

МАТЕРИАЛЫ ЗАДАНИЙ
отборочного этапа
олимпиады школьников «Наследники Левши»
Тульского государственного университета по физике

Тула 2013



ФГБОУ ВПО «Тульский государственный университет»

Олимпиада школьников
«НАСЛЕДНИКИ ЛЕВШИ» — 2012/13
по физике

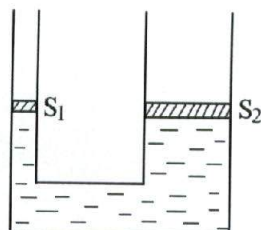


Отборочный этап

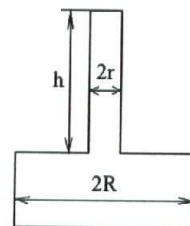
8 класс

1. Из пункта А в пункт В регулярно через каждые 10 минут выходят автобусы, движущиеся с постоянной скоростью 60 км/ч. В тот момент, когда из А отправляется один из очередных автобусов, из пункта В в пункт А выходит грузовик со скоростью 60 км/ч. Сколько автобусов встретит в пути шофер грузовика, если расстояние АВ = 60 км?

2. Два сообщающихся сосуда заполнены водой и закрыты легкими поршнями, площади которых $S_1 = 100 \text{ см}^2$ и $S_2 = 200 \text{ см}^2$. Система находится в равновесии. В этом положении на больший поршень помещают гирю массой $m = 1 \text{ кг}$. Сколько тепла выделится в системе при переходе в новое положение равновесия? Плотность воды равна $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$, ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.



3. Сосуд без дна, имеющий форму и размеры, изображенные на рисунке, стоит на столе. Края сосуда плотно прилегают к поверхности стола. Масса сосуда m . В сосуд наливают жидкость. После того, как уровень достигнет высоты h , сосуд под действием жидкости приподнимается. Определить плотность налитой жидкости.



4. Двигатели реактивного самолета развивают среднюю силу тяги $F = 60000 \text{ Н}$. Какая масса керосина будет израсходована при перелете на расстояние $S = 8600 \text{ км}$, если КПД двигателей $\eta = 25\%$? Удельная теплота сгорания керосина $q = 4,3 \cdot 10^7 \text{ Дж/кг}$.

5. Сосуд квадратного сечения заполнен водой до высоты $h = 80 \text{ см}$. Если сила давления на боковую стенку сосуда в 2 раза меньше, чем на его дно, то чему равна сторона квадрата?

Ответы

1	2	3	4	5
11 в пути, по одному в пунктах А и В	0,83 Дж	$\rho = \frac{m}{\pi(R^2 - r^2)h}$	48 тонн	20 см



ФГБОУ ВПО «Тульский государственный университет»

**Олимпиада школьников
«НАСЛЕДНИКИ ЛЕВШИ» — 2012/13
по физике**



Отборочный этап

9 класс

- Почтовая связь между пристанями М и К осуществляется двумя катерами. В условленное время катера отплывают от своих пристаней, встречаются, обмениваются почтой и возвращаются обратно. Если они отплывают от своих пристаней одновременно, то катер, выходящий из М, тратит на путь в оба конца $t_1 = 3$ часа, а катер из К — $t_2 = 1,5$ часа. Скорости обоих катеров относительно воды одинаковы. Определить на сколько позже должен отплыть катер из М после отплытия катера из К, чтобы оба катера находились в пути одно и то же время.
- На дне аквариума лежит пластинка стекла в форме диска радиусом $R=10$ см., толщиной $d = 0,5$ см, плотностью $\rho = 2500$ кг/м³. Чтобы ее достать, в аквариум опустили трубку радиусом $r = 5$ см, плотно прижали к стеклу, выкачали из трубки воду и стали её медленно поднимать вверх. Определить до какого расстояния h от поверхности воды можно поднять диск.
- Струя воды из шланга вытекает с постоянной скоростью $v_0 = 7$ м/с. Школьники поспорили, у кого струя воды будет бить дальше и экспериментировали, меняя угол наклона шланга к горизонту. Какая дальность полета оказалась у победителя?
- При ремонте бытовой электрической плитки её спираль была укорочена на 0,2 первоначальной длины. Как изменилась при этом электрическая мощность плитки?
- Как должна измениться мощность мотора насоса, чтобы он стал перегонять через узкое отверстие вдвое большее количество воды в единицу времени?

