

Югорский физико-математический лицей

А.Б. Ильин

**Задачи олимпиад по физике
Летней школы ЮФМА
2010-2015 гг.**

Учебно-методическое пособие

Ханты-Мансийск
2015

А.Б. Ильин

Задачи олимпиад по физике Летней школы ЮФМЛ 2010-2015 гг.: Учебно-методическое пособие. Ханты-Мансийск: Югорский физико-математический лицей, 31 с.

В пособии представлены задачи, предлагавшиеся участникам олимпиады по физике Летней школы ЮФМЛ, проводимой для учащихся ХМАО-Югры. Часть задач взята из различных источников, некоторые из них адаптированы для учащихся 7 и 8 классов. Часть задач – авторские: придуманы специально для олимпиады ЛШ преподавателями физики ЮФМЛ А.Б. Ильиным, И.М. Пачиным, Д.А. Поповым. Общая редакция олимпиадных заданий осуществлялась А.Б. Ильиным.

Пособие предназначено для учащихся 7-х и 8-х классов учителей физики. Сборник может быть полезен при подготовке учащихся к школьному и муниципальному этапу Всероссийской олимпиады по физике, другим олимпиадам и конкурсам по физике.

© Ильин А.Б., 2015

2010 год, 7 класс

1. Для выполнения лабораторной работы по взвешиванию тел Васе выдали весы с разновесами и две одинаковых прозрачных баночки с одинаковыми монетками внутри. В одной баночке Вася насчитал $N_1=5$ монеток, а во второй – $N_2=9$. Не вынимая монеток, он взвесил баночки и получил, что масса первой $m_1=22$ г, а второй – $m_2=30$ г. Найдите массу m пустой баночки.

2. Петя и Вася решили устроить гонки на движущемся вниз эскалаторе. Начав одновременно, они побежали из одной точки, расположенной точно посередине эскалатора, в разные стороны: Петя – вниз, а Вася – вверх по эскалатору. Время, затраченное на дистанцию Васей, оказалось в 3 раза больше Петиного. С какой скоростью $v_э$ движется эскалатор, если друзья на последних соревнованиях показали одинаковый результат, пробежав такую же дистанцию со скоростью $v=2,1$ м/с?

3. На дне бассейна лежит деревянный брусок, прикрепленный к дну невесомой нерастяжимой нитью. Нить закреплена в центре грани наименьшей площади. Брусок стоит на противоположной грани. Длина нити $L=60$ см, размеры бруска $a=5$ см, $b=10$ см, $c=40$ см. В бассейн начинают наливать воду. Постройте график зависимости отношения объема погруженной в воду части бруска ко всему его объему от высоты уровня налитой воды. Высота бассейна $h=2$ м. Плотность воды $\rho_в=1000$ кг/м³, плотность дерева $\rho=400$ кг/м³.

4. Какую массу имеет куб с площадью поверхности $S=150$ см², если плотность вещества, из которого он изготовлен, $\rho=2,7$ г/см³?

5. Как определить плотность неизвестной жидкости, используя для этого только стакан, воду и весы с разновесами? Плотность воды известна.

2010 год, 8 класс

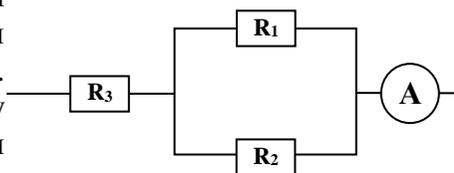
1. На лабораторной работе по измерению размеров малых тел Васе выдали линейку, лист картона и листы бумаги. В первый раз, когда Вася сложил 23 листа бумаги и лист картона, их общая толщина оказалась равна 3 мм. Затем он измерил толщину 48 листов бумаги и одного листа картона. В этот раз толщина стопки оказалась равной 5 мм. Найдите толщину одного листа картона.

2. Ослик, пройдя по мосту длиной 800 м от его начала 300 м, оглянувшись, увидел движущийся к мосту автомобиль. Если ослик побежит назад, то встретит автомобиль в начале моста, а если побежит вперед, то встретит автомобиль в конце моста. С какой скоростью бежал испуганный ослик, если скорость автомобиля v ?

3. В теплоизолированном цилиндрическом сосуде находится 1,5 кг льда, закрепленного на дне и 1,5 кг воды при 0°C . Площадь дна сосуда 100см^2 . На какой высоте будет находиться уровень воды через 5 минут работы нагревателя, находящегося внутри сосуда, мощностью 680 Вт? $\lambda_{\text{льда}}=340\text{кДж/кг}$, $\rho_{\text{льда}}=900\text{ кг/м}^3$, $\rho_{\text{воды}}=1000\text{ кг/м}^3$.

4. В солнечный день длина тени на земле от елочки высотой 1,8 м равна 90 см, а от Пети Васечкина длина тени аж целых 452 мм. Определите рост Пети и дайте ему совет, чем заняться в жизни, если ему: а) 3 года; б) 30 лет.

5. Вася исследовал электрическую схему с тремя проволочными резисторами. Подключив ее к источнику постоянного напряжения, он обнаружил, что сила тока, измеряемая амперметром, скачком уменьшилась в 2 раза. Дальнейшие измерения показали, что перегорел резистор R_1 . Измерив омметром поочередно остальные сопротивления, он получил следующие результаты: $R_2=3\text{ ом}$, $R_3=1\text{ ом}$. Потом он



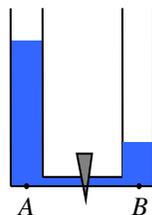
задумался, каким же было сопротивление сгоревшего резистора. Помогите Васе решить эту проблему!

2011 год, 7 класс

1. Велосипедисту и автобусу нужно проехать из пункта A в пункт B , расстояние между которыми 11 км. Они выезжают одновременно. Автобус, двигаясь со скоростью 60 км/ч, через каждый километр пути делает остановку на 2 мин. Велосипедист движется с постоянной скоростью, не останавливаясь. Какой должна быть скорость велосипедиста, чтобы он обогнал автобус на каждой промежуточной остановке между пунктами A и B ?

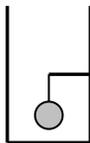
2. Школьник прочитал в газете -«Советы домохозяйке» следующую заметку: -«Для того чтобы рассортировать куриные яйца по степени свежести, возьмите четыре стеклянные банки, налейте в каждую пол-литра воды и растворите в первой банке 50 г соли, во второй 45 г, в третьей 30 г и в четвертой 15 г. После этого поочередно опускайте яйца в каждую банку. В первой банке будут тонуть только что снесенные яйца, во второй - снесенные не более двух недель назад, в третьей - снесенные не более пяти недель назад, в четвертой - снесенные не более восьми недель назад». Школьник сделал растворы, строго следуя рецепту, рассортировал имевшиеся в холодильнике яйца, а затем слил содержимое из всех четырех банок в одну большую емкость. Сколько недель назад были снесены яйца, которые тонут в получившемся растворе?

3. В сосуды, соединенные трубкой с краном, налита вода. Гидростатические давления в точках A и B равны $p_A=4$ кПа и $p_B=1$ кПа соответственно, площади поперечного сечения левого и правого сосудов одинаковы и равны $S=0,01$ м². Какие гидростатические давления установятся в точках A и B если открыть кран?



