



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

ФИЗИКА, 2011

ЗАДАНИЯ, РЕШЕНИЯ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

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

в Кировской области
в 2011/2012 учебном году

**Киров
2011**

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

Задания, решения и методические указания по проверке и оценке решений II
(муниципального) этапа Всероссийской олимпиады школьников по физике в Ки-
ровской области в 2011/2012 учебном году / *М. В. Гырдымов, П. Я. Кантор,
К. А. Коханов (сост.), Перевощиков Д. В.* // Под ред. *П. Я. Кантора,
М. В. Гырдымова.* – Киров: Изд-во ЦДООШ, 2011. – 24 с.

Авторы и источники задач

Гырдымов М. В.: 7.4, 7.5, 8.4, 8.5, 9.2, 9.5, 9.6, 10.3, 11.1, 11.3, 11.7

Кантор П. Я.: 8.3, 11.2

Коханов К. А.: 7.1, 7.2, 7.3, 8.1, 8.2, 8.3, 8.6, 9.1, 9.3, 9.4, 9.7, 10.1, 10.2, 10.4, 10.5, 10.6, 10.7, 11.4, 11.5, 11.6

Перевощиков Д. В.: 10.2, 11.2, 11.3

Составитель

Коханов К. А.

Научная редакция

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

Гырдымов М. В., канд. пед. наук

Методической комиссией районной (городской) олимпиады по физике
рассматриваются предложения по задачам для II тура олимпиады 2012/2013 уч. года
Адрес для переписки: center@extedu.kirov.ru

Компьютерный набор

Гырдымов М., Коханов К, Перевощиков Д.

Компьютерная верстка

Коханов К.

Подписано в печать 28.10.2011.

Формат 60×84^{1/16}. Бумага типографская. Усл. печ. л. 1,5

Тираж 1500 экз.

© Кировское областное государственное автономное образовательное учреждение допол-
нительного образования детей – «Центр дополнительного образования одаренных школьни-
ков», Киров, 2011

© Гырдымов М. В., Кантор П. Я., Коханов К. А., Перевощиков Д. В., 2011

ОРГКОМИТЕТУ И ЖЮРИ II ЭТАПА ВСЕРОССИЙСКОЙ ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ

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

2. Работы муниципального этапа *шифруются*. Шифрование и дешифрование работ осуществляется представителем оргкомитета, назначаемым председателем оргкомитета. Представитель на 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. При выставлении баллов следует учитывать, что максимальная оценка за решение теоретической задачи не может превышать 10, а экспериментальной – 15 баллов.

9. Уважаемые коллеги! Настоятельно 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

В работе следует использовать незаточенные круглые карандаши. Длину карандаша следует предварительно измерить и указать в условии задачи.

VIII–IX КЛАССЫ

Для эксперимента выбирается учебная книга (НЕ ПО ФИЗИКЕ) с мягкими корками, но достаточной толщины для того, чтобы она не сильно прогибалась под собственным весом, выступая наполовину с края стола.

УСЛОВИЯ ЗАДАЧ ДЛЯ VII КЛАССА

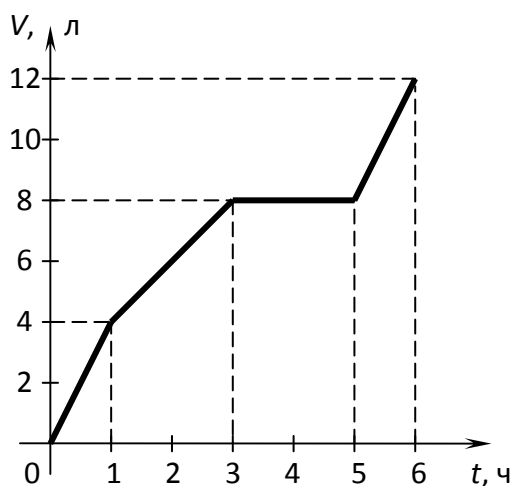


Рис. 7.1

1. «Средняя скорость». На рис. 7.1 показан график зависимости количества израсходованного автомобилем топлива от времени. Известно, что расход топлива при движении автомобиля не зависел от скорости и составлял 6 л на 100 км. Определите среднюю скорость движения автомобиля за первые 6 часов движения. Укажите интервалы продолжительностью в 1 час, за которые автомобиль прошел наибольшее расстояние.

2. «Магнитный куб». Определите среднюю плотность кубика высотой $6d$, заполненного магнитными шариками диаметром $d = 5$ мм (рис. 7.2). Плотность одного шарика равна $\rho_0 = 7,8$ г/см³, объем шара рассчитывается по формуле $V_0 = \frac{3,14 \cdot d^3}{6}$.

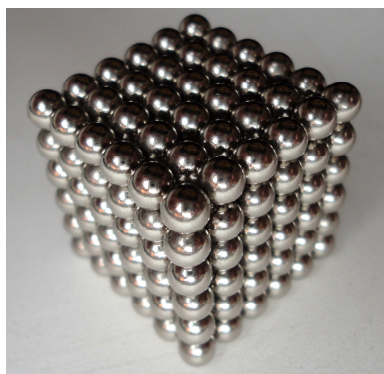


Рис. 7.2

3. «Обтекаемая форма». Как известно, обтекаемая форма автомобиля способствует снижению расхода топлива. Объясните, почему автобусам и троллейбусам не стремятся придать обтекаемую форму.

4. «Устойчивый мост». Для повышения прочности и устойчивости моста к нагрузкам используются одинаковые стягивающие балки. На рис. 7.3 показан недостроенный мост с готовой горизонтальной платформой и уже установленными на нем четырьмя балками. «Достройте» мост: покажите на рисунке, как следует укрепить недостающие балки, чтобы мост был как можно более устойчив к действию нагрузок. Напишите, какое минимальное количество балок вам потребовалось. Объясните, почему ваша конструкция моста способствует повышению его прочности.

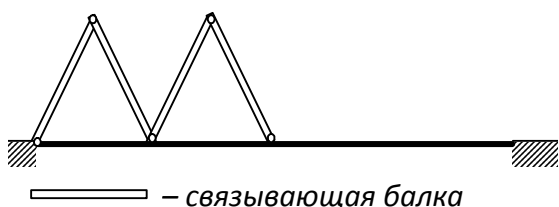


Рис. 7.3

5. Экспериментальная задача «Диаметр карандаша». Определите диаметр карандаша.

Оборудование: круглый карандаш известной длины, моток ниток.

Примечание: длина окружности находится по формуле $3,14 \cdot d$, где d — диаметр окружности.

Примечание: длина окружности находится по формуле $3,14 \cdot d$, где d — диаметр окружности.

УСЛОВИЯ ЗАДАЧ ДЛЯ VIII КЛАССА

1. «Плавание». Лодочник обнаружил в дне одной из двух одинаковых алюминиевых лодок (рис. 8.1) значительное повреждение. Он принял решение доставить на ремонт дырявую лодку по реке, но не своим ходом, а на другой, закрепив поврежденную поперек плавающей ближе к корме. Определите, не утонет ли исправная лодка, если на ней будет дополнительно установлен мотор и в нее сядет лодочник. Масса лодки равна $m_0 = 40$ кг, наибольший вытесняемый ей объем воды равен $V = 2,5$ м³, масса лодочника $m = 70$ кг, масса мотора $m_m = 50$ кг.



Рис. 8.1

Будет ли плавание безопасным, если допустимое (безопасное) для плавания водоизмещение лодки не должно превышать 350 л?

2. «На гвоздях». Тонкая однородная палка массой m была вставлена между торчащими из стены гвоздями A , B и C , как показано на рис. 8.2. Определите, на какой из гвоздей палка действует с наибольшей силой, а на какой – с наименьшей. Перечертите рис. 8.2 и покажите направления действия сил со стороны палки на гвозди.

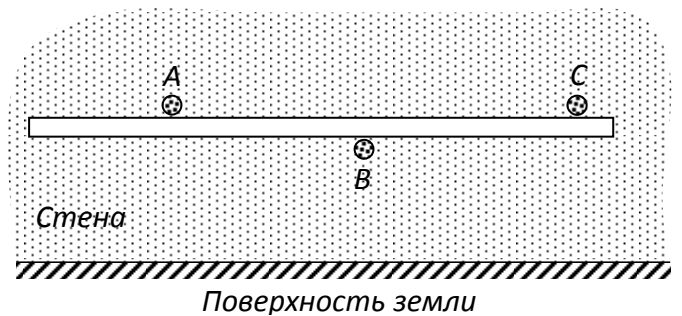


Рис. 8.2

Известно, что вертикальное расстояние между гвоздями таково, что палку можно вставлять между ними, не касаясь ни одного из гвоздей; центр масс палки расположен левее гвоздя B .

3. «Терморегулятор». Современный водонагреватель позволяет нагревать воду до некоторой наперед заданной температуры и далее поддерживать ее с помощью автоматического терморегулятора, включающего и отключающего электрический нагреватель при достижении водой определенных температур. Изобразите график зависимости температуры t° воды в баке нагревателя от времени t , если первоначально он был заполнен водой при температуре $t_1^\circ = 10^\circ\text{C}$, а заданная температура нагрева составляла $t_2^\circ = 50^\circ\text{C}$. Поясните изображенную зависимость.

4. «Мыльные пузыри». Внутрь большого мыльного пузыря поместили маленький пузырек. Как будет изменяться радиус маленького пузырька, если сильнее надуть большой пузырь? Объясните изменение радиуса маленького пузырька.

Известно, что при увеличении радиуса мыльного пузыря (надувании) масса воздуха в нем увеличивается, а давление – уменьшается.

5. «Путешествие Марио». Марио получил очередное задание: взобраться в гору, спуститься с нее и пройти горизонтальную полосу испытаний. Известно, что на гору Марио поднялся за 20 с со средней скоростью 1,5 см/с, с горы спустился за 12 с, а затем за 55 с прошел горизонтальную полосу испытаний со средней скоростью 2 см/с. Определите среднюю скорость Марио на всем пути. Известно, что склоны горы, по которым Марио двигался вверх и вниз, имеют одинаковую длину.

6. Экспериментальная задача «Учебная книга». Определите среднюю массу одной страницы учебного пособия, считая корочки обложки его страницами.

Оборудование: учебное пособие с мягкими корками, гиря массой 100 г, линейка.

УСЛОВИЯ ЗАДАЧ ДЛЯ IX КЛАССА

1. «Полив». Поливочный шланг имеет несколько насадок. Если на конец шланга будет надета насадка с площадью отверстия $S_1 = 1 \text{ см}^2$, то максимальная высота вертикальной струи воды составит $h_1 = 2,24 \text{ м}$. Какой станет высота струи h_2 , если при том же расходе воды на шланг будет надета насадка площадью отверстия $S_2 = 0,8 \text{ см}^2$?

Считайте, что масса воды ($m = \rho V$), вытекающей из шланга в единицу времени, постоянна (не зависит от площади отверстия насадки). Силами сопротивления, действующими на струю со стороны насадки и воздуха, пренебречь.