Ответы

1	2	3	4	5
на 45 мин	3 см	4,9 м	увеличилась в 1,25 раза	возрасти в 8 раз



ФГБОУ ВПО «Тульский государственный университет»

Олимпиада школьников
«НАСЛЕДНИКИ ЛЕВШИ» — 2012/13
по физике



Отборочный этап

10 класс

1. На концах гладкой непроводящей трубки длиной $2a$ закреплены положительные заряды одинаковой величины $+Q$. На расстоянии b ($b < a$) от середины трубки помещают заряд $+q$ и отпускают его без начальной скорости. Определить ускорение и скорость заряда q в момент времени, когда он проходит через середину трубки. Масса заряда m .
2. Часы с маятником спешат на поверхности Земли на $\Delta t = 1,5$ минуты в сутки. На какой высоте над поверхностью Земли они будут идти верно? Радиус Земли $R = 6350$ км.
3. Два тела массами $m_1 = 2$ кг и $m_2 = 3$ кг брошены одновременно с поверхности земли под углом $\alpha = 60^\circ$ к горизонту каждое. Тела брошены с одинаковыми начальными скоростями 10 м/с так, что их движение оказалось во взаимно перпендикулярных плоскостях. В наивысшей точке подъема тела абсолютно не упруго столкнулись между собой. Найти количество тепла, выделившееся при столкновении.
4. По наклонной плоскости пустили катиться снизу вверх шарик. На расстоянии $\ell = 30$ см от начала бруска шарик побывал дважды: через $t_1 = 1$ с и $t_2 = 2$ с после начала движения. Определить начальную скорость и ускорение шарика, считая его постоянным.
5. Резиновый шар объемом $V_1 = 6$ л, наполненный идеальным газом при температуре $t = 17^\circ\text{C}$, находится в воде на глубине $h = 10$ м. Давление внутри шара равно внешнему давлению. Плотность оболочки шара равна плотности воды. К шару прикреплен груз объемом $V = 5$ л и плотностью $\rho = 1598 \text{ кг/м}^3$. На сколько градусов Цельсия нужно повысить температуру внутри шара, чтобы шар начал подниматься вверх? Принять, что $g = 10 \text{ м/с}^2$, молярная масса газа $\mu = 0,0415 \text{ кг/моль}$, универсальная газовая постоянная $R = 8,3 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$, атмосферное давление $P_0 = 10^5$ Па.

Ответы

1	2	3	4	5
$a=0; v = 2b \sqrt{\frac{qQ}{a(a^2 - b^2)}}$	6,4 км	30 Дж	$a=0,3 \text{ м/с}, V_0 = 0,45 \text{ м/с}$	на 10°C



ФГБОУ ВПО «Тульский государственный университет»

Олимпиада школьников
«НАСЛЕДНИКИ ЛЕВШИ» — 2012/13
по физике



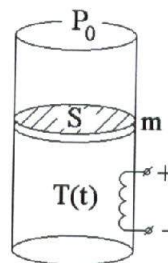
Отборочный этап

11 класс

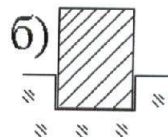
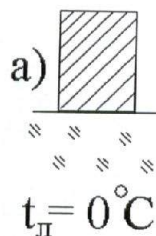
1. Деформация вертикально расположенной легкой пружины, удерживающей гирю, составляет 4 см (см. рис.). Чтобы увеличить деформацию пружины на 50%, медленно надавливая на груз в вертикальном направлении, надо совершить работу 0,3 Дж. Определите коэффициент жесткости пружины.