4. Сплошной шарик подвешен в сосуде на легкой нити, как показано на рисунке. После того, как сосуд заполнили водой, и шарик оказался полностью погруженным в воду, натяжение нити

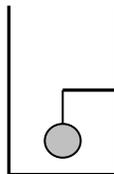
не изменилось. Определите плотность ρ материала, из которого изготовлен шарик. Плотность воды $\rho_в=1000 \text{ кг/м}^3$.



5. Для выполнения лабораторной работы по взвешиванию тел Васе выдали весы с разновесами и две одинаковых прозрачных баночки с одинаковыми монетками внутри. В одной баночке Вася насчитал 5 монеток, а во второй – 9. Не вынимая монеток, он взвесил баночки и получил, что масса первой $m_1=22 \text{ г}$, а второй – $m_2=30 \text{ г}$. Найдите массу m пустой баночки.

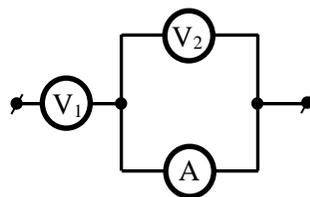
2011 год, 8 класс

1. Сплошной шарик подвешен в сосуде на легкой нити, как показано на рисунке. После того, как сосуд заполнили водой, и шарик оказался полностью погруженным в воду, натяжение нити увеличилось в 3 раза. Определите плотность ρ материала, из которого изготовлен шарик. Плотность воды $\rho_в=1000 \text{ кг/м}^3$.



2. Любители чая считают, что кипятилок, налитый в чашку, может заметно остыть даже за несколько секунд, что испортит качество получившегося чая. Проверим, правы ли они. Над чашкой очень горячей воды поднимается пар. Скорость подъема пара, оцениваемая на глаз, равна $v=0,1 \text{ м/с}$. Считая, что весь поднимающийся над чашкой пар имеет температуру $100 \text{ }^\circ\text{C}$, оцените скорость остывания чашки с очень горячей водой за счет испарения воды (эта скорость измеряется в градусах за секунду.) Масса воды в чашке $m=200 \text{ г}$, площадь поверхности воды $S=30 \text{ см}^2$, удельная теплота испарения воды $L=2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$, удельная теплоемкость воды $c=4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{ }^\circ\text{C)}$, плотность водяного пара при $100 \text{ }^\circ\text{C}$ равна $\rho=30,58 \text{ г/м}^3$.

3. Электрическая цепь, схема которой изображена на рисунке, подключена к батарее. Вольтметры V_1 и V_2 показывают напряжения $U_1=1 \text{ В}$ и



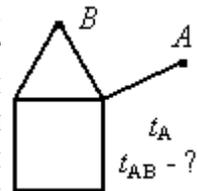
$U_2=0,1 \text{ В}$, а амперметр А показывает силу тока $I=0,001 \text{ А}$. Найдите сопротивления приборов. Сопротивления вольтметров считайте одинаковыми.

4. У Пети имеется длинный медный цилиндр. В нем завелся электрический червяк, который прогрыз (!) этот цилиндр параллельно его оси, сожрал 20% массы цилиндра и уполз. Как изменилось сопротивление медного цилиндра?

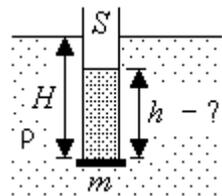
5. В темной комнате на собирающую линзу падает пучок света, равный по размерам линзе, параллельно главной оптической оси. Оказалось, что если расположить экран на расстоянии $L_1=10 \text{ см}$ позади линзы, то диаметр светлого пятна составит $d_1=2 \text{ см}$, а если на расстоянии $L_2=14 \text{ см}$ – то диаметр светлого пятна будет таким же - $d_2=2 \text{ см}$. Чему равно фокусное расстояние линзы?

2012 год, 7 класс

1. Бикфордов шнур представляет собой такой шнур, что при поджигании одного из его концов шнур горит так, что огонек по нему "бежит" с постоянной скоростью. Из бикфордова шнура сложена показанная на рисунке конструкция, в которой все прямые отрезки имеют одинаковую длину. Известно, что при поджигании этой конструкции в точке А она полностью сгорает за время $t_A=24 \text{ мин}$. За какое время t_{AB} такая конструкция полностью сгорит, если ее одновременно поджечь в точках А и В?



2. В воду на глубину $H=10 \text{ см}$ опущен нижний конец вертикальной трубки, внутреннее поперечное сечение которой имеет площадь $S=5 \text{ см}^2$ и снизу закрыто тонкой монетой массой $m=20 \text{ г}$. При этом монета плотно прижата и не падает вниз. Затем в трубку сверху осторожно наливают воду. При какой минимальной высоте столба воды h в трубке монета "отвалится" и упадет вниз? Плотность воды $\rho=1 \text{ г/см}^3$.



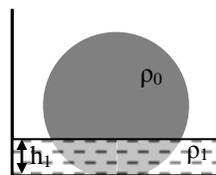
3. Если на шар, плавающий в воде, подействовать силой F вертикально вниз, он погрузится точно на половину своего объема. Если силу увеличить в три раза, то шар погрузится полностью. Найдите плотность шара. $\rho_{\text{воды}} = 1000 \text{ кг/м}^3$.

4. С помощью рычажных неравноплечих весов взвешивают золотой слиток. Когда слиток лежит на левой чашке весов, а разновесы – на правой, то масса всех разновесов равна 4 кг . Когда слиток лежит на правой чашке весов, а разновесы – на левой, то их масса уже 9 кг . Какова истинная масса золотого слитка?

5. На лабораторной работе по измерению размеров малых тел Васе выдали линейку, лист картона и листы бумаги. В первый раз, когда Вася сложил 13 листов бумаги и один лист картона, их общая толщина оказалась равна 3 мм . Затем он измерил толщину 26 листов бумаги и трех листов картона. В этот раз толщина стопки оказалась равной 8 мм . Найдите толщину одного листа картона.

2012 год, 8 класс

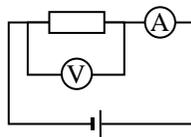
1. Сплошной шарик радиусом R находится на дне сосуда. Если в сосуд понемногу добавлять воды, то шарик оторвется от дна при уровне воды $h_1 = \frac{R}{2}$. Если же в сосуд понемногу



добавлять раствор соли, то шарик оторвется от дна при уровне $h_2 = \frac{3R}{2}$. Чему равна плотность шарика, если плотность воды $\rho_1 = 1 \text{ г/см}^3$, а плотность раствора соли $\rho_2 = 1,25 \text{ г/см}^3$? Радиус шарика неизвестен.

2. В сосуде, имеющем форму прямоугольного параллелепипеда, находится $1,5 \text{ кг}$ льда, закрепленного на дне и $1,5 \text{ кг}$ воды при 0°C . Площадь дна сосуда 100 см^2 . На какой высоте будет находиться уровень воды, когда весь лед растает? $\rho_{\text{л}} = 900 \text{ кг/м}^3$, $\rho_{\text{в}} = 1000 \text{ кг/м}^3$.

