ³	Свинец	11300 кг/м ³

3. «Затяжной прыжок». Парашютист совершает затяжной прыжок с высоты 2000 м. Купол парашюта раскрывается через 15 с после отделения от самолета. Опишите, как менялась по величине и направлению скорость парашютиста в течение всего прыжка. Дайте объяснения.

4. «Courier New». Вторая и третья строчки этой задачи набраны специальным шрифтом «Courier New», размеры букв, пробелов, знаков препинания которого строго фиксированы. Определите, на сколько строчек растянулась бы данная задача, если бы была полностью набрана этим шрифтом.

5. Экспериментальная задача «Объемная линейка». Определите как можно точнее объем деревянной линейки.

Подробно опишите процедуру измерения, отвечая на вопросы:

1) как измерялись длина, ширина и высота (толщина) линейки?

2) можно ли сделать измерение толщины линейки несколькими способами? Если можно, то как? Какой результат измерения толщины следует использовать при расчете объема линейки?

3) по какой формуле рассчитан объем линейки?

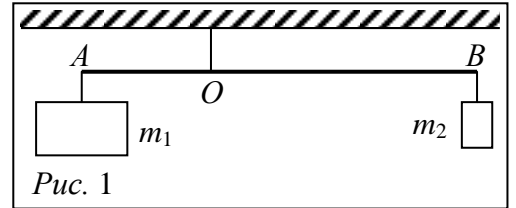
Оборудование: деревянная линейка, пластиковая линейка.

УСЛОВИЯ ЗАДАЧ ДЛЯ VIII КЛАССА

1. «Нарушение правил». Известно, что по дворовой территории запрещено движение автомобилей со скоростью более 20 км/ч. Сможет ли восьмиклассник обогнать не нарушающий правила автомобиль, если на уроке физкультуры стометровую дистанцию он пробегает за 16 с?

2. «Когда краны пусты». В ведро, выставленное под сильный дождь, за 1 с падало около 40 капель со средним объемом $V_0 = 30 \text{ мм}^3$ каждая. Определите массу воды, которая соберется в изначально пустом ведре за 12 мин проливного дождя. Плотность воды равна $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$.

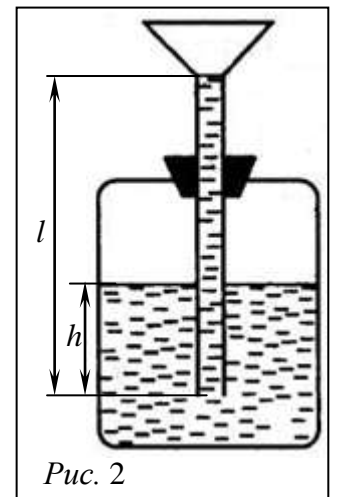
3. «Горячий стержень». На концах металлического стержня AB уравновешены грузы массами m_1 и m_2 , где $m_1 > m_2$ (рис. 1). Какое расстояние (плечо) больше: OA (от точки O подвеса стержня до точки A крепления груза m_1) или OB (до груза m_2) и во сколько раз? Верно ли показаны плечи на рис. 1?



В каком направлении нужно сместить точку O подвеса стержня, чтобы равновесие стержня сохранилось после сильного нагревания его правого (B) конца?

При решении массу стержня не учитывайте.

4. «Внутреннее давление». В горловину пустого сосуда герметично вставлена трубка длиной $l = 70 \text{ см}$. Через нее сосуд наполняется жидкостью, и когда давление воздуха внутри сосуда поднялось на $p = 4 \text{ кПа}$ по сравнению с начальным (атмосферным), жидкость перестала поступать в сосуд (рис. 2). Определите плотность жидкости, если расстояние от нижнего конца трубки до поверхности жидкости в момент прекращения поступления жидкости оказалось равным $h = 20 \text{ см}$.



Поверхностным натяжением и вязкостью жидкости пренебречь; считать, что $g = 10 \text{ м/с}^2 = 10 \text{ Н/кг}$.

5. «Про лед и воду». Опишите, в чем состоит отличие воды и образовавшегося из нее льда с точки зрения молекулярного строения.

6. Экспериментальная задача «Карандаш». Определите объем карандаша.

Задание: 1) подробно опишите метод измерения объема карандаша;

2) проведите необходимые измерения, фиксируя ВСЕ промежуточные результаты;

3) рассчитайте и запишите объем карандаша;

4) повторите процедуру измерения, нацеливаясь на получение новых промежуточных результатов. Кратко напишите, в чем состоит отличие нового измерения. Запишите новые результаты.

5) Найдите среднее значение объема карандаша.

Оборудование: неподточенный карандаш, полимерный шприц, стакан неправильной формы с водой, маркер.

Указание: на карандаш можно наносить маркерные метки.

УСЛОВИЯ ЗАДАЧ ДЛЯ IX КЛАССА

1. «Спутник Земли». Во время полного Солнечного затмения видимый с Земли размер диска Луны кажется равным размеру Солнечного диска (рис. 3). С учетом этого определите:



Рис. 3

1) истинный диаметр Луны, если во время затмения расстояние между Солнцем и Землей (Луной) равно $R = 1,5 \cdot 10^{11}$ м, расстояние между Землей и Луной – $r = 3,8 \cdot 10^8$ м, диаметр Солнца – $D = 1,4 \cdot 10^9$ м.

2) время (в часах) полного прохождения диска Луны на фоне диска Солнца с точки зрения земного наблюдателя, считая нашу планету точечной и невращающейся, а также

учитывая, что Луна делает полный оборот вокруг Земли за $T = 27$ суток.

2. «Неспокойное равновесие». На невесомом неравноплечем рычаге уравновешены грузы с массами m_1 и m_2 (рис. 4). При

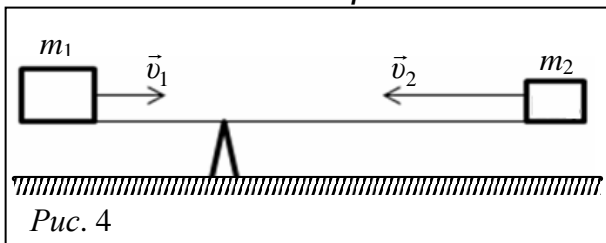


Рис. 4

каком отношении скоростей $\frac{v_2}{v_1}$ сохранится

равновесие рычага, если грузы будут двигаться равномерно к точке опоры?

3. «Путешественник». Мощность, развиваемая человеком при спокойной ходьбе, составляет примерно $P = 300$ Вт. Какое количество молока, каждый килограмм которого при расщеплении выделяет $Q = 0,25$ МДж/кг энергии, следует выпить человеку, чтобы преодолеть $S = 10$ км с постоянной скоростью $v = 5$ км/ч?

Считайте, что вся выделяемая при расщеплении молока энергия расходуется на совершение человеком механической работы по перемещению.

4. «Разбитый магнит». В результате падения и удара о твердую поверхность

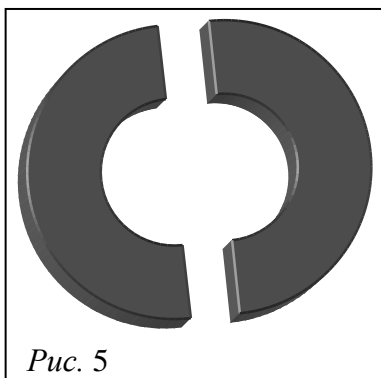


Рис. 5

кольцевой магнит развалился на две части (рис. 5), но не потерял своих магнитных свойств. Как будут вести себя половинки, если попытаться их соединить в исходный магнит строго вдоль линий разлома?

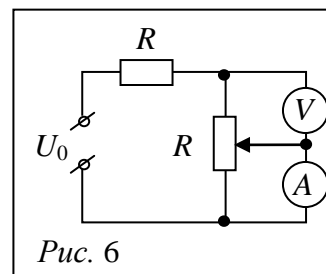
Известно, что полюса кольцевого магнита расположены на плоских поверхностях.

5. «Химическая физика». Что будет происходить с кусочком свинца, если его опустить в расплавленное олово, температура которого поддерживается на уровне 233°C ?

Известно, что температура плавления свинца 327°C ; температура плавления олова 232°C ; температура плавления припоя, состоящего на 61% из олова и на 39% из свинца, равна 190°C .

Указание: при решении можно воспользоваться аналогией с поведением куска соли (имеющей высокую температуру плавления), опущенного в чистую воду с температурой близкой к 0°C .

6. «Смешанное соединение». Определите показания идеальных вольтметра (с очень большим сопротивлением) и амперметра (с нулевым сопротивлением) на схеме рис. 6. Известно: напряжение источника $U_0 = 3$ В, подвижный контакт на реостате располагается посередине. Полное сопротивление реостата равно сопротивлению резистора $R = 10$ Ом.