2. «Стакан с водой». На лакированный горизонтальный стол аккуратно поставили стакан, частично наполненный водой. Стакан слегка толкнули вдоль стола так, что он проехал около 2,5 м. Опишите, как изменялся наклон поверхности воды в стакане от момента начала его движения и до полной остановки. Известно, что вода из стакана не выплескивалась.

3. «Закачка энергии». Металлический шар, имеющий температуру $t_0 = 0^\circ\text{C}$ и объем V_0 , покоится на горизонтальной поверхности. К шару подводится некоторое количество теплоты, в результате он нагревается до температуры t , меньшей температуры плавления.

1) Как изменяется механическая потенциальная энергия этого шара, если при нагревании металл расширяется?

2) Какие виды энергий могли измениться у шара в результате передачи ему теплоты?

3) Во сколько раз изменяется потенциальная энергия шара при изменении температуры от t_0 до t , если с ростом температуры объем шара увеличивается по закону $V = V_0(1 + kt)$, где $k > 0$ – известный постоянный объемный коэффициент расширения,

$V = \frac{4}{3}\pi R^3$ – объем и R – радиус шара при температуре t . Отсчет потенциальной энергии

вести от горизонтальной поверхности.

4. «2011». Каким должно быть сопротивление каждого из резисторов в цепи, показан-

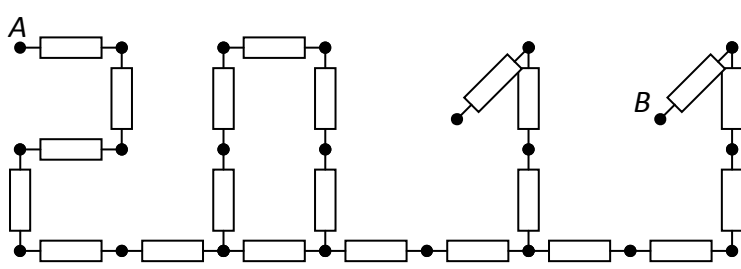


Рис. 9.1

ной на рис. 9.1, чтобы ее общее сопротивление между т. А и В было равно 2011 Ом? Какое напряжение следует подвести к такой цепи, чтобы суммарная тепловая мощность была равна 2011 Вт? Все результаты округлите до целых чисел по правилам арифметического округления.

5. «Термометр». Точный спиртовой термометр показывает в комнате температуру $t_0 = 25,4^\circ\text{C}$. Если термометр целиком погрузить в мензурку с горячей водой, его показание увеличится до $t_1 = 98,5^\circ\text{C}$. Известно, что до погружения термометра в воду температура воды составляла $t_g = 100,0^\circ\text{C}$. Определите теплоемкость термометра $C = cm$, где c – удельная теплоемкость термометра, m – его масса.

Масса воды в мензурке равна $m_g = 80 \text{ г}$, удельная теплоемкость воды $c_g = 4200 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$, теплоемкость мензурки $C_m = c_m m_m = 30 \text{ Дж}/^\circ\text{C}$. Теплообменом между мензуркой и окружающим воздухом пренебречь.

6. «Трубка с поршнем». Стеклоанную трубку с поршнем погрузили вертикально в большой сосуд с водой и закрепили ее, при этом поршень занял положение равновесия. Определите, какую силу следует прикладывать к поршню, чтобы медленно поднять его до высоты $h = 50$ см над поверхностью воды в большом сосуде (рис. 9.2).

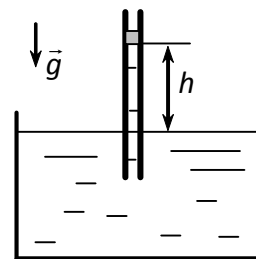


Рис. 9.2

Внутренний диаметр стеклоанной трубки равен $d = 1$ см, плотность воды $\rho = 1000$ кг/м³, ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

Считайте, что трение между поршнем и стенками трубки отсутствует, поршень невесом, между поршнем и водой воздуха нет. Капиллярным эффектом в трубке пренебречь.

7. Экспериментальная задача «Плотность учебной книги». Определите среднюю плотность бумаги, из которой изготовлено учебное пособие.

Оборудование: учебное пособие с мягкими корками, гиря массой 100 г, линейка.

УСЛОВИЯ ЗАДАЧ ДЛЯ X КЛАССА

1. «Неземное ускорение». Найдите ускорение тела, брошенного вертикально вверх со скоростью $u_0 = 10$ м/с, если, двигаясь с постоянным ускорением, направленным вниз, за $t = 2$ с тело поднялось на высоту $h = 4$ м.

2. «Протоземля». Согласно некоторым научным гипотезам когда-то Земля и Луна были единой планетой, называемой Протоземлей, разделившейся на две после катастрофы. Найдите: 1) радиус Протоземли; 2) ускорение свободного падения на Протоземле (в м/с² с точностью до сотых).

Считайте, что Протоземля имела форму сферы, ее масса и объем были равны сумме масс и объемов современных Земли и Луны. Объем шара радиусом R равен $V = 4\pi R^3 / 3$. В решении используйте ТОЛЬКО следующие значения физических величин: масса Земли $M_3 = 6,0 \cdot 10^{24}$ кг, масса Луны $M_л = 7,3 \cdot 10^{22}$ кг, объем Земли $V_3 = 10,8 \cdot 10^{11}$ км³, объем Луны $V_л = 2,2 \cdot 10^{10}$ км³, ускорение свободного падения на Земле $g_3 = 9,82$ м/с².

3. «Груз на блоке». На гладкой плоскости, наклоненной под углом α к горизонту, расположен груз массой m , к которому прикреплен невесомый блок. Блок тянут вверх по наклонной плоскости с помощью переброшенной через него веревки, закрепленной с одного конца (рис. 10.1). Определите минимальную силу F , с которой следует тянуть веревку за свободный конец вдоль наклонной плоскости, чтобы груз начал подниматься вверх. Найдите минимальную работу, которую нужно совершить при вытягивании веревки указанным способом, чтобы груз поднялся на высоту h .

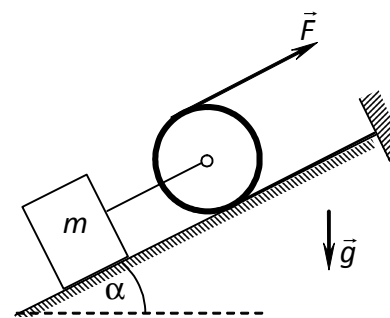


Рис. 10.1

Веревку считайте невесомой и нерастяжимой. Брусок при движении не опрокидывается.

4. «Ледяная смесь». В калориметр, содержащий ледяную ($t = 0^\circ\text{C}$) воду объемом $V_0 = 100$ см³, положили кусок льда массой $m = 50$ г при температуре $t = 0^\circ\text{C}$. Какой объем воды V_1 при температуре $t_1 = 50^\circ\text{C}$ следует долить в калориметр, чтобы весь лед растаял?

Плотность воды $\rho_1 = 1000$ кг/м³, плотность льда $\rho = 900$ кг/м³, удельная теплоемкость воды $c_1 = 4200$ Дж/(кг · °С), удельная теплоемкость льда $c = 2100$ Дж/(кг · °С), удельная теплота плавления льда $\lambda = 335000$ Дж/кг.



а)

б)

Рис. 10.2

5. «Разноцветные стены». Иногда зимой кирпичная стена забора покрывается слоем инея, который держится на ней несколько дней, тогда как расположенная рядом кирпичная стена жилого дома остается чистой. Объясните причину этого явления.

На рис. 10.2 б показано, как выглядят обе стены без инея, а на рис. 10.2 а стена забора, покрытая инеем (слева), и примыкающая к ней стена жилого дома без инея (справа).

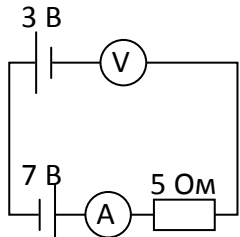


Рис. 10.3

6. «Последовательные источники». Определите показания амперметра и вольтметра, если сопротивление амперметра равно 10 Ом, а вольтметра 110 Ом (рис. 10.3). Необходимые значения физических величин указаны на рисунке. Считайте сопротивления источников тока равными нулю.

7. Экспериментальная задача «Объемное изображение». Один из механизмов объемного зрения связан с возможностью видеть предметы с двух точек, то есть двумя глазами. Обработывая изображения, полученные на сетчатке каждого глаза, мозг создает объемную картину.

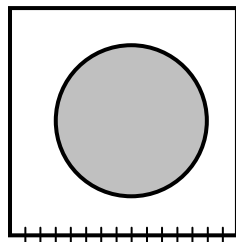
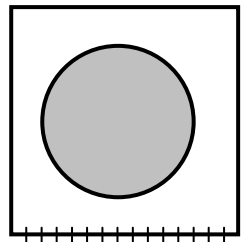


Рис. 10.4

На рис. 10.4 показана так называемая стереопара. Если при ее рассматривании каждый глаз будет видеть только свою картинку (левый – левую, а правый – правую), то в нашем сознании картинки сольются в одну объемную: темный круг будет казаться в середине, но не в плоскости квадрата.

Определите в этом случае:

- 1) где будет виден круг – перед квадратом или за ним;
- 2) расстояние от плоскости квадрата до плоскости круга.

Считайте, что квадрат виден в плоскости чертежа, расстояние между зрачками человека равно 65 мм, расстояние от глаз до плоскости квадрата при рассматривании рисунка составляет 25 см, высота квадрата равна 1,5 см, диаметр круга равен 1 см, расстояние между насечками в основании квадрата равно 1 мм.

Оборудование: линейка.

УСЛОВИЯ ЗАДАЧ ДЛЯ XI КЛАССА

1. «Разное движение». На горизонтальной поверхности стола рядом друг с другом располагаются два маленьких шарика. Один из них начали катить вдоль прямой по поверхности стола с ускорением $a_1 = 5 \text{ м/с}^2$; в тот же момент времени другой шарик бросили под углом α к горизонту. Известно, что шарики столкнулись при первом же ударе второго шарика о стол. Определите угол α , под которым был брошен второй шарик.

Считайте, что $g = 10 \text{ м/с}^2$. Сопротивление воздуха не учитывайте.

2. «Конец света». Известно, что масса Солнца равна приблизительно $1,99 \cdot 10^{30}$ кг и каждую секунду уменьшается на $4,44 \cdot 10^9$ кг, в результате чего длительность земного года изменяется с течением времени. Что происходит с указанной длительностью — уменьшается или увеличивается? Полезная информация: произведение радиуса орбиты и скорости Земли с течением времени практически не меняется.

3. «Газы». Две одинаковые порции одноатомного идеального газа совершают работу в двух «треугольных» процессах, показанных на рис. 11.1 а и 11.1 б. КПД какого циклического процесса больше? На участках CD и $C'D'$ теплота только подводится.

4. «Остановленный вентилятор». Вентилятор включен в сеть с напряжением $U = 220$ В. Если вентилятор работает в нормальном режиме (вращается), то по его обмотке течет ток $I = 5$ А. Если лопасти вентилятора удерживать, не давая им вращаться, то обмотка электродвигателя начинает интенсивно нагреваться, так что за секунду на ней выделяется количество теплоты $Q = 2200$ Дж. Определите КПД вентилятора при нормальном режиме работы.