1. В вертикальном цилиндрическом сосуде с гладкими стенками горизонтальный поршень массы $m = 8$ кг и площадью $S = 40$ см² удерживается в равновесии аргоном в количестве 3 моль при температуре $T_0 = 300$ К. Газ начали медленно нагревать так, что его температура стала линейно изменяться во времени по закону $T = T_0 + a \cdot t$, где постоянная $a = 0,03$ К/сек. Найти скорость поршня через 4 минуты. Атмосферное внешнее давление $P_0 = 10^5$ Па; $g = 10$ м/с²; газ считать идеальным.



3. Цилиндр из легкого сплава массы $m = 600$ г нагрели до температуры $t_0 = 850$ °С и поставили на горизонтальную поверхность толстого слоя льда, температура которого $t_{\text{л}} = 0$ °С (см. рис. а). При плавлении льда в нем образуется цилиндрическая лунка с чуть большим радиусом, чем у цилиндра (рис. б), вода вытесняется на поверхность в виде тонкого слоя, а цилиндр погружается в лунку, при этом он окружен снизу и с боков тонким слоем воды, объемом которого можно пренебречь.



Какой объем воды выльется через края лунки к моменту достижения теплового равновесия? Считать, что теплообмен происходит только между цилиндром, слоем льда и водой. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

Справочные данные: теплоемкости: сплава 2000 Дж/кг·К; воды 4200 Дж/кг·К;

теплота плавления льда $\lambda = 3,3 \cdot 10^5$ Дж/кг;

плотности: сплава 800 кг/м³; воды 1000 кг/м³; льда 900 кг/м³.

4. Шайба ударяется о горизонтальную поверхность льда под углом 45° и отскакивает под углом 45° , потеряв половину кинетической энергии. Найдите коэффициент трения скольжения шайбы о поверхность льда. Действие силы тяжести за время удара не учитывайте. Движение шайбы поступательное.

5. Закрепленный заряженный воздушный конденсатор имеет размеры обкладок $a=8$ см и $b=2,5$ см, а расстояние между ними $d=4$ мм. Поверхность тонкой диэлектрической пластинки с диэлектрической проницаемостью $\varepsilon=1,5$, массой $m=60$ г имеет такие же размеры как и у обкладок конденсатора, но толщина ее равна $d_1=\frac{d}{3}$. Пластинку разместили в конденсаторе параллельно

обкладкам так, что снаружи осталась часть $l_1=\frac{a}{4}$. Какую максимальную скорость может иметь пластинка при дальнейшем движении между обкладками, если заряд конденсатора равен $q=5$ мкКл? Трением и краевыми эффектами пренебречь.

Ответы

1	2	3	4	5
1500Н/м	$1,6 \cdot 10^3$, скорость постоянна	0,54 литра	0,172	1,5 м/с

МАТЕРИАЛЫ ЗАДАНИЙ
заключительного этапа
олимпиады школьников «Наследники Левши»
Тульского государственного университета по физике

Тула 2013



ФГБОУ ВПО
«Тульский государственный универ-
ситет»



Олимпиада школьников
«НАСЛЕДНИКИ ЛЕВШИ» — 2012/13
по физике
Заключительный этап
8 класс
время решения — 180 минут