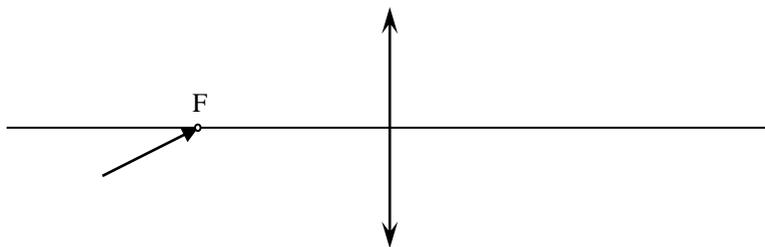
3. Узнав о том, что амперметр и вольтметр в школьной лаборатории неидеальны (то есть имеют конечные сопротивления), Петя решил при измерении сопротивления проводника учесть это.



Сначала он собрал электрическую цепь, схема которой изображена на рисунке, при этом показания приборов оказались равными $U_0=5,6\text{ В}$, $I_0=0,1\text{ А}$. Затем он убрал проводник, а вольтметр и амперметр соединил параллельно и подключил к батарее и записал новые показания приборов: $U_1=6\text{ В}$, $I_1=1,5\text{ А}$. После этого он соединил их последовательно, показания приборов оказались равными $U_2=5,8\text{ В}$, $I_2=0,05\text{ А}$. Какое сопротивление проводника в результате всех этих измерений получил Петя?

4. Общее сопротивление двух последовательно соединенных проводников $R_1=5\text{ Ом}$, а параллельно соединенных $R_2=1,2\text{ Ом}$. Определить сопротивление каждого проводника.

5. Постройте изображение наклонной стрелки AB , упирающейся в фокус собирающей линзы. Ход построения поясните.

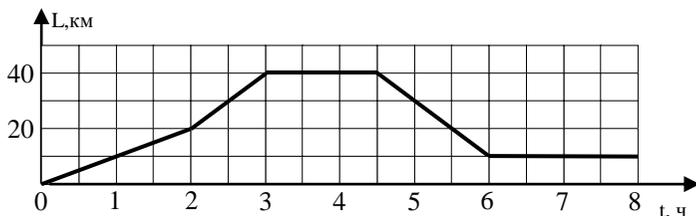


2013 год, 7 класс

1. На рисунке приведен график зависимости от времени расстояния «х» между велосипедистом и поселком. Определите:

- на каком расстоянии от поселка велосипед сломался?
- сколько времени велосипедист чинил велосипед?
- удалось ли ему починить велосипед?

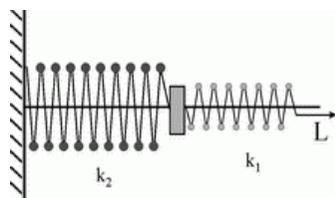
г) вернулся ли он в поселок на велосипеде?



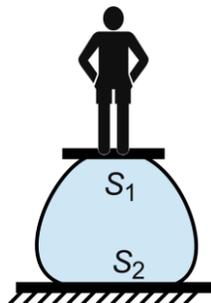
2. Двигаясь по шоссе, автомобиль проехал 100 км со скоростью 120 км/ч . На следующем участке пути такой же длины он, из-за ухудшения дороги, ехал со скоростью 80 км/ч . Другой автомобиль, выехавший одновременно с первым по той же трассе, всю дорогу двигался со скоростью 100 км/ч . Какой из автомобилей приехал в пункт назначения первым? На сколько минут он опередил другой?

3. Петя решил измерить плотность неизвестной жидкости, имея только весы. Он взвесил пустой стакан, затем налил в него полстакана воды и опять взвесил, потом долил доверху в этот же стакан неизвестную жидкость и опять взвесил стакан с содержимым. В результате он получил три значения массы: $m_1=50 \text{ г}$, $m_2=150 \text{ г}$, $m_3=330 \text{ г}$. Какова плотность неизвестной жидкости, если плотность воды $\rho=1000 \text{ кг/м}^3$?

4. На какое расстояние сдвинется точка скрепления двух невесомых пружин, если свободный конец пружины жесткостью k_1 сместить вправо на расстояние L ? Жесткость закрепленной пружины k_2 .



5. Эквилибрист стоит на горизонтальной доске, положенной на мяч, наполненный водой. Мяч лежит на жестком полу. Площадь соприкосновения мяча с доской равна $S_1=0,05 \text{ м}^2$, а с полом $S_2=0,2 \text{ м}^2$. Найти расстояние между доской и полом. Масса



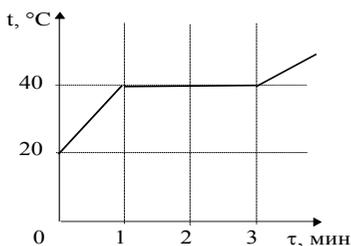
эквилибриста вместе с доской $M=50$ кг, масса воды $m=300$ кг, плотность воды $\rho=1000$ кг/м³, $g=10$ Н/кг.

2013 год, 8 класс

1. В сосуд, имеющий кубическую форму, налили жидкость массой $m=6,4$ кг, плотность которой $\rho=800$ кг/м³. В дне этого сосуда находится клапан, который открывается при давлении, $P=2$ кПа. Удастся ли сосуд заполнить жидкостью доверху?

2. Чтобы охладить воду массой M , имеющей температуру $t_в$, в нее бросают взятые из холодильника брусочки льда массой m каждый, температура которых $t_л<0$. Сколько надо бросить брусочков для охлаждения воды до температуры $t>0$? Удельная теплоемкость льда $c_л$, воды $c_в$. Удельная теплота плавления льда λ .

3. 1 кг тугоплавкого и 1 кг легкоплавкого вещества, взаимно не растворяющихся и имеющих температуру 20 °С, поместили в теплоизолированный сосуд с нагревателем постоянной мощности. Зависимость $t(\tau)$ показана на рисунке. Удельная теплоемкость тугоплавкого вещества равна 2 кДж/(кг·°С), удельная теплоемкость легкоплавкого вещества в твердом состоянии равна 1 кДж/(кг·°С). Найти удельную теплоту плавления легкоплавкого вещества.



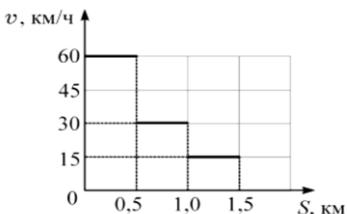
4. Узнав о том, что амперметр и вольтметр в школьной лаборатории неидеальны (то есть имеют конечные сопротивления), Петя решил найти их сопротивления. Сначала он собрал электрическую цепь, в которой вольтметр и амперметр соединил параллельно и подключил к батарейке. Показания приборов в этом опыте: $U_1=6$ В, $I_1=2$ А. После этого он соединил их последовательно, показания приборов оказались равными $U_2=5,8$ В, $I_2=0,02$ А. Рассчитайте по этим данным сопротивления приборов.

5. На восходе Солнца Петя поставил рассеивающую линзу перед экраном на расстоянии $L_1=10$ см. На экране образовалась круглая тень диаметром $D_1=8$ см. Когда Петя поместил экран на расстоянии $L_2=20$ см от линзы, диаметр тени стал равным $D_2=12$ см. Чему равен диаметр линзы?