7. Экспериментальная задача «Узкое отверстие». Известно, что свисающая с соломинки капля жидкости удерживается от падения силой поверхностного натяжения жидкости. Отрыв капли наступает, когда сила тяжести капельки оказывается больше силы поверхностного натяжения.

Учитывая, что сила поверхностного натяжения рассчитывается по формуле $F = \sigma l$, где l – длина окружности отверстия соломинки, $\sigma = 0,073$ Н/м – коэффициент поверхностного натяжения воды, определите диаметр отверстия иглы шприца.

Оборудование: полимерный шприц с иглой, пластиковый стаканчик с водой.

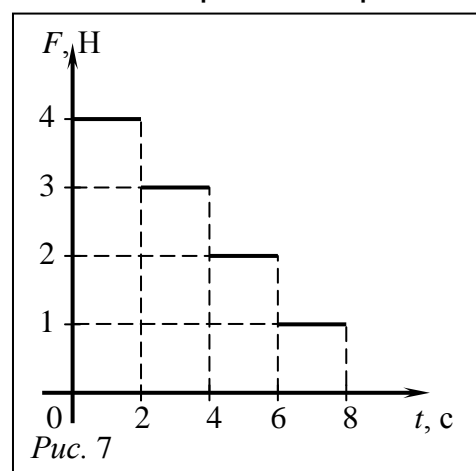
Указания: 1) Плотность воды можно считать известной.

2) Хотя игла шприца была предварительно затуплена и никогда не использовалась по прямому назначению, все-таки **соблюдайте осторожность**, манипулируя с данным оборудованием.

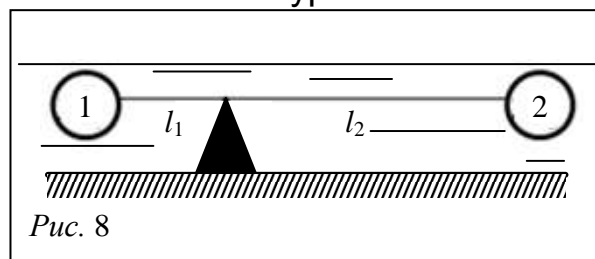
УСЛОВИЯ ЗАДАЧ ДЛЯ X КЛАССА

1. «Незавершенный полет». Камень бросили вертикально вверх со скоростью $v_0 = 10$ м/с. Найдите средние скорости движения камня на первой и второй половинах пути, пройденного им до верхней точки полета. Считайте, что $g = 10$ м/с².

2. «Изменяющаяся сила». Тело малых размеров массой $m = 1$ кг начинает движение вдоль некоторой оси Ox под действием изменяющейся по величине, но постоянной по направлению силы F . График зависимости величины силы от времени показан на рис. 7. Постройте графики зависимости ускорения и скорости тела от времени.



3. «Равновесие в жидкости». Тела 1 и 2 с разными массами уравновешены на концах очень тонкого стержня массой M и помещены в жидкость (рис. 8). Расстояния от точки опоры до точек подвеса тел 1 и 2 равны соответственно l_1 и l_2 . Перерисуйте рисунок и покажите силы, действующие на получившийся неравноплечий рычаг. При каком отношении



объемов тел $\frac{V_2}{V_1}$ после того, как жидкость аккуратно сольют, равновесие рычага сохранится?

4. «Загадка садовода». Весной накануне заморозков, когда воздух охлаждается до -5°C , садоводы опрыскивают цветы на плодовых деревьях и кустарниках водой с температурой около 20°C . На первый взгляд это кажется парадоксальным, поскольку если человек оказывается на холоде с мокрыми руками, то чувствует сильный холод.

Объясните, зачем садоводы поливают растения, и почему человеку с мокрыми руками холодно. Используйте для объяснения следующие понятия, физические величины и их значения: удельная теплоемкость воздуха равна $c_{\text{воз}} = 1,0 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{C})$, удельная теплоемкость воды $c_{\text{вод}} = 4,2 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{C})$, удельная теплоемкость льда $c_{\text{л}} = 2,1 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{C})$, удельная теплота кристаллизации воды $\lambda_{\text{вод}} = 0,33 \text{ МДж}/\text{кг}$, удельная теплота испарения воды $L_{\text{вод}} = 2,5 \text{ МДж}/\text{кг}$.

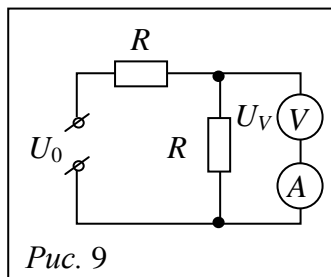
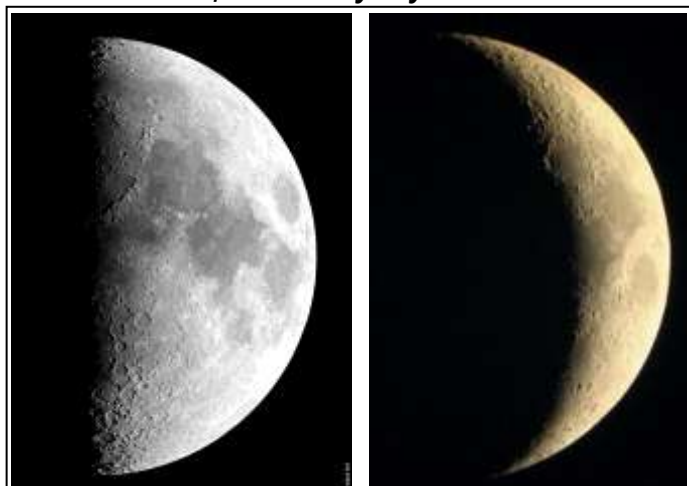


Рис. 9

5. «Смешанное соединение–2». На рис. 9 приведена электрическая схема. Определите сопротивление вольтметра R_V и силу тока, которую показывает амперметр, имеющий нулевое сопротивление.

Известно, что напряжение на источнике $U_0 = 3 \text{ В}$, вольтметр, измеряющий напряжение «на себе», показывает $U_V = 1,45 \text{ В}$, величина сопротивления $R = 10 \text{ Ом}$.

6. «Месяц по небу гуляет...». Освещенная часть Луны (так называемый месяц) выглядит с Земли по-разному (рис. 10). Покажите на рисунке, как должны располагаться Земля, Луна и Солнце, чтобы месяц Луны имел вид полукруга (рис. 10 а) и серпа (рис. 10 б). Изобразите космические тела в плоскости чертежа.



а)
Рис. 10

б)

7. Экспериментальная задача «Неизученная жидкость». Определите плотность неизвестной жидкости. Предложите способы повышения точности результата и оцените погрешность измерений.

Оборудование: прозрачный нецилиндрический сосуд с неизвестной жидкостью, динамометр, тело правильной формы, закрепленное на нити, линейка, карандаш.

УСЛОВИЯ ЗАДАЧ ДЛЯ XI КЛАССА

1. «Затяжной прыжок». Парашютист совершает затяжной прыжок с высоты 2000 м. Купол парашюта раскрывается через 15 с после отделения от самолета. Изобразите: 1) примерный график зависимости скорости парашютиста от времени в течение всего прыжка; 2) примерный график зависимости высоты парашютиста над поверхностью земли от времени в течение всего прыжка. Дайте пояснения полученным зависимостям.

3. «Равновесие в жидкости». Тела 1 и 2 с разными массами уравновешены на концах очень тонкого стержня массой M и помещены в жидкость (рис. 8). Расстояния от точки опоры до точек подвеса тел 1 и 2 равны соответственно l_1 и l_2 . Перерисуйте рисунок и покажите силы, действующие на получившийся неравноплечий рычаг. При каком отношении объемов тел $\frac{V_2}{V_1}$ после того, как жидкость аккуратно сольют, равновесие рычага сохранится?

3. «Авиамоделирование». Корпус самолета, изготовленный из алюминиевого листа толщиной 5 мм, имеет массу 8 т и длину 25 м. Определите массу макета самолета длиной 50 см, сделанного из алюминиевой фольги толщиной 0,2 мм.

4. «Элементарный заряд». В одном из опытов Милликена было обнаружено, что капелька масла радиусом $r = 0,5$ мкм движется вверх с постоянной скоростью $v = 0,0852$ мм/с в вертикальном электрическом поле напряженностью $E = 3 \cdot 10^4$ В/м. Известно, что на капельку действует сила сопротивления воздуха $F = 6\pi\eta vr$, где $\eta = 1,82 \cdot 10^{-5}$ Па·с – вязкость воздуха. Плотность масла составляет $\rho = 900$ кг/м³, плотность воздуха $\rho_0 = 1,21$ кг/м³. Определите заряд q капельки. Объем шара радиусом r равен $4\pi r^3/3$, ускорение свободного падения $g = 9,82$ м/с², $\pi = 3,142$.