1. Две машины движутся с постоянными скоростями $\vartheta_1 = 54 \text{ км/ч}$ и $\vartheta_2 = 72 \text{ км/ч}$ по двум взаимно перпендикулярным шоссе. На каком расстоянии друг от друга окажутся автомобили через 10 мин. после встречи у перекрестка?
2. Кусок металла, представляющий собой сплав меди и серебра, в воздухе весит $P_1 = 2,93 \text{ Н}$, а при погружении в воду его вес равен $P_2 = 2,64 \text{ Н}$. Сколько меди содержится в этом куске сплава? Плотность воды $\rho = 10^3 \text{ кг/м}^3$, меди $\rho_1 = 8,9 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$, серебра $\rho_2 = 10,5 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$. Плотностью воздуха пренебречь. Ускорение свободного падения $g = 9,8 \text{ м/с}^2$. Ответ дать в граммах с точностью до целых.
3. Сопротивление проволоки $R = 36 \text{ Ом}$. Когда ее разрезали на N равных частей и соединили эти части параллельно, сопротивление полученного резистора оказалось равным $r = 1 \text{ Ом}$. На сколько частей разрезали проволоку?
4. Рычаг длиной $L = 1 \text{ м}$ на концах которого подвешены грузы массой $m_1 = 3 \text{ кг}$ и $m_2 = 2 \text{ кг}$, находится в равновесии. К каждому грузу добавили по перегрузку массой $\Delta m = 1 \text{ кг}$. На какое расстояние нужно переместить точку опоры рычага, чтобы восстановить равновесие?
5. Невесомый стержень может вращаться без трения вокруг горизонтальной оси, перпендикулярной стержню. По разные стороны от оси на расстояниях $\ell_1 = 0,6 \text{ м}$ и $\ell_2 = 1,2 \text{ м}$ от нее на стержне закреплены грузы, массы которых $m_1 = 1 \text{ кг}$ и $m_2 = 2 \text{ кг}$ соответственно. Стержень, первоначально расположенный горизонтально, отпускают без толчка. Найти скорость большего груза в тот момент, когда стержень проходит вертикальное положение. Принять $g = 10 \text{ м/с}^2$.



ФГБОУ ВПО
«Тульский государственный
университет»

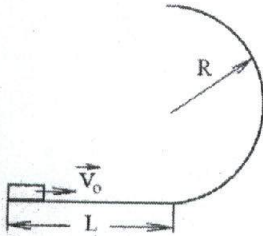
Олимпиада школьников
«НАСЛЕДНИКИ ЛЕВШИ» — 2012/13
по физике

Заключительный этап

9 класс

время решения — 180 минут



1. Лодка движется в реке по траектории, представляющей собой квадрат со стороной $a = 20$ м. Две стороны квадрата параллельны берегам реки. Скорость лодки относительно воды $v = 2,5$ м/с. Скорость течения реки $u = 1,5$ м/с. Какое время потребуется лодке для преодоления всего пути?
2. На краю желоба, размеры которого указаны на рисунке, лежит небольшая шайба. Изогнутая часть желоба гладкая и расположена в вертикальной плоскости. На горизонтальной части коэффициент трения равен $\mu = 0,2$. Какой должна быть начальная скорость шайбы, чтобы она после резкого удара, описав полуокружность, упала в исходную точку? $L = 0,5$ м, $R = 0,2$ м.
 
3. При отрицательной калорийческой диете используется вода при температуре $t_0 = 0^\circ\text{C}$. Когда человек выпивает эту воду, организм выделяет энергию, чтобы нагреть ее до температуры человеческого тела $t_1 = 37^\circ\text{C}$. Человеку надо компенсировать поступление с пищей 100 ккал (1 ккал эквивалентна 4,2 Дж). Если в наличии есть вода комнатной температуры $t_2 = 20^\circ\text{C}$ и кусочки тающего льда, то какую массу воды m_1 и льда m_2 надо взять, чтобы получить необходимое количество ледяной воды? Удельная теплота плавления льда $\lambda = 330$ кДж/кг, удельная теплоемкость воды $c = 4200$ Дж/(кг·K), плотность воды $\rho = 1000$ кг/м³.
4. Из куска проволоки сопротивлением $R = 10$ Ом сделали кольцо. Где следует присоединить провода, подводящие ток, чтобы сопротивление равнялось $r = 1$ Ом? (Найти отношение ℓ_2/ℓ_1).
5. Через легкий блок, прикрепленный к потолку спортивного зала, перекинута легкая веревка, по свешивающимся концам которой поднимаются два гимнаста. Первый гимнаст массой $m_1 = 63$ кг приближается к потолку с постоянной скоростью. С каким ускорением относительно земли поднимается второй гимнаст массы $m_2 = 60$ кг?