Считайте, что сопротивление обмотки вентилятора не зависит от ее температуры и обмотка нагревается даже тогда, когда лопасти вентилятора вращаются.

5. «Встречные источники». Определите показания амперметра и вольтметра, если сопротивление амперметра равно 10 Ом, а вольтметра 110 Ом (рис. 11.2). Необходимые значения физических величин указаны на рисунке. Считайте сопротивления источников тока равными нулю.

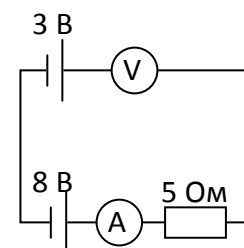


Рис. 11.2

6. «Новогоднее отражение». В зеркальной поверхности елочного шара можно наблюдать причудливые отражения окружающих предметов. На рис. 11.3 показана зеркальная сфера, подобная елочному шару, источник света S , идущие от него к сфере лучи a и b , а также горизонтальная ось, проходящая через центр шара O .

Перестройте чертеж с рис. 11.3. Постройте ход отраженных от поверхности шара лучей a и b , если луч a направлен к центру шара, а луч b — горизонтально. Определите положение изображения S' источника S . Опишите ход построений.

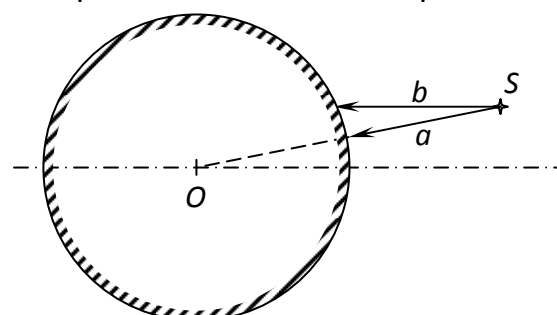


Рис. 11.3

7. Экспериментальная задача «Трение резинки». Определите коэффициент трения стирательной резинки о линейку.

Оборудование: стирательная резинка (прямоугольной формы), две одинаковые деревянные линейки.

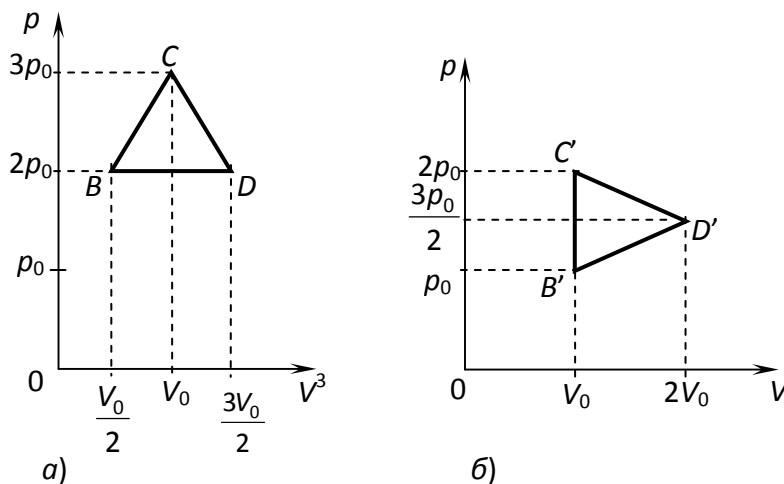


Рис. 11.1

25 СЕНТЯБРЯ 2011 ГОДА
прошел ежегодный
ТУРНИР ИМ. М. В. ЛОМОНОСОВА ПО ФИЗИКЕ*
ДЛЯ УЧАЩИХСЯ VII-VIII КЛАССОВ

Некоторые задачи турнира...

1. Расту-булка

Почему на фотографиях (рис. Ф1, Ф2) рост одних и тех же людей в одной и той же комнате кажется разным?



Рис. Ф1. Самый высокий человек – мужчина, стоящий спиной к фотографу

Рис. Ф2. Самый высокий человек – девушка в темной футболке

2. Левитация

На рис. Ф3 показана игрушка «Левитация глобуса», в которой глобус может долго и устойчиво парить над книгой-подставкой. Это явление и называется левитацией. В данном случае секрет левитации достаточно прост: внутри глобуса и книги спрятаны магниты. Когда магниты повернуты друг к другу одноименными полюсами, они отталкиваются.

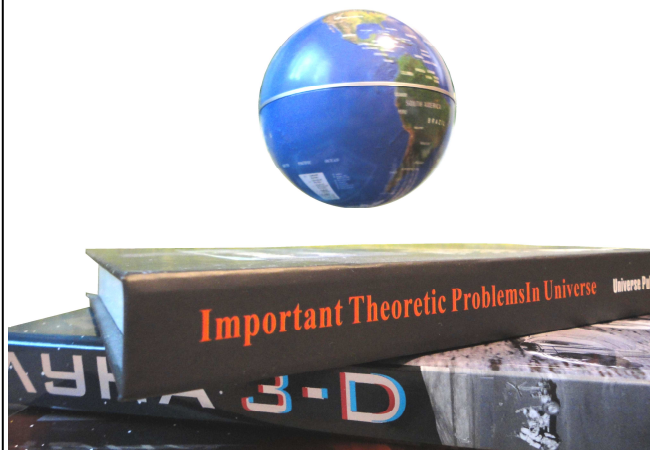


Рис. Ф3

Представьте, что книгу с глобусом взвешивают: первый раз, когда глобус будет просто лежать на книге, а второй – когда глобус будет парить над книгой. Как будут отличаться показания весов?

3. Акула

Механизм плавания акул имеет много интересных особенностей. У всех акул отсутствует плавательный пузырь, позволяющий костным рыбам зависать на любой глубине. Поэтому акулы находятся в

бесперывном движении. Остановившаяся акула может попросту утонуть. Некоторые виды акул, обитающие далеко от берега и на большой глубине, вынуждены даже отдыхать в движении: но во время отдыха они движутся не только с помощью хвоста, но и с помощью так называемого «реактивного двигателя». С силой выталкивая воду из жаберных щелей, акулы продвигаются вперед.

Чтобы акуле было легче держаться в воде, значительную часть ее внутренних органов занимает печень (от 1/6 до 1/3 объема), содержащая большое количества жира. Объясните, почему печень, насыщенная жиром, позволяет акуле лучше удерживаться в воде.

В турнире 2012 года смогут принять участие любые школьники VII-VIII классов г. Кирова**

*СОВМЕСТНО С КОНКУРСАМИ ПО МАТЕМАТИКЕ, БИОЛОГИИ И ХИМИИ

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

РЕШЕНИЯ И РАЗБАЛЛОВКА ПО ЗАДАЧАМ ДЛЯ VII КЛАССА

1. «Средняя скорость». Как следует из графика, за $t = 6$ ч автомобиль израсходовал 12 л топлива. Значит, за указанное время автомобиль преодолел путь $S = 200$ км. Тогда средняя скорость движения составляла $u_{cp} = \frac{S}{t} = \frac{200}{6} = 33,3$ (км/ч).

Наибольшее количество топлива автомобиль израсходовал в первый и шестой час движения, в эти же интервалы автомобиль преодолел наибольшее расстояние.

Разбалловка: за запись (описание) формулы средней скорости ставится 4 балла;

за нахождение средней скорости ставится 2 балла;

за нахождение каждого временного интервала ставится по 2 балла.

2. «Магнитный куб». Средняя плотность куба равна $\rho = \frac{m}{V}$ (1), где

$m = 6 \cdot 6 \cdot 6 \cdot m_0 = 216m_0$ (2) – масса куба (всех шариков), $m_0 = \rho_0 \cdot V_0 = \rho_0 \cdot \frac{3,14 \cdot d^3}{6}$ (3) – мас-

са одного шарика, $V = 6d \cdot 6d \cdot 6d = 216d^3$ (4) – объем куба.

Подставляя выражение (2), (3) и (4) в формулу (1), получим:

$$\rho = \frac{216 \cdot \rho_0 \cdot \frac{3,14 \cdot d^3}{6}}{216d^3} = \frac{3,14 \cdot \rho_0}{6}, \text{ численно } \rho = \frac{3,14 \cdot 7,8}{6} \cong 4,1 \text{ (г/см}^3\text{)}.$$

Разбалловка: за запись (описание) формулы (1) ставится 3 балла;

за запись (описание) формул (2), (3) и (4) ставится по 2 балла;

за нахождение численного значения плотности ставится 1 балл.

За отсутствие конечной формулы и выполнение расчетов по действиям оценка не снижается.

3. «Обтекаемая форма». Расход топлива автомобиля зависит от формы лишь тогда, когда автомобилю часто приходится двигаться с достаточно большими скоростями. Автобусы и троллейбусы не предназначены для скоростного движения, поэтому и нет необходимости придавать им обтекаемую форму, приводящую к усложнению конструкции, уменьшению вместимости, снижению безопасности и прочее.

Разбалловка: за верные рассуждения ставится 10 баллов.

При отсутствии указания на то, что расход топлива зависит от формы автомобиля лишь при больших скоростях максимальная оценка не может превышать 6 баллов.

4. «Устойчивый мост». Можно добавить семь связывающих балок, которые заметно увеличат прочность моста (рис. 7.4). Важную роль для усиления нижнего полотна моста играют верхние связывающие балки, так как они работают на сжатие, с их помощью нагрузка перераспределяется вдоль моста.

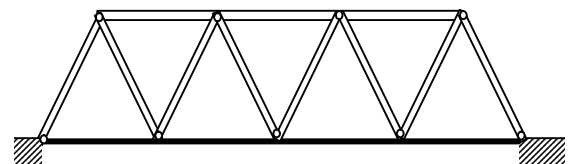


Рис. 7.4

Связывающие балки, расположенные под углом, следует зафиксировать вдоль всего моста, чтобы эффективнее перераспределить нагрузку, приходящуюся на часть моста.

Разбалловка: за рисунок, подобный рис. 7.4, ставится 6 баллов;

за пояснения роли верхних балок ставится 2 балла;

за пояснение роли балок, расположенных под углом, ставится 2 балла.

Если верно дорисовано 7 балок, но не записано число «7», то оценка не снижается.

Оценка конструкций, отличных от рассмотренной, проводится по усмотрению жюри исходя из 10 баллов.

5. Экспериментальная задача «Диаметр карандаша»

Приведем возможное решение. Распрявим на столе отрезок нити, затем переложим вдоль нити карандаш $N = 5 \div 7$ раз, неиспользованный отрезок нити аккуратно оторвем (или отметим). Пусть l – длина карандаша, тогда длина нити, вдоль которой переключивали карандаш, $L = N \cdot l$ (1).

Плотно намотаем полученный отрезок нити на карандаш. Если на карандаше разместится n целых витков (нецелым витком можно пренебречь в сравнении с общим числом витков), то можно записать, что $L = n \cdot 3,14 \cdot d$ (2).

Из формул (1) и (2) $Nl = n \cdot 3,14 \cdot d$, то есть $d = \frac{Nl}{3,14n}$ (3).