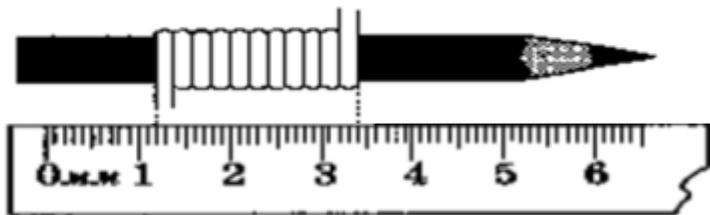
2014 год, 7 класс

1. Из города A в момент времени $t_1=10$ ч утра выезжает мотоциклист, а навстречу ему из города B , находящегося на расстоянии $L=600$ км, в момент времени $t_2=3$ ч дня выезжает грузовик. Зная, что мотоциклист до встречи с грузовиком двигался со скоростью $v_1=60$ км/ч, а грузовик – со скоростью $v_2=40$ км/ч, определите расстояние x , которое грузовик проехал до встречи с мотоциклистом.

2. На рисунке изображен график зависимости скорости автомобиля v от пройденного им пути S . Какое расстояние проехал автомобиль за первые $t=2$ минуты своего движения?

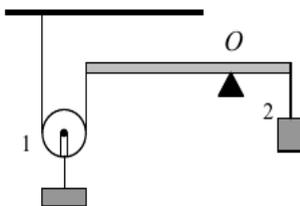


3. Петя нашел кусок алюминиевой проволоки длиной $l=10$ м квадратного сечения. кусочек проволоки он намотал на карандаш и, пользуясь линейкой, рассчитал поперечный размер проволоки a . Плотность алюминия $\rho=2700$ кг/м³. Не оторвется ли ручка у Петиного портфеля, если он положит туда эту проволоку, если она способна выдерживать $m=2$ кг, а там уже лежат учебники и общая масса портфеля с содержимым составляет $m_0=1,8$ кг?



4. Читая книжку Джоан Роулинг, «Гарри Поттер и узник Азкабана», вы наверно, обратили внимание, как поступил Гарри со своей вредной тетушкой «...Ее продолжало раздувать. Полное красное лицо ее опухло, глазки полезли из орбит, а рот растянулся до ушей... Скоро тетушка превратилась в громадный воздушный шар. Ее оторвало от стула, и она поплыла к потолку. Она была совсем круглая, как надувная игрушка». Во сколько же раз должен увеличиться объем тетушки, чтобы наблюдалось такое удивительное явление? Объем тетушки в нормальном состоянии $V_1 = 0,08 \text{ м}^3$, при массе тела $m = 80 \text{ кг}$. Плотность воздуха равна $\rho = 1,3 \text{ кг/м}^3$

5. На каком расстоянии от левого конца невесомого рычага нужно разместить точку O опоры, чтобы рычаг находился в равновесии (см. рис.) Длина рычага $L = 80 \text{ см}$, масса первого груза вместе с блоком $m_1 = 0,4 \text{ кг}$, масса второго груза $m_2 = 0,6 \text{ кг}$.



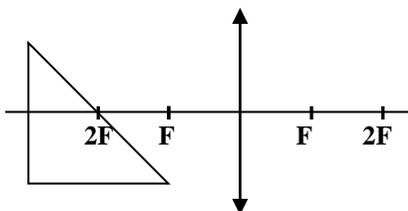
2014 год, 8 класс

1. Петя захотел измерить удельную теплоемкость кубика из неизвестного металла. Для начала он измерил массу кубика – она оказалась равна $m_1 = 200 \text{ г}$. Поместив кубик в калориметр, он налил туда $m_2 = 100 \text{ г}$ воды и подождал, когда установится тепловое равновесие. Затем начал нагревать содержимое калориметра. За время $\tau_1 = 20 \text{ мин}$ вода нагрелась от $t_0 = 20^\circ\text{C}$ до кипения, за время $\tau_2 = 120 \text{ мин}$ она полностью выкипела. Какую удельную теплоемкость c_2 рассчитал Петя по результатам этого опыта? Удельная теплоемкость воды $c_1 = 4,2 \text{ кДж/(кг}\cdot^\circ\text{C)}$, удельная теплота парообразования воды $L = 2256 \text{ кДж/кг}$.

2. К резистору сопротивлением $R = 10 \text{ Ом}$ параллельно подсоединили реостат, сопротивление которого было равно $R = 10 \text{ Ом}$, а к ним последовательно подключили неидеальный амперметр, сопротивление которого равно $r = 6 \text{ Ом}$. Показания

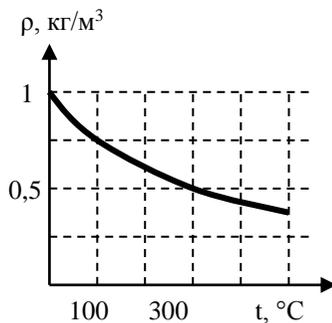
амперметра при этом оказались равны $I_1=2,2\text{ A}$. Ползунок реостата передвинули так, что сопротивление реостата составило $2/3$ от первоначального. Что покажет амперметр? Напряжение на концах участка цепи поддерживается одно и то же. Нарисуйте схему электрической цепи.

3. Постройте изображение равнобедренного прямоугольного треугольника, которое даст собирающая линза (см. рис.) Длина его средней линии равна фокусному расстоянию линзы. Ход построения объясните.



4. Крокодил Гена, стоя на эскалаторе, поднялся наверх за 60 с . Его друг Чебурашка, идя по эскалатору вверх, поднялся за 40 с . Встретившись наверху, Гена печально сказал, что забыл внизу у эскалатора чемодан. Сейчас, Гена, я принесу твой чемодан, ответил Чебурашка и в три раза быстрее, чем шел, побежал вниз по эскалатору. Сколько времени ждал крокодил Гена свой чемодан, ведь бежать обратно с чемоданом Чебурашка не мог?

5. Знайка решил повторить свой знаменитый полет на воздушном шаре. На этот раз он решил лететь один. Масса Знайки равна $m=2,5\text{ кг}$. Знайка смастерил очень легкий и прочный шар объемом $V=10\text{ м}^3$ и подвесил к нему очень легкую корзину. Далее он измерил, как зависит плотность воздуха от температуры. Результат измерений представлен на рисунке. Потом он стал нагревать воздух в шаре через отверстие в нижней части шара. Какой температуры требуется достичь, чтобы шар с ученым взлетел? Температура окружающего воздуха в день вылета была $t=0^\circ\text{C}$.



2015 год, 7 класс

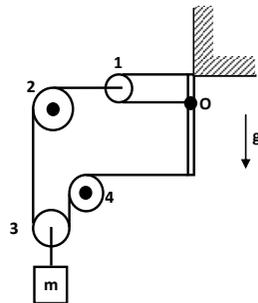
1. Имеется: поваренная соль массой $0,9 \text{ кг}$, два сосуда, весы и две гири массами 5 г и 20 г . Как распределить соль в сосуды: в один – $0,2 \text{ кг}$, в другой – $0,7 \text{ кг}$, при условии, что весами можно пользоваться только три раза?

2. Вася решил методом рядов измерить массу металлического шарика. Положив 5 одинаковых шариков на чашу весов, он уравновесил их разновесами на другой чаше, и записал результат – 64 г . Затем то же самое проделал с 7 шариками, с результатом 80 г . Обнаружив расхождение, он осмотрел весы, и заметил, что к чашке, на которой находились шарики, снизу прилип кусок пластилина (и это произошло до начала измерений.) Определите массу куска пластилина и массу одного шарика.