ФГБОУ ВПО
«Тульский государственный
университет»



Олимпиада школьников
«НАСЛЕДНИКИ ЛЕВШИ» — 2012/13
по физике
Заключительный этап
10 класс
время решения — 180 минут

1. С сосны высотой $H = 16$ м одновременно с выстрелом охотника падает без начальной скорости шишка. Под каким углом к горизонту целился охотник, стоящий на расстоянии $L = 30$ м от дерева, если он попал в шишку? Рост охотника $h = 170$ см.
2. Спутник движется по круговой орбите в плоскости экватора на высоте равной радиусу Земли. С какой скоростью должен перемещаться наземный наблюдатель, чтобы спутник появлялся над ним каждые 5 часов? Направление движения спутника и вращения Земли совпадают. Радиус Земли $R = 6,37 \cdot 10^6$ м. Ускорение свободного падения принять равным $g = 9,8$ м/с².
3. Материальная точка движется по оси ОХ по закону $x = 0,1 \sin(\pi t)$. Найдите среднюю скорость на пути, пройденном материальной точкой, за время от $t_1 = 0$ до $t_2 = 1,5$ с.
4. Вертикально расположенный сосуд разделен на две равные части тяжелым теплонепроницаемым поршнем, который может скользить без трения. В верхней части находится водород при температуре T и давлении P . В нижней кислород при температуре $2T$. Сосуд перевернули. Чтобы поршень остался на месте, пришлось охладить кислород до температуры $T/2$, температура водорода осталась прежней. Определить давление кислорода в обоих случаях.
5. Суммарная мощность, выделяющаяся на резисторах, сопротивление которых $R_1 = 9$ Ом и $R_2 = 4$ Ом, одинакова при последовательном и параллельном соединениях резисторов. Найти внутреннее сопротивление источника тока, питающего эти резисторы.



ФТБОУ ВПО
«Тульский государственный
университет»

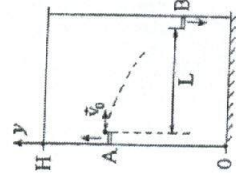


Олимпиада школьников
«НАСЛЕДНИКИ ЛЕВШИ» — 2012/13
по физике

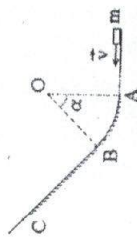
Заключительный этап

III класс

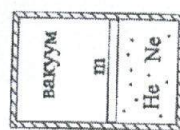
время решения — 180 мин



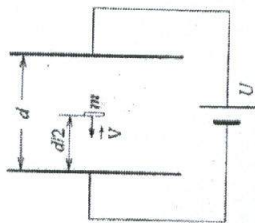
1. Для ремонта лестничного здания рядом с соседним подвезом были установлены лифты для подъема и спуска строительных материалов на высоту $H = 30$ м. Платформа левого лифта A начинает свое движение снизу, а платформа правого лифта B начинает двигаться одновременно с ним, но сверху. При работе лифта первую половину своего пути проходит с ускорением $a = 5$ м/с², а вторую половину тормозит с таким же ускорением до полной остановки в конечной точке. Когда лифт A пройдет расстояние $h = 2H/3$, малая, находящийся в нем, облая кой кусочек застылого бетона на правом краю своей платформы, придав ему скорость $v_0 = 2$ м/с относительно платформы в горизонтальном направлении, и этот кусочек попал точно в левый край платформы B . Сколько времени летел кусочек, на какой высоте произошло падение и каково расстояние L между платформами? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с², сопротивлением воздуха пренебречь.



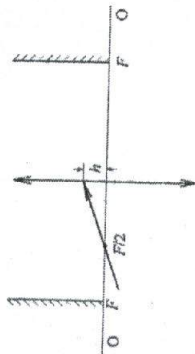
2. Маленький мальчик играет с деревянным бруском массы $m = 50$ г из набора для детского творчества. Построив горку, он двигает брусок с постоянной скоростью $v = 10$ см/с, толкая его вдоль траектории движения бруска (движение бруска в вертикальной плоскости). Оказалось, что первая часть траектории AB представляет собой часть дуги радиусом $R = OA = 20$ см, угловые размеры которой $\alpha = 30^\circ$, а вторая часть $BC = 40$ см это прямолнейное продолжение, касательное к дуге AB . Коэффициент трения бруска о поверхность горки везде одинаков и равен $\mu = 0.4$. Во сколько раз отличается работа, совершенная мальчиком на этих двух участках горки, если отрезок OA вертикален? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².