Разбалловка. Максимальная стоимость задачи составляет 15 баллов.

За описание метода определения диаметра карандаша методом рядов ставится 4 балла;

за формулы, приводящие к расчетной (в нашем случае 1–3), ставится 4 балла;

за нахождение диаметра ставится до 7 баллов.

Если при нахождении диаметра карандаша используется не заявленное в условии оборудование, за всю задачу ставится не более 2 баллов.

Если кусок используемой нити равен одной длине карандаша, за всю задачу ставится не более 12 баллов.

РЕШЕНИЯ И РАЗБАЛЛОВКА ПО ЗАДАЧАМ ДЛЯ VIII КЛАССА

1. «Плавание». Суммарная масса груза, перевозимого плавающей лодкой с учетом массы самой лодки, составляет $M = 2m_0 + m + m_m$ (1).

Сила тяжести Mg , действующая на такой груз, должна быть скомпенсирована равной ей силой Архимеда $F_A = \rho g V_{\text{погр}}$, где ρ – плотность воды. Так как $Mg = \rho g V_{\text{погр}}$, то объем погруженной части плавающей лодки составляет $V_{\text{погр}} = \frac{2m_0 + m + m_m}{\rho}$, численно

$$V_{\text{погр}} = \frac{2 \cdot 40 + 70 + 50}{1000} = 0,2 \text{ (м}^3\text{)} \text{ (2)}.$$

Так как $0,2 \text{ м}^3 = 200 \text{ л} < 350 \text{ л}$, первая лодка не только не утонет, но и сможет осуществлять безопасное плавание.

Разбалловка: за нахождение суммарной перевозимой массы в виде формулы (1) или численно ставится 4 балла;

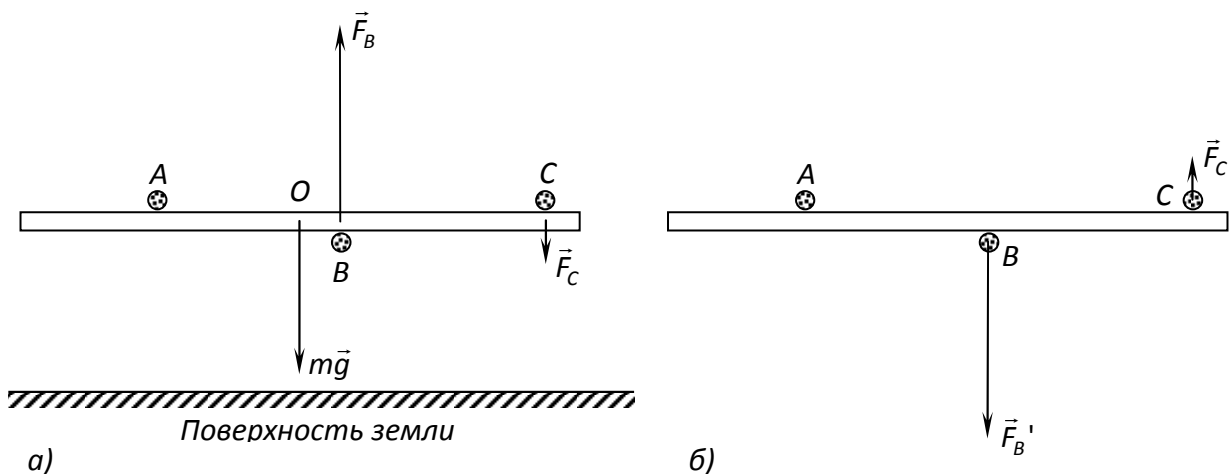
за результат (2) ставится 4 балла.

за вывод об устойчивом плавании ставится 2 балла.

Если при расчетах не учтена собственная масса плавающей лодки, то за результаты (1) и (2) ставится по 2 балла.

2. «На гвоздях». На рис. 8.3 а показаны силы, действующие на палку. Сила тяжести $m\vec{g}$ приложена к центру палки (т. О). Действие этой силы способствует повороту палки вокруг гвоздя В против часовой стрелки, чему препятствует действие силы \vec{F}_C со стороны гвоздя С на правый конец палки. По правилу рычага, величина силы F_C во столько же раз меньше величины силы тяжести mg , во сколько раз расстояние ВС больше ВО. Величина и направление силы \vec{F}_B должны быть такими, чтобы компенсировать действие сил $m\vec{g}$ и \vec{F}_C .

Так как действие силы всегда сопровождается возникновением равной по модулю и противоположной по направлению ответной силы, то силы, действующие со стороны палки на гвозди, можно показать, как на рис. 8.3 б.



а)
Рис. 8.3

б)

Наибольшее действие палка оказывает на гвоздь B , а наименьшее – на A . С гвоздем A палка не соприкасается и, следовательно, действует на него с наименьшей (нулевой) силой.

Разбалловка: за верные рассуждения и вывод о наибольшей силе ставится 3 балла;
за верные рассуждения и вывод о наименьшей силе ставится 4 балла;
за правильное изображение направления сил, действующих на каждый из гвоздей, ставится по 1 баллу.
Ошибки в изображении относительных длин векторов сил в оценивании не учитывать.

3. «Терморегулятор». Для того, чтобы в водонагревателе описанной конструкции средняя температура воды поддерживалась на заданном уровне, электрический нагреватель должен выключаться при температуре, несколько превышающей заданную, и включаться вновь при несколько более низкой температуре. График зависимости температуры от времени показан на рис. 8.3. Промежуток времени от 0 до t_1 соответствует включенному нагревателю и первоначальному нагреву воды. При $t_1 < t < t_2$ нагреватель выключен и вода остывает. На промежутке от t_2 до t_3 нагреватель снова включен, и т. д.

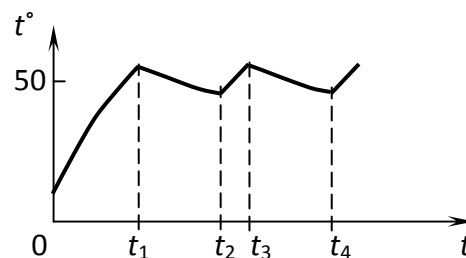


Рис. 8.3

Разбалловка: за описание принципа действия терморегулятора ставится 3 балла;
за правильный график дается максимум 5 баллов, при этом отрезки графика допустимо изображать прямолинейными;
за комментарий к графику добавляется 2 балла.

4. «Мыльные пузыри». При увеличении радиуса большого пузыря давление в нем уменьшается. Тогда разность давлений воздуха внутри и снаружи маленького пузырька становится больше, что вызывает расширение маленького пузырька. Таким образом, радиус меньшего пузырька увеличивается.

Разбалловка: за ответ об изменении размеров маленького пузырька ставится 6 балла;
за верные рассуждения о причинах увеличения размеров маленького пузырька добавляется 4 балла.

5. «Путешествие Марио». Средняя путевая скорость равна $u_{cp} = \frac{l}{t} = \frac{l_1 + l_2 + l_3}{t_1 + t_2 + t_3}$ (1).

Здесь $l_2 = l_1 = u_1 t_1$, $l_3 = u_3 t_3$ (2), (3). Тогда $u_{cp} = \frac{2u_1 t_1 + u_3 t_3}{t_1 + t_2 + t_3}$ (4), а численно

$$u_{cp} = \frac{2 \cdot 1,5 \text{ см/с} \cdot 20 \text{ с} + 2 \text{ см/с} \cdot 55 \text{ с}}{20 \text{ с} + 12 \text{ с} + 55 \text{ с}} = 1,95 \text{ см/с}.$$

Разбалловка: за формулу (1) ставится 3 балла;
за формулы (2) и (3) (или соответствующие расчеты) ставится 4 балла;
за расчет средней скорости ставится 3 балла.

Если получена формула (4), но в расчетах допущена ошибка, то за задачу ставится 8 баллов.

6. Экспериментальная задача «Учебная книга»

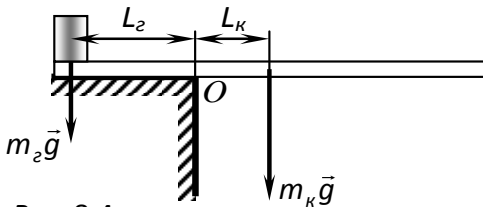


Рис. 8.4

Определим массу книги, сделав из нее рычаг. Для этого положим книгу на край стола, а на лежащую на столе часть книги поставим гирю. Будем сдвигать книгу до тех пор, пока край с гирей не начнет приподниматься.

Запишем правило рычага относительно т. O (рис. 8.4): $m_2gL_2 = m_kgL_k$, где m_2 – масса гири, m_k – масса книги, L_2 и L_k – расстояние от центров гири и книги до края стола (т. O). Отсюда $m_k = m_2 \frac{L_2}{L_k}$ (1).

Средняя масса одной страницы книги, включающей N страниц, такова:

$$m_0 = \frac{m_k}{N} = \frac{m_2 \cdot L_2}{N \cdot L_k}$$
 (2).

Разбалловка. Максимальная стоимость задачи составляет 15 баллов.

За описание метода определения массы книги ставится 3 балла;

за формулу (1) (в численном или общем виде) ставится 3 балла;

за расчет массы пособия ставится 4 балла (баллы могут быть добавлены, если масса не рассчитана, но верно определена масса одной страницы);

за нахождение массы одной страницы ставится 3 балла;

если опыт выполнен три и более раз, в результате чего найдено усредненное значение массы одной страницы, добавляется 2 балла.

РЕШЕНИЯ И РАЗБАЛЛОВКА ПО ЗАДАЧАМ ДЛЯ IX КЛАССА

1. «Полив». Если m – масса воды, протекающей через поперечное сечение шланга за единицу времени, то скорость вытекающей воды равна $u = \frac{m}{\rho S}$ (1), где S – площадь поперечного сечения насадки, ρ – плотность воды.

Для каждой малой порции воды, вылетающей из насадки, можно записать закон сохранения энергии: $\frac{m_0 u^2}{2} = m_0 gh$, где m_0 – масса порции воды, h – максимальная высота подъема воды. Откуда $h = \frac{u^2}{2g}$ (2).

Отметим, что равенство (2) можно получить и из уравнений кинематики, как, например, из формулы $S = \frac{u^2 - u_0^2}{2a}$.

Тогда высота подъема струи воды с учетом формул (1) и (2) в первом и втором случаях такова: $h_1 = \frac{u_1^2}{2g} = \frac{m^2}{2g\rho^2 S_1^2}$, $h_2 = \frac{m^2}{2g\rho^2 S_2^2}$. Значит $\frac{h_2}{h_1} = \frac{m^2}{2g\rho^2 S_2^2} \cdot \frac{2gS_1^2 \cdot \rho^2}{m^2} = \frac{S_1^2}{S_2^2}$, $h_2 = h_1 \cdot \frac{S_1^2}{S_2^2}$ (3).

Численно $h_2 = 3,50$ м.

Разбалловка: за формулу (1) или описание связи между массой и скоростью ставится 3 балла;

за формулу (2) ставится 3 балла;

за нахождение искомой высоты ставится 4 балла.