3. На прямой дороге находятся велосипедист, мотоциклист и пешеход между ними. В начальный момент времени расстояние от пешехода до велосипедиста в 2 раза меньше, чем до мотоциклиста. Велосипедист и мотоциклист начинают двигаться навстречу друг другу со скоростями 18 км/ч и 54 км/ч соответственно. В какую сторону, и с какой скоростью должен идти пешеход, чтобы встретиться с велосипедистом и мотоциклистом в точке их встречи?

4. В массивный эластичный мешок налили воду. Взвесив, узнали, что вес мешка с водой равен $F_0 = 50 \text{ Н}$. Затем, подвесив мешок к пружинным весам, погрузили его в некоторую жидкость. Весы показали, что теперь он весит $F_1 = 41 \text{ Н}$. Найдите показание весов, если окружающую мешок жидкость охладили до температуры $T = -10^\circ\text{C}$, большей ее температуры кристаллизации. Плотность воды $\rho_в = 1000 \text{ кг/м}^3$, плотность льда $\rho_л = 900 \text{ кг/м}^3$. Объем мешка намного меньше объема воды в нем, и им можно пренебречь при решении задачи.

5. В системе, представленной на рисунке масса тела равна $m=4\text{ кг}$. Блоки 2 и 4 закреплены, а 1 и 3 подвижны и невесомы. Нить, проходящая через блок 1, одним концом крепится к точке шарнирного крепления стержня, а другим – к одному из концов этого же стержня. Найдите силу, с которой стержень давит на стенку, если точка крепления делит стержень в отношении 1:3, считая от конца, давящего на стенку.



2015 год, 8 класс

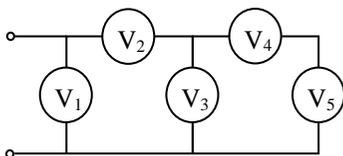
1. Найдите скорость велосипедиста и пешехода, если известно, что при их движении в одном направлении за одну минуту движения пешеход отстаёт от велосипедиста на 210 м , а если, не меняя по величине скорости, они движутся навстречу друг другу, то за каждые 2 минуты расстояние между ними уменьшается на 780 м .

2. Чукча Тима придумал ледяной таймер. Устройство прибора таково, что в цилиндрический сосуд кладется некоторое количества льда при $T_0=0^\circ\text{C}$. За счет теплообмена с окружающей средой лед тает (мощность теплообмена пропорциональна разности температур сосуда и окружающей среды: $P=k\Delta T$). Вода, образовавшаяся от таяния льда, стекает в мензурку. Зная объем получившейся воды можно легко определить прошедшее время, при условии, что температура в чуме постоянна. Обычно температура дома у Тимы равна $T=20^\circ\text{C}$ и за $t_0=1\text{ час}$ тает $m_0=100\text{ г}$ льда. Однажды Тима вышел, забыв закрыть входную дверь и температура в помещении очень быстро опустилась до $T_1=5^\circ\text{C}$. Погуляв некоторое время, Тима вернулся домой и с удивлением обнаружил, что согласно его таймеру прошло всего полчаса. Определите, в течение какого времени гулял Тима.

3. В цилиндрическом проводнике площадь поперечного сечения которого равна S , выделяется тепловая мощность P . Внутри этого

проводника вырезают цилиндр с площадью поперечного сечения $S/4$ и два получившихся проводника подключают последовательно к тому же напряжению. Определите мощность, выделяющуюся теперь на этом участке цепи.

4. Из пяти одинаковых вольтметров собрана цепь. Показания вольтметров составляют: $U_1=5\text{ В}$, $U_2=4\text{ В}$, $U_3=2\text{ В}$, $U_4=1\text{ В}$, $U_5=1\text{ В}$. Известно, что у одного из вольтметров согнута стрелка и его показания неверны. Укажите, какой из вольтметров неисправен. Чему равно истинное напряжение на этом вольтметре?

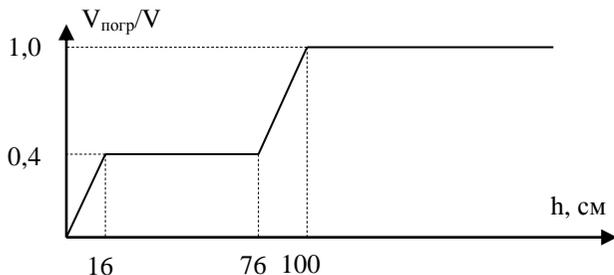


5. На рассеивающую линзу падает цилиндрический пучок света, параллельный главной оптической оси. Диаметр пучка d . За линзой на расстоянии L от неё поставлен экран, на котором получилось круглое светлое пятно диаметром D . Определите величину фокусного расстояния линзы.

Ответы.

2010 год, 7 класс

1. Масса монеты $m=2$ г, баночки $M=12$ г.
2. Скорость эскалатора $u=1,05$ м/с.
- 3.



4. Масса куба 337, г.

5. Взвесить стакан, взвесить стакан с водой, взвесить стакан с жидкостью. $\rho_{ж} = \rho_в \cdot \frac{m_{с+ж} - m_с}{m_{с+в} - m_с}$

2010 год, 8 класс

1. Толщина листа картона $H=1,16$ мм.
2. Скорость ослика $u=v/4$.
3. На высоте $h=31$ см.
4. Рост Пети $h=90,4$ см.
5. Сопротивление $R_I=1,5$ Ом.

2011 год, 7 класс

1. При скорости от 20 км/ч до $21,4$ км/ч.
2. Не более 5 недель назад.
3. Установится давление $P=2,5$ кПа.
4. Плотность материала шара $\rho=500$ кг/м³.
5. Масса баночки $m=12$ г.

2011 год, 8 класс

1. Плотность материала шара $\rho=250$ кг/м³.
2. Скорость остывания чая $\Delta T/t=0,025^\circ\text{C}/\text{с}$.
3. Сопротивление амперметра $R_A=100$ Ом, вольтметра $R_B=900$ Ом.
4. Сопротивление увеличилось в $1,25$ раза.
5. Фокусное расстояние линзы $F=12$ см.

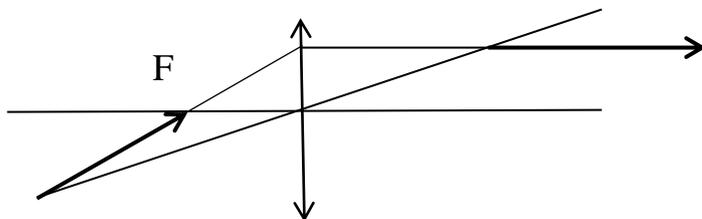
2012 год, 7 класс

1. Время сгорания шнура $t=20$ минут.
2. При высоте столба воды $h=6$ см.
3. Плотность материала шара $\rho=500$ кг/м³.

4. Масса слитка $m=6$ кг.
5. Толщина листа картона $H=2$ мм.

2012 год, 8 класс

1. Плотность материала шара $\rho=5/9$ г/см³=0,556 г/см³.
2. На высоте $h=30$ см.
3. Сопротивление резистора $R=112$ Ом.
4. Сопротивления резисторов $r_1=2$ Ом, $r_2=3$ Ом
- 5.



