



**ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ «ЛОМОНОСОВ»
2010–2011 учебный год**

***ЗАДАНИЕ ОТБОРОЧНОГО ЭТАПА
ПО ФИЗИКЕ***

Инструкция для участника олимпиады

Задание отборочного этапа олимпиады «Ломоносов» по физике состоит из 10 задач различного уровня сложности. Для решения первых трех задач достаточно знаний в рамках программы по физике для 7-х – 9-х классов общеобразовательных учреждений. Задачи с четвертой по шестую составлены в расчете на учащихся 10-х классов общеобразовательных учреждений базового уровня. Наконец, последние 4 задачи (с седьмой по десятую) предназначены для учащихся 11-х классов общеобразовательных учреждений базового и профильного уровней.

Победители и призеры отборочного тура олимпиады будут определяться для каждой категории учащихся (девятые, десятые и одиннадцатые классы) отдельно, исходя из количества правильно решенных задач. Поэтому десятиклассникам, претендующим на победу в отборочном туре, рекомендуется решить первые шесть задач, а одиннадцатиклассникам – все десять задач.

Участники должны обратить внимание на выполнение следующих требований к оформлению решений задач.

1. Все физические законы, используемые при решении задач, должны быть названы и сформулированы, а их применимость в каждом конкретном случае обоснована.
2. На основании физических законов, а также дополнительных соотношений, следующих из условия задачи, должна быть записана система уравнений.
3. Должно быть получено решение этой системы уравнений сначала в общем виде, а затем, после подстановки числовых данных (если они заданы в условии задачи), также ответ в виде числа с указанием единиц измерения.
4. Ответ в общем и числовом виде должен быть выписан в конце решения задачи на отдельной строке.

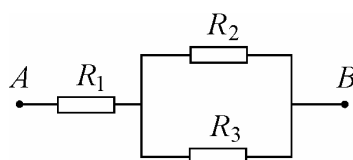
Желаем успеха!

Задание отборочного этапа олимпиады «Ломоносов» по физике

1. На обочине прямолинейного участка шоссе установлены на равных расстояниях друг от друга четыре столбика. Мотоциклист разгоняется по шоссе, двигаясь с постоянным ускорением. При этом отрезок пути между первым и вторым столбиками он преодолевает за время $t_1 = 2$ с, а отрезок пути между вторым и третьим столбиками – за время $t_2 = 1$ с. Каково время t_3 движения мотоциклиста на отрезке пути между третьим и четвертым столбиками?

2. К дну кастрюли примерз кусок льда, имеющий температуру 0°C . В кастрюлю налили воду при 0°C в таком количестве, что она полностью покрыла кусок льда. При этом высота уровня воды составила $h_0 = 20$ см. После того, как содержимому кастрюли передали $Q = 60$ кДж теплоты, $\eta = 10\%$ льда растаяло, а оставшийся лед поднялся на поверхность воды. На какой высоте h оказался при этом уровень воды в кастрюле? Кастрюля имеет цилиндрическую форму, площадь ее поперечного сечения $S = 200$ см².

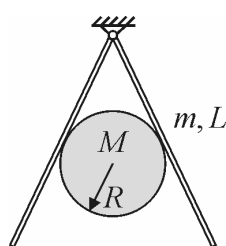
3. При выполнении лабораторной работы по физике ученик получил от учителя три



резистора. При этом он обнаружил, что заводская маркировка на резисторах стерлась, и установить по ней значения сопротивлений резисторов невозможно. По указанию учителя ученик собрал цепь, схема которой изображена на рисунке, и подключил к

точкам A и B источник постоянного тока. Затем он измерил силу тока I_1 , протекающего по резистору R_1 , и напряжение U_2 на резисторе R_2 . Оказалось, что $I_1 = 1,6$ А, а $U_2 = 2$ В. Узнав от учителя, что сопротивление R_3 в $n = 3$ раза больше сопротивления R_2 , ученик смог по этим данным рассчитать значение сопротивления R_3 . Какой ответ получил ученик?

4. Изучив в школе законы равновесия твердых тел, ученик решил проверить эти



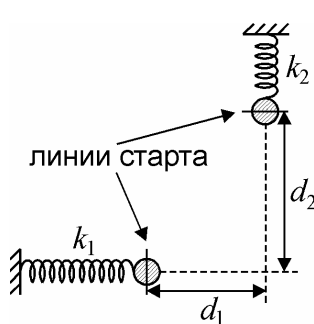
законы на опыте. Для этой цели он раздобыл две одинаковые тонкие шероховатые дощечки длиной L и массой m каждая, а также отрезок шероховатой круглой палки радиусом R и массой M . С помощью дверной петли он соединил концы дощечек и повесил их к опоре, как показано на рисунке. Затем он отклонил дощечки от вертикали и поместил между ними палку, добившись того, чтобы она касалась дощечек точно в их центрах.