Если в расчетах высоты была допущена арифметическая ошибка, за задачу ставится не более 8 баллов.

2. «*Стакан с водой*». На рис. 9.2 показано несколько состояний стакана с изменяющимся наклоном поверхности воды. В начале, когда стакан только толкнули, поверхность воды за счет инерции наклонилась, как показано на первом рисунке (состояние 1), затем по мере движения стакана по поверхности стола будут происходить колебания уровня воды (состояния 2), которые достаточно быстро затухнут. Далее колебания прекратятся, но высота уровня жидкости около передней стенки окажется чуть выше, поскольку стакан под действием трения движется замедленно, а вода вследствие инерции стремится сохранить свою скорость (состояние 3).

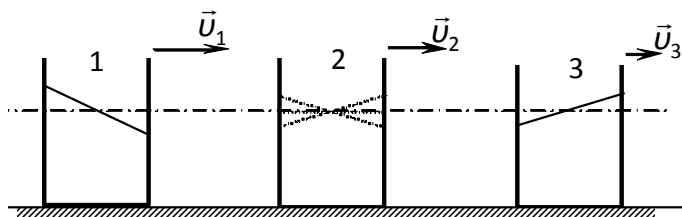


Рис. 9.2

Разбалловка: за описание состояния 1 ставится 4 балла;

за описание состояния 2 ставится 2 балла;

за описание состояния 3 ставится 4 балла.

3. «*Закачка энергии*». 1) Так как при нагревании масса шара не меняется, а радиус увеличивается, то потенциальная энергия ($E_p = mgh = mgR$) шара увеличивается.

2) Подведенное количество теплоты расходуется на увеличение потенциальной энергии шара, внутренней энергии шара и окружающего воздуха и др.

3) Начальная потенциальная энергия шара равна: $E_0 = mgR_0 = mg\sqrt[3]{3V_0/(4\pi)}$, а конечная $E = mgR = mg\sqrt[3]{3V/(4\pi)} = mg\sqrt[3]{3V_0(1+kt)/(4\pi)}$. Тогда энергия увеличится в

$$\frac{E}{E_0} = \frac{mg\sqrt[3]{V_0(1+kt)}}{mg\sqrt[3]{V_0}} = \sqrt[3]{1+kt} \quad (1) \text{ раз.}$$

Разбалловка: за верный ответ на первый вопрос ставится 3 балла;

за верный ответ на второй вопрос ставится 3 балла;

за формулу (1) добавляется 4 балла.

4. «*2011*». Обозначим сопротивление каждого резистора R . Тогда сопротивление цепи

между т. С и D равно $R_{CD} = \frac{R \cdot 5R}{R + 5R} = \frac{5}{6}R$

(рис. 9.3). Учитывая, что при присоединении источника тока к т. А и В по участку МК ток не течет, полное сопротивление цепи составляет

$$R_{AB} = 13R + \frac{5}{6}R = \frac{83}{6}R, \text{ а значит сопро-}$$

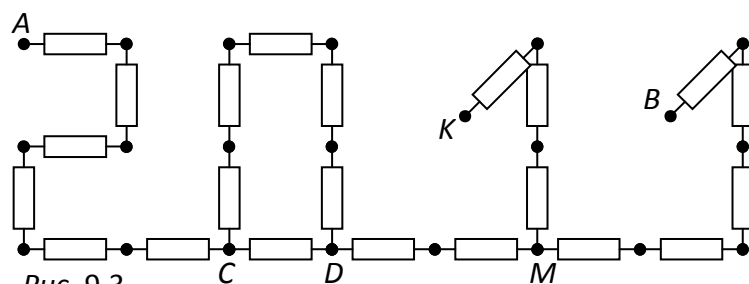


Рис. 9.3

тивление каждого резистора равно $R = \frac{6R_{AB}}{83}$; численно: $R = \frac{6 \cdot 2011}{83} \cong 145 \text{ (Ом)}$.

Мощность тока в цепи равна $P = \frac{U^2}{R_{AB}}$, тогда искомое напряжение $U = \sqrt{PR_{AB}}$,

$$U = \sqrt{2011 \cdot 2011} = 2011 \text{ (В)}.$$

Разбалловка: за формулу сопротивления R_{CD} ставится 2 балла;

за рассуждения о нерабочем участке МК ставится 1 балл;

за нахождение R ставится 4 балла;

за нахождение U ставится 3 балла.

5. «Термометр». Запишем уравнение теплового баланса для «мензурки с водой и термометра»: $C(t_1 - t_0) = (C_m + c_b m_b) \cdot (t_b - t_1)$ (1). Отсюда теплоемкость термометра $C = (C_m + c_b m_b) \cdot (t_b - t_1) / (t_1 - t_0)$ (2). Численное значение теплоемкости термометра таково: $C = (30 \text{ Дж/}^\circ\text{C} + 4200 \text{ Дж/(кг} \cdot ^\circ\text{C)}) \cdot 0,08 \text{ кг} \cdot \frac{100,0 - 98,5}{98,5 - 25,4} = 7,5 \frac{\text{Дж}}{^\circ\text{C}}$.

Разбалловка: за формулу (1) (в общем или численном виде) ставится 7 баллов;
за формулу (2) (в общем или численном виде) ставится 1 балл;
за численное значение теплоемкости добавляется 2 балла.

6. «Трубка с поршнем». При подъеме поршня вода в трубке будет подниматься вслед за поршнем, поскольку между водой и поршнем возникает разрежение, а снаружи трубки действует атмосферное давление.

Силу, приложенную к поршню, следует постепенно наращивать по мере подъема воды в трубке. Если поршень находится на уровне воды в сосуде, то сила давления воздуха, действующая на поршень сверху, уравновешивается силой давления воды снизу. При подъеме поршня на высоту h сила давления воды уменьшается на величину, равную весу столба воды в трубке под поршнем. Таким образом, для компенсации этого уменьшения при подъеме воды на высоту h к поршню следует приложить наибольшую силу F , которая определяется из

условия: $F = mg$ (1), где $m = \rho V$ (2), $V = \frac{\pi d^2}{4} h$ (3). Искомая сила равна $F = \frac{\pi}{4} \rho d^2 h g$ (4). Найдем ее численное значение: $F = \frac{3,14}{4} \cdot 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot (0,01 \text{ м})^2 \cdot 0,5 \text{ м} \cdot 10 \frac{\text{М}}{\text{с}^2} = 0,39 \text{ Н}$.

Разбалловка: за указание причин подъема воды за поршнем ставится 1 балл;
за указание того, что при медленном подъеме поршня силу следует постепенно увеличивать ставится 2 балла;
за использование формулы (1) ставится 3 балла;
за использование формул (2) и (3) ставится по 1 баллу;
за формулу (4) (в общем или численном виде) ставится 1 балл;
за численное значение силы добавляется 1 балл.

7. Экспериментальная задача «Плотность учебной книги»

Определим массу книги, сделав из нее рычаг. Для этого положим книгу на край стола, а на лежащую на столе часть книги поставим гирю. Будем сдвигать книгу до тех пор, пока край с гирей не начнет приподниматься.

Запишем правило рычага относительно т. O (см. рис. 8.4): $m_2 g L_2 = m_k g L_k$, где m_2 – масса гири, m_k – масса книги, L_2 и L_k – расстояние от центров гири и книги до края стола (т. O).

Отсюда $m_k = m_2 \frac{L_2}{L_k}$ (1).

Средняя плотность книги равна $\rho = \frac{m_k}{V} = \frac{m_k}{a \cdot b \cdot c} = \frac{m_2 \cdot L_2}{a \cdot b \cdot c \cdot L_k}$ (2), где a , b , c – высота, ширина и длина книги.

Разбалловка. Максимальная стоимость задачи составляет 15 баллов.
За описание метода определения массы книги ставится 2 балла;
за описание метода определения плотности ставится 1 балл;
за формулу (1) ставится 3 балла;
за нахождение массы пособия ставится 4 балла (баллы могут быть добавлены, если масса не рассчитана, но верно определена плотность книги);
за нахождение плотности ставится 3 балла;
если опыт выполнен три и более раз, в результате чего найдено усредненное значение плотности, добавляется 2 балла.

РЕШЕНИЯ И РАЗБАЛЛОВКА ПО ЗАДАЧАМ ДЛЯ X КЛАССА

1. «Неземное ускорение». Так как $h = u_0 t - \frac{at^2}{2}$, то $a = 2 \cdot \frac{u_0 t - h}{t^2}$,

$$a = 2 \cdot \frac{10 \text{ м/с} \cdot 2 \text{ с} - 4 \text{ м}}{4 \text{ с}^2} = 8 \text{ м/с}^2.$$

Ускорение оказалось меньше ускорения свободного падения.

Разбалловка: за нахождение ускорения ставится 10 баллов.

2. «Протоземля». 1) Радиус Протоземли равен $R_{\text{п}} = \sqrt[3]{\frac{3V_{\text{п}}}{4\pi}} = \sqrt[3]{\frac{3}{4\pi}(V_3 + V_{\text{л}})}$ (1), а численно $R_{\text{п}} = \sqrt[3]{\frac{3}{4 \cdot 3,14} \cdot (1,080 \cdot 10^{12} + 0,022 \cdot 10^{12})} \text{ км} = 6437 \text{ км}$.

2) Ускорение свободного падения на поверхности планеты массой M можно рассчитать так: $g = G \frac{M}{R^2}$ (2). Тогда на Протоземле радиусом $R_{\text{п}}$: $g_{\text{п}} = G \frac{M_3 + M_{\text{л}}}{R_{\text{п}}^2} = G \frac{M_3 + M_{\text{л}}}{\left(\sqrt[3]{\frac{3(V_3 + V_{\text{л}})}{4\pi}}\right)^2}$ (3).

Из формулы (2): $G = \frac{g_3 R_3^2}{M_3} = \frac{g_3}{M_3} \left(\sqrt[3]{\frac{3V_3}{4\pi}}\right)^2$ (4); подставляя это выражение в формулу (3),

получаем $g_{\text{п}} = \frac{g_3}{M_3} \cdot \left(\sqrt[3]{\frac{3V_3}{4\pi}}\right)^2 \cdot \frac{M_3 + M_{\text{л}}}{\left(\sqrt[3]{\frac{3(V_3 + V_{\text{л}})}{4\pi}}\right)^2} = g_3 \cdot \left(\frac{V_3}{V_3 + V_{\text{л}}}\right)^{\frac{2}{3}} \cdot \left(1 + \frac{M_{\text{л}}}{M_3}\right)$ (5). Численно

$$g_{\text{п}} = 9,81 \text{ м/с}^2.$$

Разбалловка: за формулу (1) в общем или численном виде ставится 1 балл;

за расчет радиуса ставится 2 балла;

за запись формул (3) и (4) ставится по 2 балла за каждую;

за формулу (5) или численный результат ставится 3 балла;

Если ответ об ускорении свободного падения получен на основе качественных рассуждений, то оценка за вторую часть задачи не должна превышать 2 баллов.