2013 год, 7 класс

1. а) на расстоянии $L=40$ км; б) время починки $t=1,5$ часа; в) да, удалось; г) нет, остановился в 10 км от поселка.
2. Второй автомобиль приехал раньше на $t=5$ минут.
3. Плотность неизвестной жидкости $\rho=1800$ кг/м³.

$$4. \quad x = \frac{k}{k_1 + k_2} \cdot L$$

5. Расстояние между доской и полом $h=0,75$ м.

2013 год, 8 класс

1. Сосуд можно заполнить доверху, клапан не откроется!

$$2. \quad N = \frac{c_g M (t_g - t)}{(\lambda + c_g t - c_{л} t_{л}) m} \cdot L \quad (\text{с учетом того, что } t_{л} < 0)$$

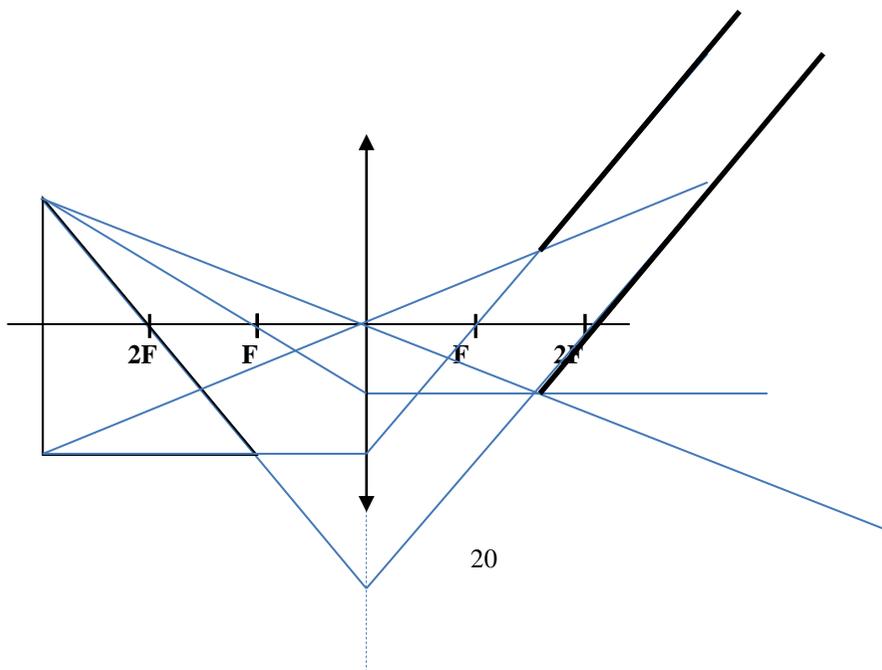
3. Удельная теплота плавления легкоплавкого вещества $\lambda=120 \text{ кДж/кг}$.
4. Сопротивление амперметра $R_A=3 \text{ Ом}$, вольтметра $R_B=290 \text{ Ом}$.
5. Диаметр линзы $D=4 \text{ см}$.

2014 год, 7 класс

1. Грузовик до встречи проехал $L=120 \text{ км}$.
2. Автомобиль проехал расстояние $L=1,125 \text{ км}$.
3. Нет, не оборвется!
4. Объем должен измениться примерно в 769 раз .
5. На расстоянии $L=20 \text{ см}$ от второго груза.

2014 год, 8 класс

1. Удельная теплоемкость куба $c_2=250 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{°C)}$.
2. Амперметр покажет силу тока, равную $I=2,42 \text{ А}$.
- 3.



4. Чебурашка вернется через $t=180$ с
5. Требуется достичь температуры $t^{\circ}=100^{\circ}\text{C}$.

Краткое решение задач 2015 года.

2015 год, 7 класс

1. Решение:

1. Разделяем поровну соль с помощью весов на две кучки по 450 г.
2. Еще раз разделяем одну кучку на две равных – по 225 г.
3. От одной кучки в 225 грамм на весы помещаем 25 грамм соли (только теперь и понадобились гирьки!)

В итоге у нас есть одна кучка массой 200 грамм, а остальные вместе – 700 грамм. Помещаем соль в сосуды, - задание выполнено!

2. Решение:

Весы показывали общую массу всех шариков и куска пластилина. Вычтя из второго значения первое, мы узнаем массу 2 шариков, поделив на два – массу одного: $m=(80-64)/2=8$ г. Теперь легко определим и массу куска пластилина: $M=64-5*8=24$ г.

Ответ: $m=8$ г, $M=24$ г.

3. Решение:

Скорости велосипедиста и мотоциклиста отличаются в три раза, значит и пути, пройденные ими до встречи, также отличаются в три раза – велосипедист проедет $1/4$ часть расстояния между ними. Пешеход находится на расстоянии одной третьей части всего расстояния, - ему придется идти в сторону велосипедиста и пройти $1/3-1/4=1/12$ всего расстояния. Это в 3 раза меньше, чем у велосипедиста – и скорость пешехода также.

Ответ: пешеход должен идти навстречу велосипедисту со скоростью 6 км/ч.

4. Решение:

$F_0 = Mg + mg$ (1), где M – масса воды, а m – масса мешка.

В жидкости на мешок с водой будет действовать сила Архимеда и вес уменьшится на ее величину:

$$F_1 = Mg + mg - F_{A1} \quad (2)$$

$$F_{A1} = \rho_{ж} g V_{в} \quad (3)$$

Из формул (1), (2), (3) получаем $F_0 - F_1 = \rho_{ж} g V_{в} \quad (4)$

Во второй ситуации вода замерзнет и превратится в лед. При этом изменится ее плотность, а значит, и занимаемый объем, изменится и сила Архимеда:

$$F_2 = Mg + mg - F_{A2} \quad (5)$$

$$F_{A2} = \rho_{ж} g V_{л} \quad (6)$$

Из формул (1), (5), (6) получаем $F_0 - F_2 = \rho_{ж} g V_{л} \quad (7)$

Объем воды и объем льда можно выразить из формулы плотности:

$$V_{в} = \frac{M}{\rho_{в}} \quad (8); \quad V_{л} = \frac{M}{\rho_{л}} \quad (9)$$

Из (4) и (8) получаем $(F_0 - F_1) \rho_{в} = \rho_{ж} g M \quad (10)$

Из (7) и (9) получаем $(F_0 - F_2) \rho_{л} = \rho_{ж} g M \quad (11)$

Приравняв левые части уравнений (10) и (11), получим:

$$(F_0 - F_1) \rho_{в} = (F_0 - F_2) \rho_{л} \quad (12)$$

Произведя преобразования, получим ответ в общем виде:

$$F_2 = \frac{F_1 \rho_{в} - F_0 (\rho_{в} - \rho_{л})}{\rho_{л}} = \frac{(41 \cdot 1000 - 50 \cdot (1000 - 900)) \text{ Н} \cdot \text{кг} / \text{м}^3}{900 \text{ кг} / \text{м}^3} =$$

$$= 40 \text{ Н}$$

Ответ: $F_2 = 40 \text{ Н}$

5. Решение:

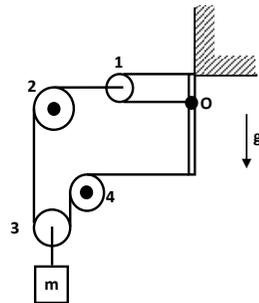
Система находится в равновесии, значит, блок 3 неподвижен. На него действуют две силы натяжения нити и вес груза. Найдем силу натяжения:

$$2T_1 = mg.$$

Отсюда

$$T_1 = mg / 2 = 4 \text{ кг} \cdot 10 \text{ Н} / \text{кг} / 2 = 20 \text{ Н}$$

Неподвижные блоки 2 и 4 только изменяют направление действия силы натяжения. Сама эта нить везде натянута одинаково! Значит, на нижний конец интересующего нас



стержня действует сила $T_1 = 20 \text{ Н}$, направленная влево. Её плечо равно $L_1 = 3L/4$.