3. Вертикальный цилиндрический теплоизолированный сосуд с гладкими стенками разделен на две части подвижным поршнем массой $m = 200$ мг, который разделен из пористого материала. В нижней части цилиндра находится смесь гелия и неона в количестве $V_1 = 0.4$ моль и $V_2 = 0.6$ моль соответственно при температуре 177°C , а в верхней части был вакуум. Оказалось, что через малые поры поршня могут проходить только маленькие молекулы гелия, но не неона. Когда установилось новое равновесие, поршень переместился. На сколько при этом изменилась температура смеси (в $^\circ\text{C}$)? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с², газы считать идеальными. Ответ округлить до целых.



4. Посредние между обкладками плоского воздушного конденсатора, подключенного к идеальному источнику постоянного напряжения $U = 1000$ В, помещали тонкую незаряженную металлическую пластинку площадью $S = 1$ м² и массой $m = 0.1$ г. Затем ее толкали со скоростью $V = 1.77$ м/с в направлении, перпендикулярном одной из обкладок. При абсолютно упругом ударе с обкладкой пластинка мгновенно получает заряд, поверхностная плотность которого равна поверхностной плотности заряда обкладки. Через какое время после толчка кинетическая энергия пластинки увеличится в 25 раз? Расстояние между обкладками $d = 1$ см. Плоскости пластинки и обкладок все время параллельны, силы гравитации отсутствуют, краевыми эффектами и сопротивлением воздуха пренебречь. Считать, что электрическое поле пластинки не влияет на распределение заряда на обкладках конденсатора, а размеры пластинки намного меньше размеров обкладок. Электрическая постоянная $\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м.

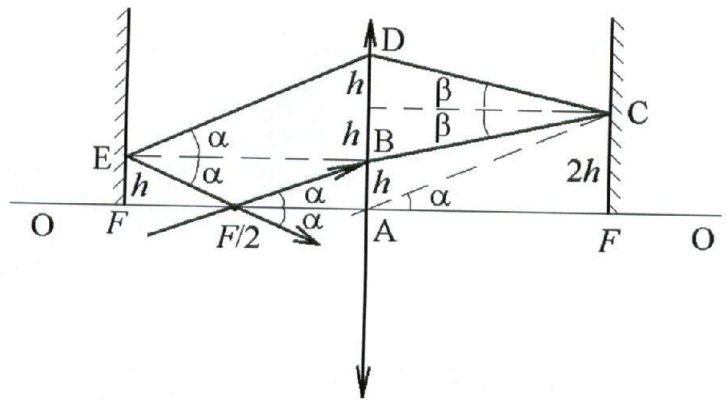


5. В фокальных плоскостях собирающей линзы с фокусным расстоянием F расположены плоские зеркала, как показано на рисунке. На линзу падает луч света, пересекая главную оптическую ось на расстоянии $F/2$, а саму линзу на расстоянии h от центра линзы, причем $h = 10^{-3}$. В какой точке и под каким углом (в градусах) отраженный от второго зеркала после прохождения этой оптической системы луч пересечет перпендикулярный луч? Для малых углов принять $\sin \alpha \approx \alpha$, $\cos \alpha \approx 1$ (рад).

Ответы

Класс	Задание 1	Задание 2	Задание 3	Задание 4	Задание 5
8	15 км	65 г	6	2,86 см	4 м/с
9	45 с	3,62 м/с	2,152кг; 0,548кг	8	0,5 м/с ²
10	30°	110 м/с	0,2 м/с	$P_2=1,6 P_1$ $P_2^1=0,4 P_1$	6 Ом
11	через 3,24 с на вы- соте 0 м; $L=6,48$ м	5,05 раза	86°	10,82 с	0,23° (см. рис.)

Рисунок к заданию 5 для 11 класса:



Ректор
ФГБОУ ВПО «Тульский государственный университет»,
председатель оргкомитета
олимпиады «Наследники Левши» по физике
Грязев Михаил Васильевич