5. «Магниты». Два одинаковых полосовых магнита одновременно начинают падать на стол с одинаковой высоты. В процессе падения первый магнит проходит сквозь закрепленное сплошное алюминиевое кольцо, а второй – сквозь такое же по форме кольцо, но имеющее разрез. Какой магнит достигнет поверхности стола раньше и почему?

6. «Тепловая машина». Коэффициент полезного действия идеальной тепловой машины (цикл Карно) равен 40%. В процессе работы машины температура холодильника увеличилась на 100 К, в результате чего КПД уменьшился в два раза. Чему равна температура нагревателя?

7. Экспериментальная задача «Фокус». Определите фокусное расстояние собирающей линзы.

Оборудование: собирающая линза, лампочка карманного фонаря, источник тока, соединительные провода, лабораторный экран, миллиметровая бумага формата А4, линейка.

Указание: иными источниками света, кроме лампочки, пользоваться запрещается.

26 СЕНТЯБРЯ 2010 ГОДА
прошел ежегодный
ТУРНИР ИМ. М. В. ЛОМОНОСОВА ПО ФИЗИКЕ*
ДЛЯ УЧАЩИХСЯ VII-VIII КЛАССОВ

Некоторые задачи турнира...



Рис. 1. Загадочный полет бабочки

1. «Полёт бабочки». Полёт бабочки – уникальное явление. По современным представлениям бабочка для своего порхания в воздухе использует одновременно... реактивную тягу и электрическое притяжение к воздуху (подобное притяжению расчесанных волос к гребешку)!

Так схлопывание крылышек в верхнем и нижнем положениях приводит к сжатию попавшего между соединившимися крылышками воздуха и его выталкиванию через небольшой зазор, образующийся между крылышками снизу. Выходящий сжатый воздух подобно струе из реактивного двигателя самолета подталкивает бабочку в сторону ее движения.

Взмахи крылышек сопровождаются также трением чешуек, находящихся на крыльях, о воздух и появлением на крылышках и прилегающих воздушных слоях разделенных электрических зарядов, притяжение которых втягивает бабочку вверх.

Нарисуйте, какой получается траектория движения (или линия, вдоль которой происходит движение) бабочки.

2. «Спутник Земли». Согласно одной из гипотез, Луна – это гигантский кусок, отколовшийся от Земли в результате какой-то чудовищной катастрофы. Сравните плотности Земли и Луны и сделайте вывод в поддержку или опровержение этой гипотезы.

Полезные сведения: масса Луны $7,3 \cdot 10^{22}$ кг, масса Земли $6,0 \cdot 10^{24}$ кг, объем Луны $2,2 \cdot 10^{19}$ м³, средний радиус Луны 1737 км, объем Земли $10,8 \cdot 10^{11}$ км³, средний радиус Земли 6370 км.

3. Экспериментальная задача «Человек-магнит»

В настоящее время появилось немало людей, обладающих, как они утверждают, уникальными способностями. К таковым себя относят и «люди-магниты», которые могут удерживать на своем теле металлические предметы.

Проведите эксперимент: аккуратно (без особо нажима) приложите ко лбу монетку любого достоинства (от 1 коп. до 10 руб.). Велика вероятность, что, убрав руку, Вы обнаружите, что монетка так и останется висеть на Вашем лбу! Если эксперимент не удался, приложите монетку ко лбу и слегка прижмите. Теперь можно мотать головой, наклонять голову вниз – монетка не упадет.

Некоторые экспериментаторы, проводившие этот опыт,

также обнаружили, что чем интенсивнее у них шел процесс мышления, тем лучше держалась монетка.

Выдвиньте научную гипотезу, объясняющую наблюдаемые свойства монетки и лба.

Оборудование: монетка любого достоинства.

В турнире 2011 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. «Как в сказке». Средняя скорость движения Красной Шапочки равна $v_{Ш} = \frac{S}{t_{Ш}}$, где $t_{Ш} = 1 \text{ ч} + 10 \text{ мин} = 70 \text{ мин}$, а скорость движения Волка $v_B = \frac{S}{t_B}$, где $t_B = 35 \text{ мин}$. Значит, средняя скорость Волка больше средней скорости Красной Шапочки в $\frac{v_B}{v_{Ш}} = \frac{S}{t_B} \cdot \frac{t_{Ш}}{S} = \frac{t_{Ш}}{t_B} = \frac{70 \text{ мин}}{35 \text{ мин}} = 2$ раза.

Разбалловка: за запись (описание) формулы средней скорости ставится 4 балла; за верный расчет добавляется 6 баллов.

2. «Что тяжелее?». Выразим все плотности в единицах кг/м^3 (см. таблицу 2):

Таблица 2. Плотности веществ в единицах системы СИ

Название вещества	Плотность	Название вещества	Плотность
Глицерин	1250 кг/м^3	Медь	8900 кг/м^3
Вода	1000000 кг/м^3	Хлор	3,21 кг/м^3
Углекислый газ	1,98 кг/м^3	Парафин	900 кг/м^3
Азот	1,25 кг/м^3	Ртуть	13600 кг/м^3
Серная кислота	1840 кг/м^3	Свинец	11300 кг/м^3

Видно, что значение плотности воды превышает истинное в 1000 раз. После исправления ошибки обнаруживаем, что наибольшую плотность 13600 кг/м^3 имеет ртуть, наименьшую плотность 1,25 кг/м^3 имеет азот.

Разбалловка: за правильный перевод всех значений в систему СИ ставится 5 баллов; за нахождение наибольшей и наименьшей плотностей ставится по 2 балла; за нахождение ошибочного значения (в том числе без перевода единиц измерения в систему СИ) добавляется 1 балл;

за указание наибольшей и наименьшей плотности без перевода в единую систему единиц ставится не более 1 балла за каждое название вещества.

3. «Затяжной прыжок». Сразу после отделения парашютиста от самолета сила сопротивления воздуха мала, и скорость парашютиста нарастает (1).

С течением времени сила сопротивления увеличивается, следовательно, быстрота нарастания скорости уменьшается (2).

Во время раскрытия парашюта и сразу после него сопротивление воздуха резко увеличивается, а скорость быстро уменьшается (3), хотя остается направленной вниз (4).

Далее движение вплоть до приземления происходит с безопасной для человека скоростью (5).

Разбалловка: за утверждение (1) ставится 2 балла; за утверждение (2) добавляется 3 балла; за утверждение (3) ставится 2 балла; за утверждение (4) ставится 2 балла; за утверждение (5) ставится 1 балл.

4. «*Courier New*». Длина одной строчки задачи (второй или третьей), набранной специальным шрифтом, составляет 64 символа (без учета пробелов в конце строк). В первой строчке оказалось 73 символа (без учета отступа), а в четвертой

– 71 символ. Значит, суммарная длина задачи составляет $73 + 2 \cdot 64 + 71 = 272$ символов. При оптимальном переносе слов весь текст задачи может разместиться в $\frac{272}{64} \approx 4,25$ (то есть в пяти) строчках.

Поскольку последняя строка оказалась занятой лишь на четверть, то даже при неудачных переносах за пятую строчку текст задачи не выйдет.

Разбалловка: за нахождение плотности символов специального шрифта ставится 3 балла;

за нахождение длины остальной части текста ставится 3 балла;

за расчет количества строчек добавляется 3 балла;

за учет возможности нерационального переноса добавляется 1 балл.

Если вывод о количестве строк сделан без соответствующих расчетов, то за решение ставится не более двух баллов.

5. Экспериментальная задача «Объемная линейка». Длину l , ширину d и толщину h линейки можно определить прямым измерением, прикладывая к измеряемым сторонам пластиковую линейку.

Проверить точность измерения толщины можно путем дополнительного измерения. Для этого можно, например, несколько раз «перекатить» деревянную линейку по пластиковой. Если при переворачивании деревянной линейки ее как можно сильнее прижимать к пластиковой, то при N полных оборотах, пройденный без проскальзывания деревянной линейкой путь $S = N \cdot (2d + 2h)$, откуда

$$h = \frac{S}{2N} - d.$$

Объем линейки равен $V = l \cdot d \cdot h$. Для повышения точности расчета объема можно взять величину h , полученную либо по результатам расчета среднего значения, либо по результатам эксперимента, описанного выше.

Разбалловка: полная стоимость задачи составляет 15 баллов;

за описание метода измерения длины, высоты и толщины линейки ставится 3 балла;

за описание дополнительного разумного способа измерения толщины линейки добавляется 2 балла;

за формулу расчета объема ставится 1 балл;

за результаты однократных измерений длины, ширины и толщины ставится 2 балла;

за нахождение объема добавляется 3 балла;

если удалось повысить точность расчета толщины, добавляется 2 балла;

если удалось повысить точность расчета объема, добавляется 2 балла.

РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ И РАЗБАЛЛОВКА ДЛЯ VIII КЛАССА

1. «Нарушение правил». Скорость движения школьника равна $v = \frac{100 \text{ м}}{16 \text{ с}} = 6,25 \text{ м/с} = \frac{6,25 \cdot 3600 \text{ км}}{1000 \text{ ч}} = 22,5 \text{ км/ч}$. Следовательно, он сможет обогнать автомобиль.

Разбалловка: за расчет скорости школьника ставится 6 баллов;

за приведение скоростей автомобиля и школьника к единой системе единиц измерения добавляется 2 балла;

за вывод ставится 2 балла.

2. «Когда краны пусты». Так как в любой момент в единицу времени в ведро попадает одинаковое количество капель, то $\frac{m}{t} = \frac{N_0 m_0}{t_0}$ (1), где $m_0 = \rho \cdot V_0$ – масса одной капли (2), $N_0 = 40$ – количество капель, попадающих в ведро за $t_0 = 1$ с. Тогда масса воды, собранная в ведре: $m = \frac{N_0 m_0}{t_0} \cdot t$ (3), а с учетом (2) $m = \frac{N_0 \cdot \rho \cdot V_0}{t_0} t$ (4).

Выполним расчет: $m = \frac{40 \cdot 1000 \text{ кг/м}^3 \cdot 30 \cdot 10^{-9} \text{ м}^3}{1 \text{ с}} \cdot 720 \text{ с} = 0,864 \text{ кг}$.

Разбалловка: за формулу (1) (или качественное объяснение) ставится 4 балла;
за формулу (2) ставится 1 балл;
за верный расчет ставится 5 баллов;
если расчет выполнен неверно, но записана формула (3) или формула (4), добавляется 2 балла.

3. «Горячий стержень». Так как грузы находятся в равновесии, то $m_1 g_{OA} = m_2 g_{OB}$ (1), а отношение плеч – $\frac{OA}{OB} = \frac{m_2}{m_1} < 1$ (2). $OA < OB$, значит рис. 1 – правильный.

После нагревания правого конца стержня длина плеча OB в результате теплового расширения увеличится в большей степени, чем плеча AB , следовательно, для сохранения равновесия точка подвеса должна быть смещена вправо, в направлении т. B .

Разбалловка: за запись формулы (1) (или объяснение на качественном уровне) ставится 2 балла;
за формулу (2) и вывод ставится по 1 баллу;
за вывод о правильности рисунка ставится 1 балл;
за рассуждения, приводящие к выводу о направлении смещения точки подвеса, ставится до 5 баллов.

4. «Внутренне давление». Жидкость перестает поступать в сосуд, когда давление столба жидкости, находящегося выше уровня попавшей в сосуд жидкости, сравнивается с избыточным давлением воздуха внутри сосуда, то есть когда

$p = \rho g h$ (1), отсюда искомая плотность равна: $\rho = \frac{P}{g h}$ (2), а численно

$$\rho = \frac{4000 \text{ Па}}{10 \text{ м/с}^2 \cdot (0,7 \text{ м} - 0,2 \text{ м})} = 800 \text{ кг/м}^3.$$

Разбалловка: за запись формулы (1) (или подобной) ставится 4 балла;
за формулу (2) и получение численного значения добавляется 6 баллов.

5. «Про лед и воду». Возможное решение: отличие состоит в характере расположения и движения молекул. В воде каждая молекула, участвуя в тепловом движении, хаотически перемещается и может оказаться в любой точке объема жидкости. В кристалле льда молекулы расположены в строгом порядке и совершают колебания около положения равновесия. При этом скорость движения молекул воды зависит не от агрегатного состояния вещества, а от температуры.

Разбалловка: ответ оценивается исходя из 10 баллов.

6. *Экспериментальная задача «Карандаш».* Возможное решение:
 во-первых, используя шкалу полимерного шприца, разбить карандаш на несколько небольших равных участков (фиксируя их маркером);
 во-вторых, удалив из шприца поршень, закрыв сопло пальцем и налив в шприц небольшое количество воды, опустить в нее конец карандаша, так, чтобы жидкость поднялась до первой метки.

Если карандаш разбит на N участков, объем каждого из которых оказался V_0 (по результатам измерения одного из концов карандаша), искомый объем равен $V = NV_0$.

Разбалловка: полная стоимость задачи составляет 15 баллов;
 за описание метода измерения объема ставится 6 баллов;
 за результаты однократного определения объема ставится 5 баллов;
 за предложение по получению новых данных (например, разделить карандаш на новые части) добавляется 2 балла;
 за получение второго результата объема ставится 1 балл;
 за нахождение среднего значения объема ставится 1 балл.

РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ И РАЗБАЛЛОВКА ДЛЯ IX КЛАССА

1. «Спутник Земли». Ответим на первый вопрос. Диаметр Луны d во столько же раз меньше диаметра Солнца D , во сколько раз расстояние от Земли до Луны r меньше расстояния от нас до Солнца D : $\frac{d}{D} = \frac{r}{R}$. Отсюда $d = D \cdot \frac{r}{R}$ (1), а численно

$$\text{но } d = 1,4 \cdot 10^9 \text{ м} \cdot \frac{3,8 \cdot 10^8 \text{ м}}{1,5 \cdot 10^{11} \text{ м}} = 3,5 \cdot 10^6 \text{ м}.$$

Ответим на второй вопрос. Диск Луны движется на фоне диска Солнца, начиная и заканчивая моментами их кажущегося касания (рис. 11).



Значит, за время затмения Луна преодолевает расстояние, равное двум диаметрам Луны, то есть $S = 2d$ (2). Если скорость движения Луны вокруг Земли $v = \frac{2\pi r}{T}$ (3), то время затмения длится $t = \frac{S}{v} = \frac{dT}{\pi r}$ (4) или с учетом формулы (1)

$$t = \frac{dT}{\pi r} = \frac{D \cdot r \cdot T}{R \cdot \pi r} = \frac{DT}{\pi R} \quad (5).$$

$$\text{Численно } t = \frac{1,4 \cdot 10^9 \text{ м} \cdot 27 \cdot 24 \text{ ч}}{3,14 \cdot 1,5 \cdot 10^{11} \text{ м}} = 1,93 \text{ ч}.$$

Разбалловка: за формулу (1) ставится 1 балл;
за нахождение диаметра Луны добавляется 3 балла;
за каждую из формул (2), (3) и (4) (или (5)) ставится по 1 баллу;
за расчет времени ставится 3 балла.

2. «Неспокойное равновесие». Пусть l_1 и l_2 начальные расстояния от точки опоры до центров грузов m_1 и m_2 соответственно. Так как система в равновесии, то $m_1 l_1 g = m_2 l_2 g$ (1).

Через время $t < \frac{l_1}{v_1}$ и $t < \frac{l_2}{v_2}$ условие равновесия можно записать так:
 $m_1 g (l_1 - v_1 t) = m_2 g (l_2 - v_2 t)$ (2). Из последнего равенства с учетом (1), получаем, что
 $\frac{v_2}{v_1} = \frac{m_1}{m_2}$ (2).

Разбалловка: за формулу (1) ставится 3 балла;
за формулу (2) добавляется 3 балла;
за полученный конечный результат ставится 4 балла;
если формула (2) не была получена строго, за решение ставится не более 2-х баллов.

3. «Путешественник». За время движения $t = \frac{S}{v}$ человеком совершается механическая работа $A = Pt = P \frac{S}{v}$ (1). Необходимое для путешествия количество

молока равно $m = \frac{A}{Q} = \frac{PS}{Qv}$ (2). Численно $m = \frac{3 \cdot 10^2 \text{ Вт} \cdot 10^4 \text{ м}}{0,25 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \cdot \frac{5 \text{ м}}{3,6 \text{ с}}} = 8,6 \text{ кг}$.

Разбалловка: за формулы (1) и (2) ставится по 4 балла;
за численный результат ставится 2 балла.

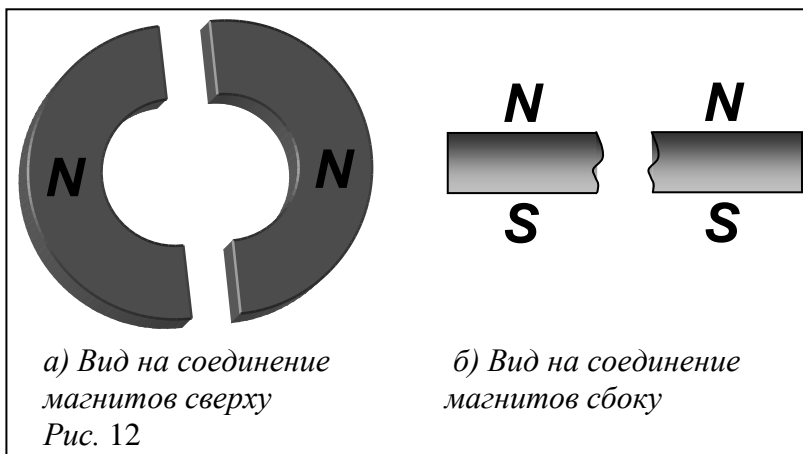
4. «Разбитый магнит». Половинки будут отталкиваться друг от друга, так как обе верхние и нижние грани будут иметь одноименные полюса (рис. 12).