Ответ считается правильным, если укладывается в диапазон от 9,80 до 9,82 м/с².

3. «Груз на блоке». Запишем для груза уравнение 2-го закона Ньютона в проекции на ось, параллельную наклонной плоскости (считая, что веревка, охватывающая блок, натянута одинаково по разные стороны от блока): $0 = 2F - mg \sin \alpha$ (1). Отсюда $F = \frac{1}{2} mg \sin \alpha$ (2).

Работу по вытягиванию веревки можно найти через изменение потенциальной энергии груза: $A = mgh$ (3).

Разбалловка: за формулу (1) ставится 4 балла;

за формулу (2) ставится 2 балла;

за формулу (3) добавляется 4 балла.

4. «Ледяная смесь». Запишем уравнение теплового баланса: $m\lambda = m_1c_1(t_1 - t)$ (1). Здесь m_1 – масса долитой воды. Объем необходимой воды $V_1 = \frac{m_1}{\rho_1} = \frac{m\lambda}{\rho_1c_1(t_1 - t)}$ (2), численно

$$V_1 = \frac{0,05 \cdot 335000}{1000 \cdot 4200 \cdot 50} = 0,00008 (\text{м}^3) = 80 \text{ см}^3.$$

Разбалловка: за запись уравнения (1) ставится 5 баллов;
за запись конечной формулы (2) ставится 3 балла;
верный численный ответ оценивается в 2 балла.

5. «Разноцветные стены». Обычно иней на кирпичных стенах нежилых помещений появляется в результате резкой оттепели. Поскольку кирпичная кладка не успевает быстро прогреться и долго сохраняет низкую температуру, влажность воздуха около таких стен оказывается практически стопроцентной. Поэтому на стенах происходит конденсация водяного пара и образование инея.

Наружная часть стен жилых помещений даже после сильных холодов не бывает столь холодной, а поэтому описанный выше эффект не наблюдается.

Разбалловка: за указание, в какую погоду появляется иней на стенах, ставится 5 баллов;
за объяснение явления добавляется 5 баллов.

Если в объяснении не использовано понятие влажности, то максимальная оценка за решение не должна превышать 7 баллов.

6. «Последовательные источники». Полное сопротивление рассматриваемой цепи составляет $R_{\text{общ}} = R_V + R_A + R = 110 + 10 + 5 = 125$ (Ом) (1), а суммарное напряжение $U = U_1 + U_2 = 7 + 3 = 10$ (В) (2).

Тогда показание амперметра равно $I_A = \frac{U}{R_{\text{общ}}} = \frac{10}{125} = 0,08$ (А) (3).

Показание вольтметра таково: $U_V = I_A \cdot R_V = 0,08 \cdot 110 = 8,8$ (В).

Разбалловка: за формулу (1) (в общем или численном виде) ставится 2 балла;
за формулу (2) (в общем или численном виде) ставится 3 балла;
за нахождение силы тока ставится 2 балла;
за нахождение напряжения ставится 3 балла.

7. Экспериментальная задача «Объемное изображение».

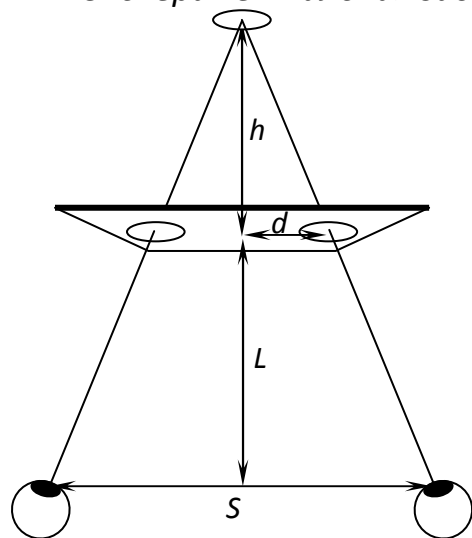


Рис. 10.5

1) Так как круги смещены к наружным краям квадрата, то на объемной картинке круг будет находиться за плоскостью чертежа.

2) На рис. 10.5 показано взаимное расположение глаз наблюдателя, плоскости чертежа (квадрата) и круга. Здесь $S = 6,5$ см – расстояние между глазами, $L = 25$ см – расстояние от глаз до плоскости квадрата, $d = 0,1$ см – смещение центра каждого круга от центра квадрата, h – искомое расстояние от изображения круга до плоскости квадрата.

Из подобия треугольников следует, что $\frac{S/2}{L+h} = \frac{d}{h}$, откуда $h = \frac{2Ld}{S-2d}$. Численно $h = \frac{2 \cdot 25 \cdot 0,1}{6,5 - 2 \cdot 0,1} = 0,79$ (см).

Разбалловка. Максимальная стоимость задачи составляет

15 баллов.

за правильный ответ на первый вопрос ставится 5 баллов;
за построение чертежа ставится 3 балла;
за нахождение величины h ставится 7 баллов.

РЕШЕНИЯ И РАЗБАЛЛОВКА ПО ЗАДАЧАМ ДЛЯ XI КЛАССА

1. «Разное движение». До встречи шарики вдоль горизонтальной поверхности переместятся на одно и то же расстояние $L = \frac{a_1 t^2}{2}$ (1) и $L = u_0 \cos \alpha \cdot t$ (2). Время движения шариков до встречи равно времени полета второго шарика: $t = \frac{2u_0 \sin \alpha}{g}$ (3).

Приравнивая выражения (1) и (2) с учетом формулы (3), получим $\frac{a_1}{2} \frac{2u_0 \sin \alpha}{g} = u_0 \cos \alpha$,
или $\operatorname{tg} \alpha = \frac{g}{a_1}$ (4). Численно $\operatorname{tg} \alpha = \frac{10 \text{ м/с}^2}{5 \text{ м/с}^2} = 2$, $\alpha = 63^\circ$.

Разбалловка: за формулы (1), (2), (3) и (4) ставится по 2 балла за каждую.
за численное значение искомого угла добавляется 2 балла.

2. «Конец света». Согласно второму закону Ньютона $m \frac{u^2}{R} = G \frac{Mm}{R^2}$ (1), где M – масса Солнца, m – масса Земли, u – ее скорость, R – радиус орбиты, G – гравитационная постоянная. Согласно условию $Ru = C = \text{const}$ (2). Выражая скорость через радиус орбиты и период обращения: $u = \frac{2\pi R}{T}$ – переписываем равенства (1) и (2) в виде: $\frac{(2\pi)^2 R^3}{T^2} = GM$ (3) и $\frac{2\pi R^2}{T} = C$ (4). Возведем равенство (3) во вторую степень, (4) – в третью: $\frac{(2\pi)^4 R^6}{T^4} = G^2 M^2$, $\frac{(2\pi)^3 R^6}{T^3} = C^3$ – и поделим второе на первое. Получим выражение $T = \frac{2\pi C^3}{G^2 M^2}$ (5), из которого видно, что период обращения Земли T , т. е. длительность земного года при уменьшении массы Солнца увеличивается.

Разбалловка: за формулу (1) ставится 4 балла;
за формулу (2) ставится 2 балла;
за формулу (5) или иную, подходящую для ответа на вопрос, ставится 2 балла;
за верный ответ ставится 2 балла.

3. «Газы». Рассмотрим процесс, показанный на рис. 11.1 а. Работа газа за цикл равна $A = \frac{p_0 V_0}{2}$ (1). Количество подведенной теплоты (участок BCD):

$$Q_1 = A_1 + \Delta U_1 = \frac{5}{2} p_0 V_0 + \frac{3}{2} \cdot \left(2p_0 \frac{3}{2} V_0 - 2p_0 \frac{V_0}{2} \right) = \frac{11}{2} p_0 V_0 \quad (2).$$

Тогда КПД первого процесса составляет $\eta = \frac{A}{Q_1} = \frac{1}{11} = 0,091 = 9,1\%$. (3).

В процессе, показанном на рис. 11.1 б, работа газа за цикл составляет $A' = \frac{p_0 V_0}{2}$ (4), а подведенное количество теплоты (участок $B'C'D'$)

$$Q_1' = A_1' + \Delta U_1' = \frac{2p_0 + 3p_0/2}{2} V_0 + \frac{3}{2} \cdot \left(\frac{3}{2} p_0 2V_0 - p_0 V_0 \right) = \frac{19}{4} p_0 V_0 \quad (5).$$

КПД второго процесса: $\eta' = \frac{A'}{Q_1'} = \frac{2}{19} = 0,105 = 10,5\%$ (6).

Вывод: $\eta' > \eta$.

Разбалловка: за формулы (1), (2), (4), (5) ставится по 1 баллу за каждую;
за формулы (3) и (6) ставится по 2 балла за каждую;
за верный ответ ставится 2 балла.

4. «Остановленный вентилятор». Сопротивление обмотки вентилятора равно $R = \frac{U^2}{Q/\tau}$ (1), где $\tau = 1$ с. В рабочем режиме подводимая энергия IUt тратится на нагрев обмотки $I^2R\tau$ и совершение полезной работы A по вращению лопастей: $IUt = I^2R\tau + A$ (2). Тогда с учетом формул (1) и (2) КПД вентилятора равен:

$$\eta = \frac{A}{IUt} = \frac{I(U-IR)\tau}{IUt} = \frac{\left(U - \frac{IU^2}{Q}\tau\right)}{U} = 1 - \frac{UI\tau}{Q}. \text{ Численно: } \eta = 1 - \frac{220 \cdot 5 \cdot 1}{2200} = 0,5 = 50\%.$$

Разбалловка: за нахождение сопротивления (численно или в виде формулы (1)) ставится 3 балла;
за установление связи (2) ставится 3 балла;
за нахождение КПД ставится 4 балла.

5. «Встречные источники». Полное сопротивление рассматриваемой цепи составляет $R_{\text{общ}} = R_V + R_A + R = 110 + 10 + 5 = 125$ (Ом) (1), а суммарное напряжение $U = U_1 - U_2 = 8 - 3 = 5$ (В) (2). Тогда показание амперметра равно

$$I_A = \frac{U}{R_{\text{общ}}} = \frac{5}{125} = 0,04 \text{ (А)} \text{ (3)}. \text{ Показание вольтметра таково: } U_V = I_A \cdot R_V = 0,04 \cdot 110 = 4,4 \text{ (В)}.$$

Разбалловка: за формулу (1) (в общем или численном виде) ставится 2 балла;
за формулу (2) (в общем или численном виде) ставится 3 балла;
за нахождение силы тока ставится 2 балла;
за нахождение напряжения ставится 3 балла.

6. «Новогоднее отражение». К точкам падения на сферу лучей a и b из центра сферы строим перпендикуляры. Так как угол падения луча должен быть равен углу его отражения, то луч a' будет направлен вдоль перпендикуляра и луча a , а луч b' – под тем же углом β к перпендикуляру, что и луч b .