Отпустив дощечки и палку, ученик убедился в том, что все тела остались в равновесии. При каком значении коэффициента трения между палкой и дощечками это возможно?

5. Знойным летом школьник Вася захотел помочь родителям уберечь урожай на дачном участке от засухи. Для этой цели он решил использовать электрический насос, установленный в колодце и подающий воду наверх с помощью шланга. Желая узнать перед началом работы, какова мощность насоса, Вася измерил время τ , за которое насос наполняет водой ведро объемом V , стоящее на поверхности земли. Затем, зная глубину h , на которой установлен насос, площадь поперечного сечения шланга S и плотность воды ρ , Вася легко рассчитал искомую мощность насоса. Какой результат получил дотошный школьник?

6. В цилиндрический сосуд, содержащий воздух, налили небольшое количество воды и закрыли сверху подвижным поршнем. Через некоторое время водяной пар в цилиндре стал насыщенным, причем его масса оказалась равной массе воды. Поддерживая температуру сосуда постоянной, объем под поршнем уменьшили в $k = 2$ раза, в результате чего давление смеси в сосуде увеличилось в $n = 1,5$ раза. Затем, вернув поршень в исходное положение, объем смеси стали увеличивать при той же постоянной температуре. Во сколько раз изменится давление смеси по отношению к первоначальному давлению в тот момент, когда вода в сосуде полностью испарится?

7. Легкую пружину разрезают на две части, отношение длин которых $n = 144/25$. Полученные пружины располагают на горизонтальном гладком столе перпендикулярно друг другу, закрепив их концы на неподвижных опорах, как показано на рисунке. К свободным концам пружин вплотную приближают одинаковые плоские фишки в виде дисков радиусами r . На столе проводят линии старта фишек, проходящие через их центры перпендикулярно



осям пружин. Затем, перемещая фишки вдоль осей пружин, сжимают пружины на одинаковую величину и отпускают фишки так, что их центры пересекают линии старта одновременно. При каких значениях радиуса r фишек они будут скользить по столу, не сталкиваясь друг с другом? Расстояния от линий старта до точки пересечения траекторий фишек равны соответственно $d_1 = 13$ см и $d_2 = 26$ см.

8. На столе покоится вертикально расположенный цилиндрический сосуд. В сосуде под тяжелым подвижным поршнем находится гелий. Сверху на поршень очень медленно опустили груз массой m . Насколько изменилась при этом внутренняя энергия гелия? Теплообменом гелия с окружающей средой можно пренебречь. Масса груза мала по сравнению с массой поршня. Начальная высота H поршня над дном сосуда известна.

9. Два одинаковых металлических шара расположены на достаточно большом расстоянии друг от друга и несут заряды $Q_1 = 8$ мкКл и $Q_2 = 3$ мкКл. Экспериментатор имеет в своем распоряжении незаряженный металлический шарик, закрепленный на длинной изолирующей ручке. Держа незаряженный шарик за ручку, экспериментатор поочередно коснулся им сначала первого, а затем второго заряженных шаров. После этого он измерил заряд q_2 , накопившийся на изначально незаряженном шарике. Какой заряд остался на втором шаре, если известно, что $q_2 = 0,5$ мкКл?

10. Герметично закрытый цилиндрический сосуд, одна из торцевых стенок которого является прозрачной, разделен на три отсека неподвижной пористой перегородкой и подвижным поршнем, способным перемещаться без трения. В начальном равновесном состоянии объемы всех трех отсеков равны и в каждом из них находится одно и то же количество идеального одноатомного газа. Через прозрачный торец левый отсек сосуда начинают облучать лазерным излучением, которое переводит часть атомов, содержащихся в этом отсеке, в возбужденное состояние. Возбужденные атомы в последующем могут излучать кванты и вновь переходить в основное состояние. Спустя некоторое время после начала облучения газ приходит к новому равновесному состоянию, в котором относительная доля возбужденных атомов в облучаемом отсеке составляет q ($0 < q < 1$). Поскольку пористая перегородка проницаема для невозбужденных атомов и непроницаема для возбужденных, давление газа в отсеках изменяется и поршень занимает новое положение. Найдите отношение x нового объема среднего отсека к его первоначальному значению, если температура газа поддерживается постоянной.