Разбалловка: правильный ответ оценивается в 10 баллов.

5. «Химическая физика». Кусочек свинца в расплавленном олове будет вести себя аналогично кусочку соли в холодной воде – он растворится в жидком олове, т. е. перейдет в жидкое состояние.

Разбалловка: за единственное утверждение, что свинец не расплавится в олове ставится не более 3 баллов;

за верные рассуждения и, главным образом, вывод о том, что свинец перейдет в жидкое состояние, ставится 10 баллов.



6. «Смешанное соединение». Учитывая, что сопротивление амперметра равно

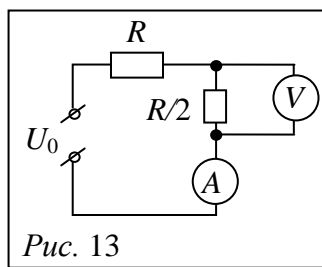


Рис. 13

нулю и он закорачивает собой параллельный ему участок, можно начертить эквивалентную схему как на рис. 13.

Амперметр показывает полную силу тока в цепи $I = \frac{U_0}{R + \frac{R}{2}}$,

численно $I = \frac{3 \text{ В}}{1,5 \cdot 10 \text{ Ом}} = 0,2 \text{ А}$.

Напряжение на вольтметре равно напряжению на резисторе: $U_V = I \cdot \frac{R}{2}$,

$$U_V = 0,2 \text{ А} \cdot \frac{10 \text{ Ом}}{2} = 1 \text{ В}.$$

Разбалловка: за построение или объяснение эквивалентной схемы ставится 4 балла;

за расчет силы тока ставится 3 балла;

за расчет напряжения на вольтметре ставится 3 балла.

Если приведены верные формулы для расчета силы тока и напряжения, но получены неверные численные значения, то ставится не более двух баллов за каждую формулу.

6. Экспериментальная задача «Узкое отверстие». Для определения диаметра отверстия D используем метод отрыва капель.

В момент отрыва вытекшей из отверстия иглы капли модуль силы поверхностного натяжения F равен модулю силы тяжести mg , действующей на каплю массой m : $F = mg$, или $\sigma \pi d = mg$ (1), где σ – коэффициент поверхностного натяжения воды.

Отсюда $d = \frac{mg}{\sigma \pi}$.

Массу одной капли найдем, выпуская из шприца жидкость по капельке. Для успеха эксперимента перед опытом из шприца удалим поршень и снимем иглу. Воду в шприц наберем так: опустим шприц в жидкость соплом вниз и подождем, когда баллончик заполнится жидкостью, закроем отверстие пальцем и наденем иглу. Заметим по шкале шприца начальный уровень жидкости и, убрав палец, выпустим часть жидкости. Жидкость должна вытекать капля за каплей. Тогда масса

одной капли $m = \frac{M}{N} = \frac{\rho V}{N}$, где M и V – масса объем вытекшей из шприца воды, N –

число упавших из шприца капель. В итоге $d = \frac{\rho V g}{N \pi \sigma}$ (2).

Опыт следует повторить не менее трех раз, найти среднее значение диаметра отверстия d_{cp} , погрешность нахождения диаметра Δd_{cp} , а результат представить в виде: $d = d_{cp} \pm \Delta d_{cp}$. (3)

В нашем опыте получилось, что объему $V = 0,2$ мл соответствует 25 капель, а

значит диаметр сопла иглы равен $d = \frac{10^3 \cdot 0,2 \cdot 10^{-6} \cdot 9,8}{25 \cdot 3,14 \cdot 73 \cdot 10^{-3}} = 7 \cdot 10^{-4} \text{ (м)} = 0,7 \text{ (мм)}$.

Разбалловка: максимальная стоимость задачи составляет 15 баллов.

За выбор и описание метода решения ставится 2 балла;

за запись равенства (1) ставится 2 балла;

за получение формулы (2) добавляется 2 балла;

за измерение в ходе одного эксперимента необходимых для расчета физических величин ставится 2 балла;

за нахождение диаметра отверстия добавляется 3 балла;
 за расчет d_{cp} по результатам трех и более экспериментов ставится 2 балла;
 верное определение оценивается в 1 балл;
 запись результата в виде (3) с учетом правил округлений оценивается в 1 балл.

РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ И РАЗБАЛЛОВКА ДЛЯ X КЛАССА

1. «Незавершенный полет». Из закона сохранения энергии $\frac{mv_0^2}{2} = mgh$ макси-

мальная высота подъема камня равна $h = \frac{v_0^2}{2g}$ (1). Найдем среднюю скорость

движения камня на втором участке. Время его подъема с высоты $h/2$ до высоты h равно времени падения с h до $h/2$, что при $\frac{h}{2} = \frac{gt_2^2}{2}$ составляет $t_2 = \sqrt{\frac{h}{g}}$ (2). Сред-

няя скорость движения на втором участке $v_2 = \frac{h/2}{t_2}$, а с учетом формул (2) и (1)

$$v_2 = \sqrt{\frac{hg}{4}} = \frac{v_0}{\sqrt{8}}, \quad v_1 = \frac{10}{\sqrt{8}} = 3,5 \text{ (м/с)}.$$

Время движения на первом участке равно разности времени подъема камня до максимальной высоты $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$ и времени движения на второй половине пути:

$$t_1 = t - t_2 = \sqrt{\frac{2h}{g}} - \sqrt{\frac{h}{g}} = \sqrt{\frac{h}{g}} (\sqrt{2} - 1) \quad (3). \quad \text{Тогда средняя скорость движения на первом}$$

участке $v_1 = \frac{h/2}{t_1}$, а с учетом формул (3) и (1) $v_1 = \frac{\sqrt{hg}}{2(\sqrt{2}-1)} = \frac{v_0}{4-2\sqrt{2}}$,

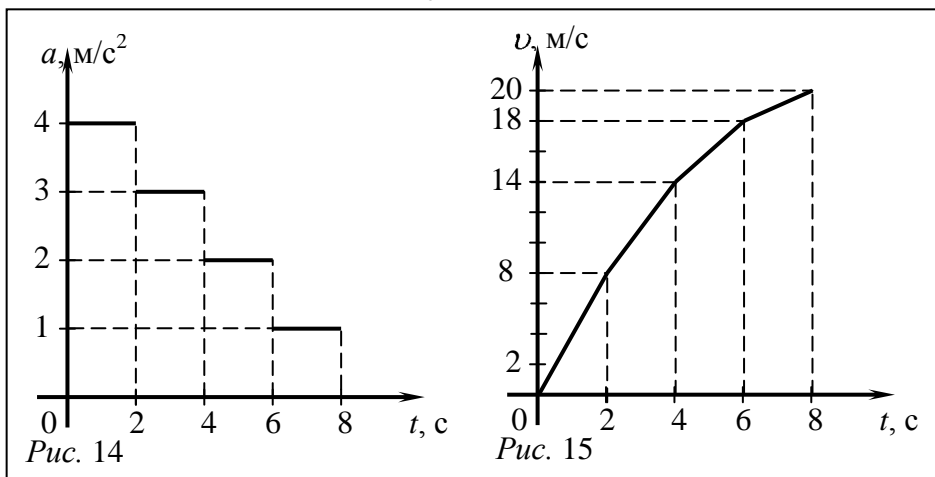
$$v_1 = \frac{10}{4-2\sqrt{2}} = 8,5 \text{ (м/с)}.$$

Разбалловка: за запись формулы средней скорости ставится 2 балла;
 за нахождение средней скорости движения на каждом из участков ставится по 4 балла.