Следует обратить внимание, что продолжение луча b' должно пересекаться с горизонтальной осью примерно на половине расстояния

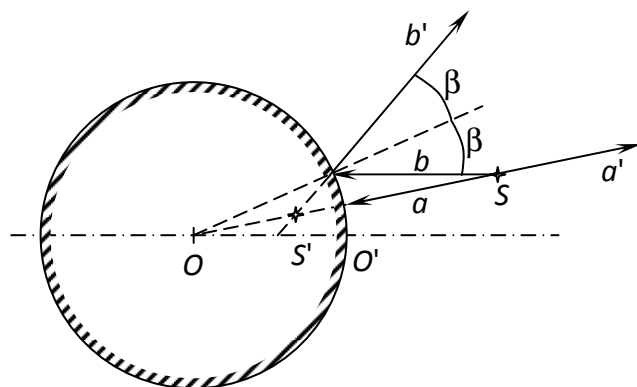


Рис. 11.4

ния OO' (радиуса сферы).

Так как после отражения лучи a' и b' оказались расходящимися, то в шаре получится мнимое изображение источника S' на пересечении продолжений указанных лучей.

Разбалловка: за построение хода луча a' ставится 2 балла;
за построение хода луча b' ставится 4 балла;
за нахождение положения изображения добавляется 4 балла.

7. Экспериментальная задача «Трение резинки». Стирательную резинку кладем на линейку плоскостью с наибольшей площадью. Медленно увеличивая наклон линейки, замечаем высоту H (рис. 11.5), при которой начнется скольжение резинки.

Из второго закона Ньютона для резинки в проекции на ось x : $0 = mg \cdot \sin \alpha - F_{mp}$ (1), а на ось y : $0 = N - mg \cdot \cos \alpha$ (2), причем $F_{mp} = \mu N$ (3).

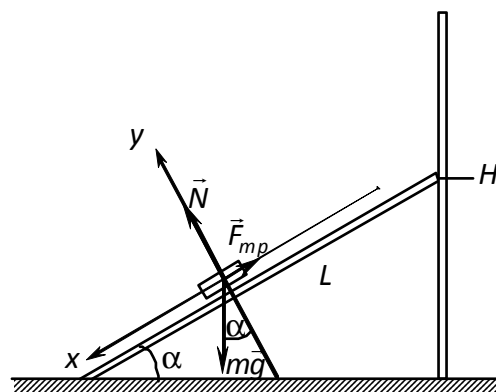


Рис. 11.5

Из равенств (1)–(3) $\mu = \operatorname{tg} \alpha$ (4), где $\sin \alpha = \frac{H}{L}$, а значит $\operatorname{tg} \alpha = \frac{H}{\sqrt{L^2 - H^2}}$ (5).

В итоге с учетом формул (4) и (5) получаем $\mu = \frac{H}{\sqrt{L^2 - H^2}}$ (6).

Для повышения точности эксперимента опыт следует повторить 5–7 раз, составить и заполнить таблицу для L , H , μ , найти μ_{cp} .

Оценить среднюю погрешность в экспериментах можно так: $\Delta \mu_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^{i=N} |\mu_i - \mu_{cp}|}{N}$ (7).

Окончательный результат должен быть записан в виде: $\mu = \mu_{cp} \pm \Delta \mu_{cp}$ (8).

Разбалловка: максимальная стоимость задачи составляет 15 баллов.

За описание метода ставится 2 балла;

за чертёж, подобный рис. 11.5, ставится 1 балл;

за формулы (1)–(4) ставится по 1 баллу за каждую;

за формулу (6) (или подобную, включающую размеры установки) ставится 2 балла;

за значение μ , полученное в результате одного опыта, ставится 1 балл;

за нахождение результата в пяти и более опытах добавляется 2 балла;

за нахождение μ_{cp} и $\Delta \mu_{cp}$ ставится 2 балла;

за результат в виде (8) добавляется 1 балл.

**Школьники, приглашенные по результатам муниципального этапа
всероссийской олимпиады по физике
на областную олимпиаду и на региональный этап
всероссийской олимпиады по физике в 2010/2011 уч. году**

VII класс

Будин Николай (г. Киров, ГОУ "КФМЛ"), Алцыбеев Максим (г. Киров, ГОАУ КЭПЛ), Рубанов Илья (г. Киров, ГОУ "КФМЛ"), Гришин Данил (г. Киров, ГОАУ КЭПЛ), Чамор Мария (Верхнекамский р-н, МОУ СОШ с УИОП г. Кирс), Порошин Андрей (г. Киров, ГОУ "ЛЕН г. Кирова"), Леонтьев Даниил (г. Киров, ГОУ Вятская гуманитарная гимназия с углубленным изучением английского языка), Смирнов Александр (г. Киров, ГОУ "ЛЕН г. Кирова"), Князева Анастасия (г. Кирово-Чепецк, МОУ СОШ №5), Бачило Валентина (г. Киров, МОУ Гимназия им. А. Грина), Буркова Татьяна (г. Киров, МОУ Гимназия №46), Катаев Андрей (г. Киров, МОУ СОШ с УИОП №27), Туровская Екатерина (г. Котельнич, МОУ СОШ №2 с УИОП), Доронина Анна (г. Киров, МОУ СОШ №37 с УИОП), Банникова Елизавета (г. Котельнич, МОУ СОШ №5 с УИОП), Бураков Иван (г. Кирово-Чепецк, МОУ "Лицей г. Кирово-Чепецка"), Горячевская Светлана (Советский р-н, МОУ СОШ с УИОП №2), Федяева Наталья (г. Киров, МОУ СОШ с УИОП №30), Разумов Иван (г. Киров, МОУ СОШ с УИОП №47), Красноперова Дарья (Унинский р-н, МОУ СОШ с УИОП п. Уни), Кудрявцева Татьяна (Унинский р-н, МОУ СОШ с. Порез им. Г.Ф. Шулятьева), Черных Александр (г. Киров, МОУ СОШ с УИОП №52), Хадиева Альбина (Уржумский р-н, МОУ СОШ с. Лазарево), Менчиков Филипп (г. Слободской, МОУ Лицей №9), Сокерин Александр (ЗАТО Первомайский, МОУ СОШ №2), Захарова Вероника (г. Киров, МОУ СОШ №73), Нуждов Глеб (г. Киров, ГОУ "КФМЛ"), Максимова Евгения (г. Киров, МОУ СОШ с УИОП №62), Бокарев Игорь (Омутнинский р-н, МОУ СОШ №10 п. Белореченск), Маренин Алексей (г. Киров, ГОУ ВГГс углубленным изучением английского языка), Ануфриев Данил (г. Котельнич, МОУ СОШ №5 с УИОП).

VIII класс

Волкова Екатерина (г. Котельнич, МОУ СОШ №5 с УИОП), Похвищева Надежда (г. Киров, ГОУ "ЛЕН г. Кирова"), Кудрявцев Антон Сергеевич (г. Киров, ГОУ "ЛЕН г. Кирова"), Шарафутдинов Азат (Уржумский р-н, МОУ СОШ с. Лазарево), Анущенко Александр (г. Киров, МОУ СОШ №14), Сергеева Анастасия (г. Киров, ГОУ "ЛЕН г. Кирова"), Голуб Маргарита (г. Киров, ГОАУ КЭПЛ), Быкова Марина (Подосиновский р-н, МОУ СОШ с УИОП п. Демьяново), Татарских Савелий (г. Киров, ГОУ "ЛЕН г. Кирова"), Попцов Павел (г. Киров, МОУ СОШ №42), Савиных Владислав (Омутнинский р-н, МОУ СОШ п. Черная Холуница), Ворожцов Михаил (г. Киров, ГОАУ КЭПЛ), Захур Даниил (г. Киров, МОУ ВПГво имя Преподобного Трифона Вятского), Тарасов Вячеслав (г. Кирово-Чепецк, МОУ "Лицей г. Кирово-Чепецка"), Фалеев Михаил (г. Киров, ГОУ "КФМЛ"), Лаптев Андрей (г. Киров, ГОУ "КФМЛ"), Широких Борис (г. Киров, ГОУ "КФМЛ"), Хуснутдинов Линар (г. Вятские Поляны, ГОУ многопрофильный лицей), Погудин Михаил (Мурашинский р-н, МОУ СОШ №2 г. Мураши), Шуплецов Алексей (г. Киров, ГОУ "КФМЛ"), Саламатов Артур (Уржумский р-н, ГОУ гимназия г. Уржума), Смердов Антон (г. Киров, ГОУ "КФМЛ"), Ситников Максим (г. Киров, МОУ СОШ №28 с УИОП им. Октябрьской революции), Баранцев Андрей (Арбажский р-н, МОУ СОШ с. Сорвижи), Альгина Анна (г. Киров, ГОАУ КЭПЛ), Зибарова Александра (Арбажский р-н, МОУ СОШ п. Арбаж), Коновалов Александр (г. Киров, ГОУ "КФМЛ"), Исупова Юлия (г. Киров, ГОУ "ЛЕН г. Кирова"), Албегов Глеб (г. Киров, ГОАУ КЭПЛ), Малых Сергей (г. Слободской, МОУ Лицей №9).

IX класс

Малыгин Виталий (г. Киров, ГОУ "КФМЛ"), Рычков Артём (г. Киров, ГОУ "КФМЛ"), Корякин Данил (г. Киров, ГОУ "КФМЛ"), Шевнин Дмитрий (г. Киров, ГОУ "КФМЛ"), Калинин Дмитрий (г. Кирово-Чепецк, МОУ "Лицей г. Кирово-Чепецка"), Высоких Максим (г. Киров, МОУ СОШ с УИОП №74), Колупаев Владислав (г. Киров, ГОУ "КФМЛ"), Созин Илья (г. Киров, ГОАУ КЭПЛ), Зерцалова Дарья (г. Киров, МОУ СОШ №10 им. К.Э. Циолковского), Князева Ксения (г. Кирово-Чепецк, МОУ "Лицей г. Кирово-Чепецка"), Решетова Мария (г. Киров, ГОАУ КЭПЛ), Никулин Валерий (г. Киров, МОУ СОШ с УИОП №27), Шураков Иван (Мурашинский р-н, МОУ СОШ №2 г. Мураши), Латышев Алексей (г. Киров, ГОУ "КФМЛ"), Попыванов Лев (г. Киров, ГОУ "ЛЕН г. Кирова"), Пестриков Павел (г. Киров, МОУ СОШ №37 с УИОП), Малышев Александр (г. Киров, ГОУ "ЛЕН г. Кирова"), Марков Илья (г. Киров, ГОУ "КФМЛ"), Зоненко Наталья (г. Киров, ГОУ "ЛЕН г. Кирова"), Ржавитина Мария (Унинский р-н, МОУ СОШ с. Порез им. Г.Ф. Шулятьева), Корсенюк Александр (г. Слободской, МОУ гимназия г. Слободского), Машковцев Денис (г. Киров, ГОУ "ЛЕН г. Кирова"), Кузягин Владимир (г. Киров, МОУ СОШ №20), Лобанов Никита (г. Киров, МОУ СОШ с УИОП №58), Бурков Григорий (г. Киров, МОУ Лицей № 21 г. Кирова), Воронцова (Котельничский р-н, МОУ СОШ с. Юрьево), Нелюбин Владимир (Фаленский р-н, МОУ СОШ п. Октябрьский), Шуклин Федор (г. Киров, ГОУ ВГГс углубленным изучением английского языка), Топоров Евгений (Даровской р-н, МОУ СОШ с. Кобра), Логинов Иван (г. Киров, ГОУ "КФМЛ"), Зяблецев Антон (Мурашинский р-н, МОУ СОШ №2 г. Мураши), Окунев Дмитрий (г. Киров, МОУ СОШ с УИОП №60), Тюльпанова Екатерина (г. Киров, ГОУ "КФМЛ"), Смирнова Екатерина (Нолинский р-н, МОУ СОШ с УИОП г. Нолинска), Королев Михаил (Зуевский р-н, ГОУ СОШ с УИОП г. Зуевка), Воронова Екатерина (г. Котельнич, МОУ СОШ с УИОП №1), Ивонин Юрий (г. Киров, ГОУ "КФМЛ"), Комаров Кирилл (г. Киров, МОУ Лицей № 21 г. Кирова).