Чтобы найти силу натяжения верхней нити, рассмотрим блок 1. На него действует сила T_1 влево и две силы T_2 вправо, так что $2T_2 = T_1$. Отсюда $T_2 = T_1 / 2 = 10 \text{ Н}$.

Один конец этой нити прикреплен к верхнему концу стержня, плечо этой силы равно $L_2 = L/4$

Другой конец этой нити прикреплен к стержню в шарнире, её плечо равно нулю.

Кроме того, на верхний край стержня действует сила со стороны стенки F .

Запишем правило моментов для рычага, учтем, что сила F приложена в той же точке, что и T_2 , и направлена в ту же сторону:

$$(T_2 + F) \cdot \frac{L}{4} = T_1 \cdot \frac{3L}{4}$$

Сократив на $L/4$, Найдем F :

$$F = 3T_1 - T_2 = 3 \cdot 20 \text{ Н} - 10 \text{ Н} = 50 \text{ Н}$$

При взаимодействии силы равны, поэтому и стержень давит на стенку с силой 50 Н

Ответ: **50 Н**

2015 год, 8 класс

1. Решение:

Обозначим скорость велосипедиста v_1 , скорость пешехода v_2 . При движении в одном направлении $S_1 = (v_1 - v_2) \cdot t_1$ При движении во встречном направлении $S_2 = (v_1 + v_2) \cdot t_2$. Поделим первое уравнение на t_1 , второе – на t_2 , и сложив их, получим:

$$2v_1 = \frac{S_1}{t_1} + \frac{S_2}{t_2}. \text{ Найдем скорость велосипедиста:}$$

$$v_1 = \frac{1}{2} \left(\frac{S_1}{t_1} + \frac{S_2}{t_2} \right) = \frac{1}{2} \left(\frac{210 \text{ м}}{1 \text{ мин}} + \frac{780 \text{ м}}{2 \text{ мин}} \right) = \frac{300 \text{ м}}{\text{мин}} = \frac{300 \text{ м}}{60 \text{ с}} = 5 \text{ м/с}$$

Выразим скорость пешехода из первого уравнения, используя полученное значение скорости велосипедиста:

$$v_2 = v_1 - \frac{S_1}{t_1} = 5 \text{ м/с} - \frac{210 \text{ м}}{60 \text{ с}} = 5 \text{ м/с} - 3,5 \text{ м/с} = 1,5 \text{ м/с}$$

Ответ: $v_1 = 5 \text{ м/с}$, $v_2 = 1,5 \text{ м/с}$

2. Решение:

Выведем формулу, которая описывает, как работает таймер. Полученное льдом количество теплоты идет на его плавление:

$Q = \lambda m$ (1). Формула мощности $P = \frac{Q}{t}$ (2). По условию,

$P = k\Delta T$ (3). Приравняем правые части последних уравнений, подсчитав выражения для количества теплоты из первого,

получим: $k\Delta T = \frac{\lambda m}{t}$ (4). Запишем это уравнение для первого

случая, а затем для второго: $k(T - T_0) = \frac{\lambda m_0}{t_0}$ (5),

$k(T_1 - T_0) = \frac{\lambda m_1}{t_1}$ (6). В последнем уравнении время t_1 - это время

прогулки Тимы, которое мы должны найти. Масса m_1 - это масса растаявшего льда во втором случае. Согласно таймеру, (а он не учитывал изменение температуры в чуме!), она в два раза меньше m_0 , а значит $m_1 = 50 \text{ г}$. Поделим теперь уравнение (5) на (6). После

сокращения подобных получим: $\frac{T - T_0}{T_1 - T_0} = \frac{m_0 t_1}{m_1 t_0}$ (7) Отсюда уже

выразим искомое:

$$t_1 = \frac{T - T_0}{T_1 - T_0} \cdot \frac{m_1 t_0}{m_0} = \frac{20^\circ\text{C}}{5^\circ\text{C}} \cdot \frac{50 \text{ г}}{100 \text{ г}} \cdot 1 \text{ час} = 2 \text{ часа}$$

Ответ: $t_1 = 2 \text{ часа}$.

3. Решение:

Формула мощности $P = \frac{U^2}{R}$. Поскольку напряжение на концах участка цепи не изменилось, то мощность во втором случае меньше во столько раз, во сколько раз увеличилось сопротивление. Формула зависимости сопротивления проводника от

геометрических параметров $R = \frac{\rho L}{S}$, значит, во втором случае мы имеем два последовательно соединенных проводника с

сопротивлениями $R_1 = \frac{\rho L}{S - S/4} = \frac{4}{3} \cdot \frac{\rho L}{S} = \frac{4}{3} \cdot R$ и

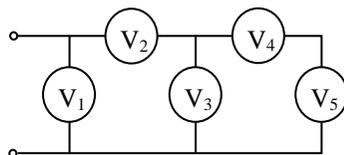
$R_2 = \frac{\rho L}{S/4} = \frac{4}{1} \cdot \frac{\rho L}{S} = \frac{4}{1} \cdot R$. Общее сопротивление в данном случае равно сумме сопротивлений:

$R = R_1 + R_2 = \frac{4}{3} \cdot R + \frac{4}{1} \cdot R = \frac{16}{3} \cdot R$. Новая мощность $P_1 = \frac{3}{16} \cdot P$

Ответ: $P_1 = \frac{3}{16} \cdot P$

4. Решение:

Все вольтметры одинаковые – это означает, что и сопротивления их тоже одинаковы! Рассмотрим два вольтметра, V_4 и V_5 . Они соединены



последовательно, значит, сила тока в них одинакова. По закону Ома $U = IR$, следовательно, и напряжения на них одинаковые! Значит, они дают верные показания.

При параллельном соединении напряжения равны, а при последовательном – суммируются, значит вольтметр V_3 должен показывать $2V$, что он и делает, - его показания верные.

Для второго вольтметра рассуждения будут немного сложнее:

$$U_2 = I_2 R = (I_3 + I_4) R = \left(\frac{U_3}{R} + \frac{U_4}{R} \right) \cdot R = U_3 + U_4 = 3V$$

Этот вольтметр показывает 4 В, - значит, именно он и неисправен!
 На всякий случай, проверим, что должен показывать первый вольтметр: $U_1 = U_2 + U_3 = 3 \text{ В} + 2 \text{ В} = 5 \text{ В}$. Его показания правильные.

Ответ: неверны показания второго вольтметра. Верно $U_2 = 3 \text{ В}$.

5. Решение:

Рассмотрим луч, лежащий на краю пучка – граничный. Этот луч и определяет границу светлого пятна на экране.

Если на рассеивающую линзу падает луч, параллельный главной оптической оси, то, преломившись линзой, он идет дальше так, будто вышел из фокуса линзы.