2. «Изменяющаяся сила». Графики зависимости ускорения и скорости от времени показаны на рис. 14 и 15 соответственно. Ускорение в каждом интервале времени рассчитано с использованием второго

закона Ньютона: $a = \frac{F}{m}$. (1)

Тогда в интервале времени Δt_1 (с 0 по 2 с) ускорение $a_1 = \frac{4}{1} = 4 \text{ (м/с}^2\text{)}$, в



следующем интервале Δt_2 (с 2 по 4 с) $a_2 = \frac{3}{1} = 3 \text{ (м/с}^2\text{)}$, в интервале Δt_3 (с 4 по 6 с)

$$a_3 = \frac{2}{1} = 2 \text{ (м/с}^2\text{)}, \text{ на последнем интервале } \Delta t_4 \text{ (с 6 по 8 с) } a_4 = \frac{1}{1} = 1 \text{ (м/с}^2\text{)}.$$

Движение на любом из обозначенных интервалов – равноускоренное. Скорость в конце каждого интервала времени определяется по формуле: $v_k = v_{k-1} + a\Delta t$ (2).

$$\text{Поэтому } v_1 = v_0 + a_1\Delta t = 0 + 4 \cdot 2 = 8 \text{ (м/с)}, v_2 = v_1 + a_2\Delta t = 8 + 3 \cdot 2 = 14 \text{ (м/с)}, \\ v_3 = v_2 + a_3\Delta t = 14 + 2 \cdot 2 = 18 \text{ (м/с)}, v_4 = v_3 + a_4\Delta t = 18 + 1 \cdot 2 = 20 \text{ (м/с)}.$$

Разбалловка: за запись формулы (1) ставится 2 балла;

за запись формулы (2) ставится 3 балла;

за построение графика (рис. 14) ставится 2 балла;

за график, подобный представленному на рис. 15, добавляется 3 балла.

3. «Равновесие в жидкости». Силы, действующие на рычаг, показаны на

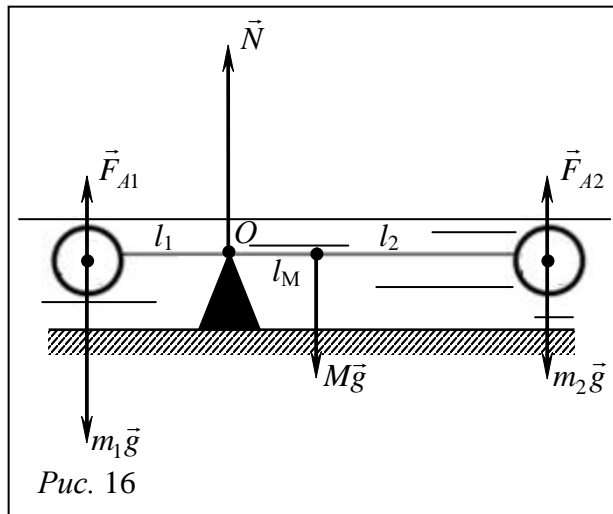


Рис. 16

рис. 16. Условие равновесия системы в жидкости запишется с учетом выталкивающих сил:

$$(m_1g - F_{A1})l_1 = (m_2g - F_{A2})l_2 + Mgl_M \text{ или } (m_1g - \rho gV_1)l_1 = (m_2g - \rho gV_2)l_2 + Mgl_M \text{ (1)},$$

где l_M – расстояние от т. опоры до центра масс стержня.

Без жидкости условие равновесия запишется так: $m_1gl_1 = m_2gl_2 + Mgl_M$ (2).

Вычитая почленно уравнения (1) и (2), по-

лучим, что $V_1l_1 = V_2l_2$ (3), то есть $\frac{V_2}{V_1} = \frac{l_1}{l_2}$ (3).

Разбалловка: за запись формул (1) и (2) ставится по 3 балла;

за рисунок ставится 2 балла (при этом соотношение длин векторов не учитывается);

если на рисунке не показана сила N , ставится не более 1 балла;

за запись формулы (3) ставится 2 балла.

4. «Загадка садовода». Во-первых, из-за большой теплоемкости вода остывает гораздо медленнее воздуха.

Во-вторых, когда температура воды опустится до 0°C начнется ее кристаллизация, при которой в окружающее пространство из 1 г воды выделяется около 330 Дж теплоты. Все это время, несмотря на понижение температуры окружающего воздуха, температура вблизи капелек воды будет сохраняться примерно постоянной, близкой к нулю.

В-третьих, после кристаллизации вода также будет требовать гораздо большего, чем воздух, теплоотвода для охлаждения.

Так запас внутренней энергии системы «вода-лед» поможет растениям перенести кратковременный заморозок.

Ощущение холода человеком связано с тем, что испарение жидкости с поверхности тела в холодную погоду требует больших затрат энергии, не возвращаемых холодным окружающим воздухом.

Разбалловка: выделение каждого фактора, указывающего на необходимость поливки, оценивается в 3 балла;

объяснение причин замерзания рук оценивается в 1 балл.

5. «Смешанное соединение–2». Учитывая, что амперметр идеальный, можно записать $U_0 = U_R + U_V$, тогда напряжение на верхнем резисторе $U_R = U_0 - U_V$ (1). Сила тока в верхнем резисторе –

$$I_1 = \frac{U_1}{R} = \frac{U_0 - U_V}{R} \quad (2).$$

На параллельных участках $I_2 R = U_V$ (3) (см. рис. 17), а $I_2 = I - I_1$ (4). Из формул (3) и (4): $(I - I_1) R = U_V$, тогда сила

тока через амперметр равна $I = I_1 + \frac{U_V}{R} = \frac{U_0 - U_V}{R} + \frac{U_V}{R} = \frac{U_0 - 2U_V}{R}$ (5), численно

$$I = \frac{3 \text{ В} - 2 \cdot 1,45 \text{ В}}{10 \text{ Ом}} = 0,01 \text{ А}.$$

Найдем сопротивление вольтметра: $R_V = \frac{U_V}{I} = \frac{U_V R}{U_0 - 2U_V}$ (6),

$$R_V = \frac{1,45 \text{ В} \cdot 10 \text{ Ом}}{3 \text{ В} - 2 \cdot 1,45 \text{ В}} = 145 \text{ Ом}.$$

Разбалловка: за формулы (1) – (4) (или объяснения, устанавливающие связи между соответствующими величинами) ставится по 1 баллу;

за нахождение силы тока и сопротивления вольтметра ставится по 3 балла.

6. «Месяц по небу гуляет...». На рис. 18 показаны фазы Луны. Вид полукруга Луна имеет, когда находится в положениях 3 и 7, а вид серпа – в положениях 2 и 8 (то есть когда наблюдатель рассматривает Луну, находясь от Солнца дальше, чем естественный спутник или, можно сказать, со стороны неподсвеченной стороны Луны).

Разбалловка: за каждый из ответов ставится по 3 балла;

за рисунки, показывающие взаимное положение Солнца, Земли и Луны, добавляется по 2 балла.

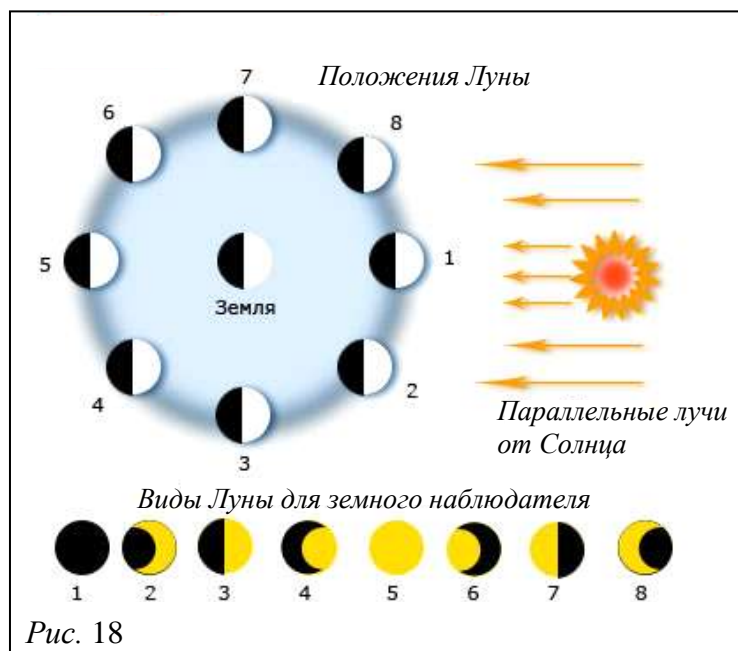


Рис. 18

7. Экспериментальная задача

«Неизученная жидкость». Возможен следующий метод нахождения плотности жидкости. Сначала с помощью динамометра определяются вес тела P_1 в воздухе, а затем – в жидкости P_2 при полном погружении в нее тела. Показание динамометра P_2 можно выразить так: $P_2 = P_1 - \rho g V$, где ρ – искомая плотность жидкости,

V – объем тела, определяемый с помощью линейки. Тогда $\rho = \frac{P_1 - P_2}{gV}$ (1).

Для увеличения точности результата необходимо сделать несколько опытов, погружая тело в жидкость не полностью, но так, чтобы изменение веса фиксиро-

валось как можно точнее. В этом случае $\rho' = \frac{P_1 - P_2'}{gV'}$, где V' – объем тела, оказавшегося в жидкости, P_2' – вес тела, частично погруженного в жидкость.