Х класс

Маракулин Роман (г. Киров, ГОУ "КФМЛ"), Соболев Константин (г. Киров, ГОУ "КФМЛ"), Яговкин Кирилл (Сунский р-н, МОУ СОШ №2 п. Сунна), Кошечкин Сергей (г. Киров, ГОУ "КФМЛ"), Малкова Анна (г. Вятские Поляны, ГОУ многопрофильный лицей), Плетенева Екатерина (г. Вятские Поляны, ГОУ многопрофильный лицей), Фофанов Владислав (г. Киров, ГОУ "КФМЛ"), Блинов Кирилл (г. Киров, МОУ Лицей № 21 г. Кирова), Колобова Дарья (г. Киров, ГОУ "КФМЛ"), Тутынин Владимир (г. Киров, ГОУ "КФМЛ"), Шатунова Диана (г. Киров, МОУ СОШ №10 им. К.Э. Циолковского), Демина Софья (г. Киров, ГОАУ КЭПЛ), Козицын Никита (г. Киров, ГОУ "КФМЛ"), Копосова Мария (г. Киров, ГОУ "КФМЛ"), Рахимулин Ринат (г. Вятские Поляны, МСОШ №2 с УИОП), Маринина Дарья (г. Киров, ГОУ "КФМЛ"), Куклин Иван (Верхошижемский р-н, МОУ СОШ п. Верхошижемье), Романенко Екатерина (г. Кирово-Чепецк, МОУ СОШ с УИОП имени Алексея Некрасова), Саламатов Марат (Уржумский р-н, ГОУ гимназия г. Уржума), Автамонов Антон (Подосиновский р-н, МОУ СОШ п. Подосиновец), Горячевский Александр (Лузский р-н, ГОУ СОШ г. Лузы), Домрачева Анастасия (г. Кирово-Чепецк, МОУ "Лицей г. Кирово-Чепецка"), Бачериков Павел (г. Киров, ГОАУ КЭПЛ), Литвинова Кристина (ЗАТО Первомайский, МОУ СОШ №2), Гусаров Григорий (г. Киров, МОУ "Вятский технический лицей").

XI класс

Лучников Илья (г. Киров, МОУ Лицей № 21 г. Кирова), Конышев Дмитрий (г. Киров, МОУ Лицей № 21 г. Кирова), Шмелев Артем (г. Вятские Поляны, ГОУ многопрофильный лицей), Пономарев Егор (г. Киров, ГОУ "КФМЛ"), Земцов Иван (г. Киров, ГОУ "КФМЛ"), Корчемкин Дмитрий (г. Киров, МОУ Лицей № 21 г. Кирова), Столбов Игорь (г. Киров, ГОУ "КФМЛ"), Меркушев Александр (Унинский р-н, МОУ СОШ с УИОП п. Уни), Валов Александр (г. Кирово-Чепецк, МОУ "Лицей г. Кирово-Чепецка"), Милютин Эдуард (г. Кирово-Чепецк, МОУ "Лицей г. Кирово-Чепецка"), Тимин Григорий (г. Киров, ГОУ ВГГс углубленным изучением английского языка), Горохов Дмитрий (г. Котельнич, МОУ СОШ с УИОП №1), Зорин Евгений (Богородский р-н, МОУ СОШ с УИОП п. Богородское), Мушчинкин Григорий (г. Киров, МОУ СОШ №57), Бушков Николай (г. Киров, МОУ СОШ №28 с УИОП им. Октябрьской революции), Ковалев Вячеслав (г. Киров, МОУ СОШ №57), Гордеева Екатерина (г. Киров, ГОУ "КФМЛ"), Дуйцев Александр (г. Киров, ГОУ ВГГс углубленным изучением английского языка), Чеглаков Иван (г. Слободской, МОУ гимназия г. Слободского), Попов Максим (г. Киров, МОУ Лицей № 21 г. Кирова), Перевозищikov Андрей (г. Киров, ГОУ "ЛЕН г. Кирова"), Копылов Кирилл (г. Слободской, МОУ гимназия г. Слободского), Аюпов Родион (г. Киров, ГОУ "КФМЛ"), Рылов Александр (г. Киров, МОУ Гимназия им. А. Грина).

Учителя, подготовившие победителей и призеров регионального этапа

всероссийской олимпиады школьников по физике в 2010/2011 уч. году

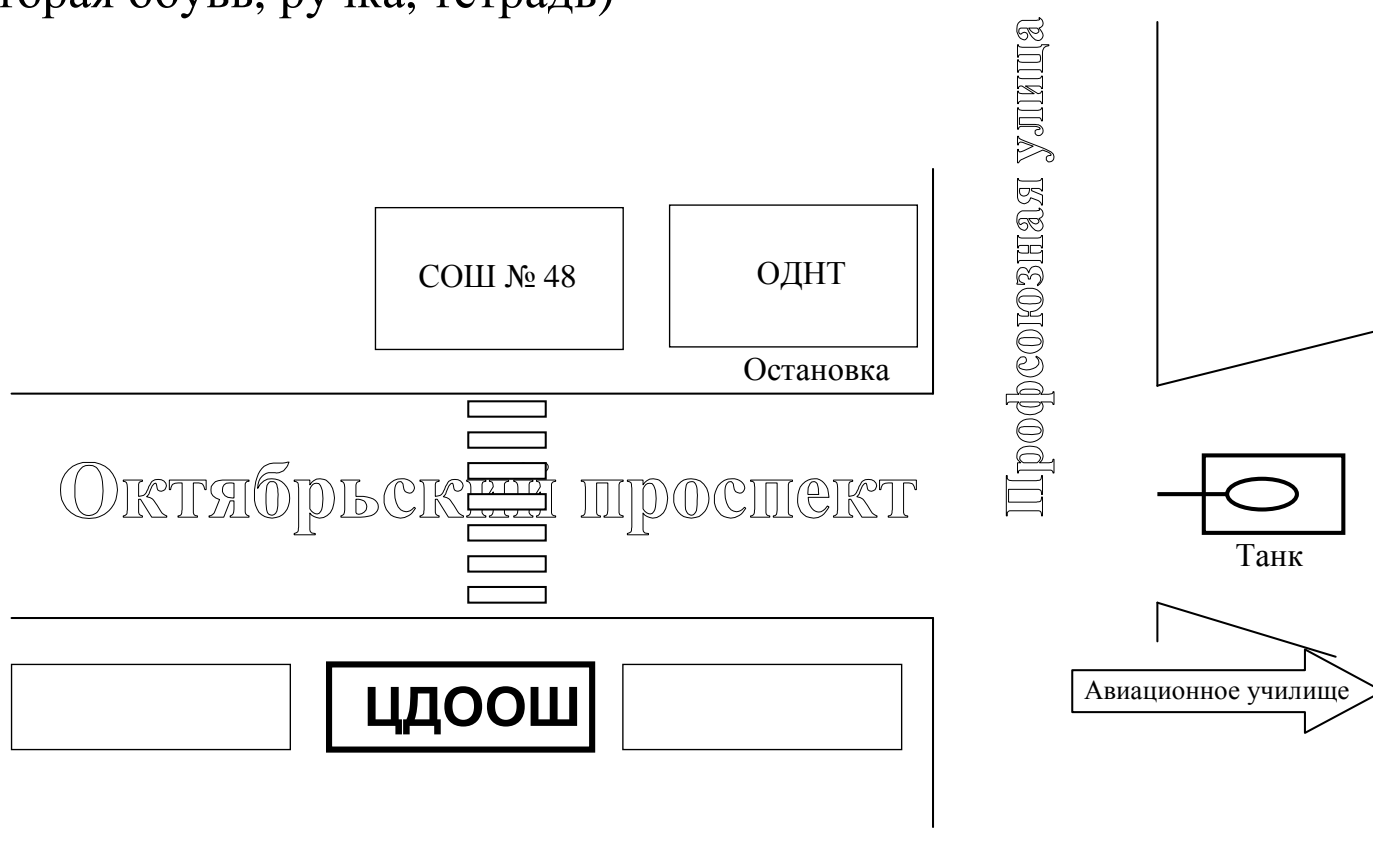
Суворов Анатолий Андреевич (г. Кирово-Чепецк, МОУ "Лицей г. Кирово-Чепецка"), Резниченко Елена Михайловна (г. Кирово-Чепецк, МОУ "Лицей г. Кирово-Чепецка"), Исупов Михаил Васильевич (г. Киров, ГОУ "КФМЛ"), Некрасова Анжелика Викторовна (г. Киров, ГОАУ КЭПЛ), Береснева Светлана Анатольевна (Даровской р-н, МОУ СОШ с. Кобра Даровского района), Воробьева Наталья Александровна (г. Киров, ГОУ "КФМЛ"), Заграй Владимир Сергеевич (г. Киров, ГОУ "КФМЛ"), Сысоева Татьяна Алексеевна (г. Киров, МОУ Лицей №21 города Кирова), Куковякин Сергей Анатольевич (г. Вятские Поляны, ГОУ многопрофильный лицей г. Вятские Поляны).

**Продолжается набор
учащихся 7-11-х классов в
ОБЩЕГОРОДСКИЕ КРУЖКИ
по физике**

МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ: Октябрьский пр-кт, д. 87а,
Центр дополнительного образования одаренных школьни-
ков (ЦДООШ), тел. для справок: 36-43-19, 35-15-03, 35-15-04

РУКОВОДИТЕЛИ КРУЖКОВ – преподаватели ВятГГУ,
ВятГГУ, ЦДООШ, студенты и аспиранты

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



УВАЖАЕМЫЕ ОДИННАДЦАТИКЛАССНИКИ!

ВЯТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГУМАНИТАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (г. Киров, ул. Красноармейская, д. 26; <http://vggu.ru/>) приглашает Вас получить специальности учителя физики и специалиста медицинского оборудования.

Все выпускники ВятГГУ, получившие указанные специальности, получают широкие возможности в выборе мест работы. Количество рабочих вакансий для учителей физики и специалистов по обслуживанию медицинского оборудования составляет более сотни, тогда как количество выпускников по каждой из указанных специальностей не превышает 20 человек в год.