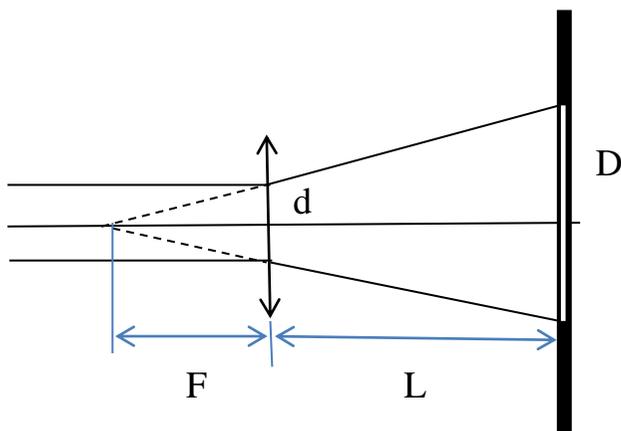
Построим соответствующий чертеж:

На чертеже видны два подобных треугольника. Напишем

уравнение подобия: $\frac{d}{D} = \frac{F}{F+L}$. Отсюда $d \cdot (F+L) = F \cdot D$ и

$$F = \frac{dL}{D-d}$$

Ответ: $F = \frac{dL}{D-d}$



Неформальные правила оформления работ на олимпиаде

Логика оформления

Районные и городские олимпиады старшеклассников по физике являются письменными. Это означает, что для успешного выступления вам придется не только решить предложенные задачи, но и надлежащим образом их оформить. И хотя на олимпиаде по физике неумение четко и правильно записать свое решение наказывается менее строго чем, скажем, на олимпиаде по математике, к оформлению задач стоит подойти предельно ответственно. Кроме того, очень важно суметь самому проверить свою работу и найти в ней ошибки до того, как это сделает жюри. Представленные ниже советы должны помочь вам в этом нелегком деле.

- Как это ни банально звучит, первое, что нужно сделать - это внимательно прочесть условие задачи и решить именно ту задачу, которую вас просят. К сожалению, этому совету следуют далеко не все участники олимпиады.
- Если у вас получилось, что масса человека равна минус двум тоннам, его скорость больше скорости света, а заряд - три атмосферы, то, наверное, вы где-то ошиблись. Обязательно следует проверить размерность ответа, его знак, ну и, наконец, просто его разумность. Также следует проверить, удовлетворяет ли этот ответ возможным предельным случаям.
- Если вы не можете решить задачу до конца, но чувствуете, что вам удалось хоть чуть-чуть приблизиться к решению, не пытайтесь скрыть это от жюри. При проверке существует так называемая разбалловка, в которой все наиболее вероятные решения разбиты на несколько пунктов и за каждый из них начисляются некоторые баллы. Поэтому, даже не решив полностью задачу, вы можете получить за нее довольно приличное количество баллов.
- Жюри прочтет в вашей работе ровно то, что в ней действительно написано. На апелляции речь будет идти

именно о вашей работе, а не о том, как вы прекрасно решили задачу "на самом деле". Таким образом, не следует писать одно, подразумевать второе, а иметь в виду третье.

- Старайтесь не писать слишком коротких и слишком длинных решений. Помните, вы находитесь на олимпиаде, а не на экзамене. Поэтому необходимо обосновывать конкретное применение тех или иных физических законов к данной задаче, но совершенно лишним является обоснование самих этих законов. Не нужно тратить свое время на объяснение того, что такое равноускоренное движение, электромагнитная индукция и правило рычагов. За это вас, конечно, не поругают, но и дополнительных баллов не поставят.
- Старайтесь соблюдать разумный баланс между количеством текста и формул. Очень странно выглядят решения, состоящие из идущих друг за другом формул без всяких комментариев. С другой стороны, трактаты размером в несколько тетрадей выглядят еще более странно.

Техника оформления

Все предыдущие пункты касались логики оформления. Теперь же мы приведем несколько советов непосредственно по технике оформления. Необходимо только отметить, что это именно советы, а не какие-либо строгие правила. Все они диктуются только практическим удобством и здравым смыслом. За пренебрежение ими вас, естественно, никто наказывать не будет. В свою очередь, их соблюдение поможет облегчить как вашу жизнь при написании решения, так и жизнь жюри, пытающегося разобраться в том, что вы написали.

- Вовсе не нужно переписывать в работе условия задач. Проверяющий, как правило, знает их и так.
- Лучше всего использовать в решении обозначения, введенные в условии. Если по каким-либо причинам это невозможно, следует обязательно пояснить ваши обозначения. Желательно, чтобы это было видно сразу же при чтении решения. Это же касается и введенных вами

новых величин.

- Все формулы следует делать выносными (писать в отдельной строчке).
- Постарайтесь расположить решения в вашей работе так, чтобы их было легко найти. Обязательно начертите на обложке работы таблицу, в которой пометьте задачи, по которым вы что-нибудь написали (в чистовике), знаком плюс. Дело в том, что для достижения максимального единообразия в оценке все работы проверяются по конвейеру, и один член жюри проверяет не всю работу сразу, а, как правило, только одну задачу. Поэтому часто приходится бесполезно тратить довольно много времени на поиск решения в работе.
- Политика жюри относительно черновиков следующая. Сдавать черновик или нет - это ваше личное дело. При наличии он просматривается всегда, безотносительно к тому, писали ли вы что-нибудь по этой задаче в чистовике. Другое дело, что из-за большого количества работ иногда это делается не очень внимательно. Поэтому черновик является, в основном, дополнительным аргументом на апелляции. Далее, за черновик ставятся только положительные баллы. То есть, если в чистовике у вас написано правильное утверждение, а в черновике - нет, вас не оштрафуют.
- К сожалению, у многих участников олимпиад есть тайное хобби писать решения по диагонали снизу вверх, и к тому же всех задач одновременно. Если вы разделяете их симпатии, то, пожалуйста, пронумеруйте страницы и напишите оглавление. Ведь если жюри что-то не найдет в вашей работе, пострадаете в первую очередь вы.

TextbyАлександр Шапиро

22/01/02

(взято из Интернета)

Учебное издание

**Задачи олимпиад по физике
Летней школы ЮФМЛ
2010-2015 гг.**

Составитель

Ильин Александр Борисович
(iab@uriit.ru)

Югорский физико-математический лицей
г. Ханты-Мансийск, ул. Мира, 151

Перечень ежегодных мероприятий ЮФМА для школьников округа

- 1. Научная сессия старшеклассников округа (осенняя школа)** (9-10 классы, осенние каникулы).
- 2. Региональные интернет-олимпиады** по математике, физике, информатике, химии, экологии, истории ХМАО, географии ХМАО (8-10 классы, октябрь- ноябрь)
- 3. Учебно-тренировочные сборы для членов сборных округа** (март-апрель).
- 4. Летняя профильная школа** (7-8 классы, июнь, математика, физика, информатика).
- 5. Заочное подготовительное отделение** (9 класс, октябрь-май, математика, физика).
- 6. Окружной физико-математический турнир** (9 класс, апрель-май, математика, физика)

Информация о всех мероприятиях размещается на сайте лица и рассылается во все муниципальные образования округа в Информационных письмах лица и Департамента образования округа.

Сайт лица: ugrafmsh.ru