Средняя плотность жидкости по результатам N измерений равна $\rho_{cp} = \frac{\rho + \rho' + \rho'' + \dots}{N}$. Абсолютная погрешность каждого измерения находится по

формуле $\Delta\rho = |\rho_{cp} - \rho|$, а средняя погрешность измерений – по формуле

$$\Delta\rho_{cp} = \frac{\Delta\rho + \Delta\rho' + \Delta\rho'' + \dots}{N}.$$

Результат должен быть записан в виде: $\rho = \rho_{cp} \pm \Delta\rho_{cp}$, где округление всех величин сделано до первой значащей цифры погрешности $\Delta\rho_{cp}$.

Разбалловка: максимальная стоимость задачи составляет 15 баллов.

За описание метода измерения ставится 4 балла;

за вывод формулы (1) ставится 2 балла;

за измерение в ходе одного эксперимента необходимых для расчета физических величин ставится 2 балла;

за нахождение плотности ставится 2 балла;

за описание метода повышения точности результата добавляется 1 балл;

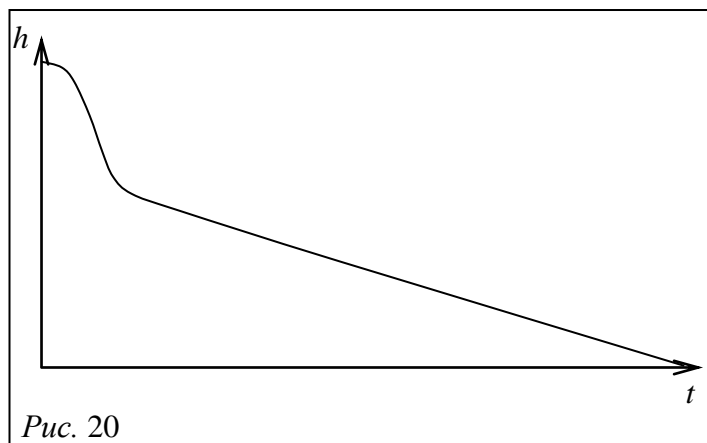
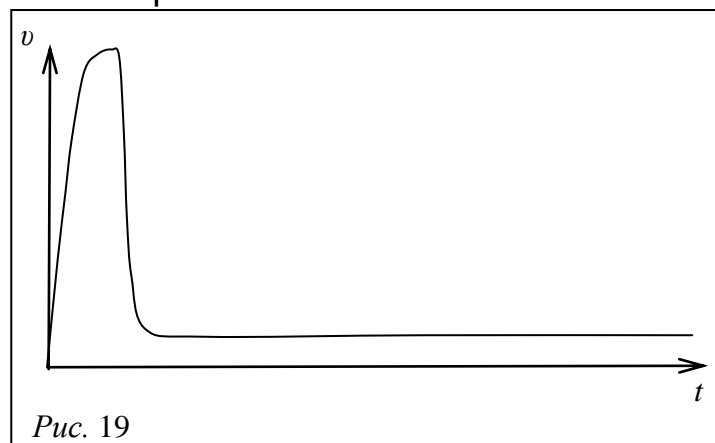
за дополнительное измерение плотности ставится 2 балла;

на нахождение среднего значения плотности и погрешности измерений ставится 1 балл;

за верную запись результата (с учетом погрешности) ставится 1 балл.

РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ И РАЗБАЛЛОВКА ДЛЯ XI КЛАССА

1. «Затяжной прыжок». Сразу после отделения парашютиста от самолета сила сопротивления воздуха пренебрежимо мала, и скорость нарастает по линейному закону. С течением времени сила сопротивления увеличивается, следовательно, ускорение уменьшается, а скорость стабилизируется, достигая приблизительно 60 м/с (оценку скорости можно сделать, используя уравнение Бернулли). Во время раскрытия парашюта и сразу после него сопротивление воздуха резко увеличивается, а скорость быстро уменьшается примерно до 5 м/с. Далее движение вплоть до приземления происходит с указанной безопасной для человека скоростью.



Высота парашютиста над землей сначала уменьшается по квадратичному закону, который по мере стабилизации скорости превращается в линейный. После

раскрытия парашюта зависимость остается линейной, но величина коэффициента уменьшается в несколько раз. Приблизительные графики указанных зависимостей приведены на рис. 19, 20.

Разбалловка: за указание, что в первой фазе прыжка скорость увеличивается по линейному закону, ставится 1 балл;

за вывод о стабилизации скорости до раскрытия парашюта ставится 1 балл;

за рассуждение относительно того, что скорость резкого уменьшается во время раскрытия парашюта и далее остается постоянной, ставится 1 балл;

указание на квадратичную зависимость высоты в начале прыжка оценивается 1 баллом;

за вывод о плавном переходе квадратичной зависимости в линейную добавляется 1 балл;

за констатацию изменения наклона линейной зависимости добавляется еще 1 балл;

за каждый из графиков, адекватно отражающих указанные процессы, ставится по 2 балла.

2. «Равновесие в жидкости». См. решение и разбалловку для задачи № 3 для 10-го класса.

3. «Авиамоделирование». Все линейные размеры макета в $25/0,5 = 50$ раз (1) меньше соответствующих размеров самолета. Следовательно, площадь листового материала, затраченного для изготовления макета, в $50^2 = 2500$ меньше (2). Толщина фольги меньше толщины листа в $5/0,2 = 25$ раз (3), значит, объем алюминия в случае макета меньше в $2500 \cdot 25 = 62500$ раз (4), чем в случае самолета. Масса макета $8000 \text{ кг}/62500 = 0,128 \text{ кг} = 128 \text{ г}$ (5).

Разбалловка: за каждый из выводов (1) – (5) ставится по 2 балла.

Правильный ответ, полученный из сходных рассуждений, оценивается исходя из 10 баллов.

4. «Элементарный заряд». На капельку действуют электрическая сила Eq и Архимедова сила $4\pi r^3 \rho_0 g/3$, направленные вверх, а также сила тяжести $4\pi r^3 \rho g/3$ и сила сопротивления воздуха $6\pi \eta v r$, направленные вниз. Поскольку капелька движется равномерно, все силы уравновешены: $Eq + 4\pi r^3 \rho_0 g/3 = 4\pi r^3 \rho g/3 + 6\pi \eta v r$.

Отсюда заряд капельки $q = (4\pi r^3(\rho - \rho_0)g/3 + 6\pi \eta v r)/E$.

Численно:

$$q = \frac{4 \cdot 3,142 \cdot 0,5^3 \cdot 10^{-18} \cdot 900 - 1,21 \cdot 9,82/3 + 6 \cdot 3,142 \cdot 1,82 \cdot 10^{-5} \cdot 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot 8,52 \cdot 10^{-5}}{3 \cdot 10^4} = 6,41 \cdot 10^{-19} (\text{Кл}).$$

Разбалловка: за правильный учет каждой из четырех сил, действующих на капельку, ставится по 1 баллу;

уравнение равновесия сил оценивается 2 баллами;

за выражение для заряда и за правильный численный результат добавляется по 2 балла.

5. «Магниты». В сплошном кольце в те промежутки времени, когда падающий магнит находится поблизости, за счет явления электромагнитной индукции возбуждается индукционный ток. Индукционный ток, согласно правилу Ленца, своим магнитным полем стремится скомпенсировать вызвавшее его изменение магнитного потока через кольцо. Это означает, что во время приближения магнита к кольцу поля индукционного тока и магнита направлены навстречу друг другу одноименными полюсами, а при выходе магнита из кольца – разноименными полюсами. В обоих случаях магнитное взаимодействие оказывает на магнит тормозящее влияние. Следовательно, поверхности стола достигнет раньше магнит, прошедший сквозь разрезанное кольцо.

Разбалловка: за ссылку на закон электромагнитной индукции дается 3 балла;

за грамотное применение правила Ленца добавляется 2 балла;

за вывод о наличии тормозящего действия магнитного поля добавляется еще 3 балла;
за правильный ответ на поставленный вопрос дается 2 балла.

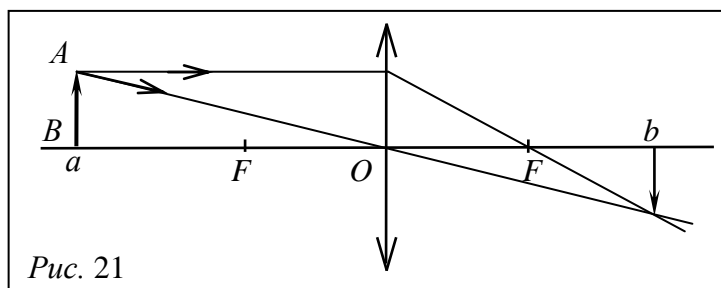
6. «Тепловая машина». Первоначальный КПД равен $\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1}$ (1).

После повышения температуры холодильника $\frac{\eta}{2} = 1 - \frac{T_2 + \Delta T}{T_1}$ (2), где $\Delta T = 100 \text{ К}$.

Исключая из уравнений (1) и (2) T_2 , получаем $T_1 = \frac{2\Delta T}{\eta} = \frac{2 \cdot 100 \text{ К}}{0,4} = 500 \text{ К}$.

Разбалловка: за уравнение (1) ставится 3 балла;
за формулу (2) ставится 3 балла;
за итоговое выражение температуры добавляется 3 балла;
и за правильный численный результат еще 1 балл.

7. Экспериментальная задача «Фокус». Возможное решение сводится к полу-



чению на экране резкого изображения источника света (зажженной лампочки карманного фонаря), измерению расстояний между источником света и линзой a , а также между линзой и изображением b , построению на миллиметровой бумаге чертежа, подобного представленному на рис. 21, нахожде-

нию по чертежу расстояния F .

Опыт следует повторить не менее трех раз, изменяя расстояние между источником света и линзой. Результаты измерений и вычислений должны быть представлены в виде: $F = F_{cp} \pm \Delta F_{cp}$, где округление всех величин сделано до первой значащей цифры погрешности ΔF_{cp} .

Решение задачи с использованием формулы тонкой линзы $\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{F}$ считается

равноправным.

Разбалловка: максимальная стоимость задачи составляет 15 баллов.

За описание метода измерения ставится 5 баллов;

за измерение в ходе одного эксперимента необходимых для расчета физических величин ставится 2 балла;

за нахождение фокусного расстояния ставится 2 балла;

за проведение более двух повторных измерений добавляется 3 балла;

за нахождение среднего значения фокусного расстояния ставится 2 балла;

за верную 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 2009/2010 уч. году**

VII класс

Альгина Анна (Киров, ЭПЛ), Анущенко Александр (Киров, 14 СШ), Быкова Марина (Подосиновский р-н, Демьяновская СШ), Волкова Екатерина (Котельнич, 5 СШ), Воробьева Ксения (Киров, 61 СШ), Ворожцов Михаил (Киров, ЭПЛ), Голуб Маргарита (Киров, ЭПЛ), Дубайлов Константин (Яранский р-н, Опытнопольская СШ), Захур Даниил (Киров, ВПГ), Карин Станислав (Зуевский р-н, филиал СШ в п. Октябрьский), Коновалов Александр (Киров, ФМЛ), Кудрявцев Антон (Киров, ЛЕН), Маков Александр (Яранский р-н, 1 СШ), Мамедов Михаил (Киров, ВГГ), Мартыновский Владислав (Омутнинский р-н, 1 СШ), Мякишев Дмитрий (В. Поляны, Гимназия), Нелюбина Татьяна (Омутнинский р-н, 1 СШ), Постников Валентин (Киров, ФМЛ), Похвищева Надежда (Киров, ЛЕН), Сергеева Анастасия (Киров, ЛЕН), Ситников Максим (Киров, 28 СШ), Шарафутдинов Азат (Уржумский р-н, Лазаревская СШ)

VIII класс

Благодатских Александр (Киров, 61 СШ), Бурков Григорий (Киров, Лицей 21), Воронова Екатерина (Котельнич, 1 СШ), Воронцова Татьяна (Котельничский р-н, Юрьевская СШ), Высоких Максим (Киров, 74 СШ), Гущина Ирина (Киров, ЛЕН), Зерцалова Дарья (Киров, 10 СШ), Калинин Дмитрий (К.-Чепецк, Лицей), Калинина Анна (Унинский р-н, СШ), Князева Ксения (К.-Чепецк, Лицей), Ковалев Александр (Нолинский р-н, Шварихская СШ), Колупаев Владислав (Киров, ФМЛ), Комаров Кирилл (Киров, Лицей 21), Корякин Данил (Киров, ФМЛ), Крупин Дмитрий (Уржумский р-н, Русскотурекская СШ), Кузиков Арсений (Киров, ЛЕН), Малыгин Виталий (Киров, ФМЛ), Малышев Александр (Киров, ЛЕН), Никулин Валерий (Киров, 27 СШ), Пестова Яна (Киров, 10 СШ), Пестриков Павел (Киров, 37 СШ), Решетова Мария (Киров, ЭПЛ), Рычков Артем (Киров, ФМЛ), Созин Илья (Киров, ЭПЛ), Топоров Евгений (Даровской р-н, Кобринская СШ), Шевнин Дмитрий (Киров, ФМЛ), Зоненко Наталья (Киров, ЛЕН).

IX класс

Бакиев Альберт (Вятскополянский р-н, Усть-Люгская СШ), Бачериков Павел (Киров, ЭПЛ), Блинов Кирилл (Киров, Лицей 21), Братухин Данил (Орловский р-н, 1 СШ), Бутаков Андрей (Нолинский р-н, Нолинская СШ), Девятьрова Елизавета (К.-Чепецк, 1 гимназия), Демина Софья (Киров, ЭПЛ), Дмитриев Иван (Советский р-н, Лицей), Домрачева Анастасия (К.-Чепецк, Лицей), Забелина Ольга (Киров, 28 СШ), Колобова Дарья (Киров, ФМЛ), Колосов Алексей (Киров, ЛЕН), Копосова Мария (Киров, ФМЛ), Котельников Александр (Опаринский р-н, Опаринская СШ), Кошечкин Сергей (Киров, ФМЛ), Лобанов Дмитрий (Нолинский р-н, Нолинская СШ), Малкова Анна (В. Поляны, Лицей), Маракунин Роман (Киров, ФМЛ), Осенникова Клавдия (Киров, ФМЛ), Попенов Юрий (Яранский р-н, Пиштаньская СШ), Соболев Константин (Киров, ФМЛ), Тарабарина Мария (Киров, ФМЛ), Тетерина Нелли (Тужинский р-н, Пиштенурская СШ), Ткачева Алина (Киров, ЭПЛ), Тутынин Владимир (Киров, ФМЛ), Фофанов Владислав (Киров, ФМЛ), Яговкин Кирилл (Сунской р-н, 2 СШ).

X класс

Анисимов Евгений (Слободской, Гимназия), Валов Александр (К.-Чепецк, Лицей), Габдылхакова Венера (Вятскополянский р-н, Сосновская гимназия), Глухих Тимофей (Куменский р-н, Нижнеивкинская СШ), Горохов Дмитрий (Котельнич, 1 СШ), Земцов Иван (Киров, ФМЛ), Зырянов Егор (Киров, 27 СШ), Ковалев Вячеслав (Киров, 57 СШ), Коньшев Дмитрий (Киров, Лицей 21), Корчемкин Дмитрий (Киров, Лицей 21), Лобовиков Павел (В. Поляны, Лицей), Лучников Илья (Киров, Лицей 21), Меркушев Александр (Унинский р-н, Унинская СШ), Мокерова Татьяна (Кикнурский р-н, 1 СШ), Музалевский Иван (Омутнинский р-н, 2 Восточная СШ), Пономарев Егор (Киров, ФМЛ), Попов Максим (Киров, Лицей 21), Рылов Александр (Киров, гимназия Грина), Сафронов Михаил (Вятскополянский р-н, Сосновская гимназия), Смирнов Вячеслав (Котельнич, 1 СШ), Столбов Игорь (Киров, ФМЛ), Тимин Григорий (Киров, ВГГ), Тимкин Сергей (Киров, ФМЛ), Шмелев Артем (В. Поляны, Лицей).

XI класс

Бакулин Дмитрий (Киров, ФМЛ), Буров Семен (Киров, 28 СШ), Галлиев Марат (В. Поляны, Лицей), Герасимова Анна (Киров, ФМЛ), Журавлев Сергей (Опаринский р-н, Опаринская СШ), Ивонинский Александр (Подосиновский р-н, Демьяновская СШ), Киселева Ирина (Киров, ФМЛ), Колупаев Александр (Киров, ЭПЛ), Костина Елена (Киров, Лицей 21), Куимов Александр (Котельничский р-н, 1 СШ), Махов Денис (Яранский р-н, 2 СШ), Обухова Анастасия (Киров, ФМЛ), Пекшеев Андрей (Яранский р-н, 2 СШ), Пенкин Иван (В. Поляны, Лицей), Перевощиков Денис (Киров, Лицей 21), Петров Никита (Киров, ЭПЛ), Плюсин Виктор (Омутнинский р-н, 1 СШ), Пономарев Дмитрий (Киров, ФМЛ), Тарасов Артем (Киров, ФМЛ), Фурть Иван (Верхнекамский р-н, Кирсинская СШ), Харжавина Вероника (В. Поляны, 2 СШ), Шерстнев Никита (Унинский р-н, Елганьская 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 посещения необходимы
вторая обувь, ручка, тетрадь)

