



ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ «ЛОМОНОСОВ»

2011-2012 учебный год

(к 300-летию со дня рождения М.В. Ломоносова – основателя Московского университета)

ЗАДАНИЯ ОТБОРОЧНОГО ЭТАПА по ФИЗИКЕ

Инструкция для участника

Чтобы стать участником олимпиады, необходимо лично зарегистрироваться на портале олимпиады школьников «Ломоносов» по адресу: www.lomonosov.msu.ru.

Участник олимпиады школьников «Ломоносов» направляет решения заданий в оргкомитет через портал олимпиады, следуя размещенным там подробным инструкциям, **до 24 часов 24 января 2012 года включительно (по московскому времени)**. Работы, направленные в оргкомитет иными способами, проверяться **не будут**.

Участник по каждому предмету может направить **только одну работу**.

Информация о получении работ оргкомитетом размещается на портале олимпиады школьников «Ломоносов» **в личном кабинете участника**.

Результаты отборочного этапа будут опубликованы на портале олимпиады школьников «Ломоносов». Работы участников отборочного этапа не рецензируются и не возвращаются.

Требования к оформлению работы

1. На листах ответов запрещается указывать фамилию, имя, отчество участника.
2. Нумерация решений и ответов должна соответствовать нумерации олимпиадных заданий.
3. В листы ответов условия заданий переписывать не надо (если это не предусмотрено заданием).
4. Рукописные части работы (при их наличии), в том числе чертежи и рисунки, следует выполнять разборчиво гелевой ручкой синего или черного цвета.

Отправлять решения заданий можно только в формате **PDF**. Решения по каждому предмету отправляются **одним файлом** из личного кабинета участника на портале олимпиады школьников «Ломоносов».

Инструкция для участника олимпиады

Задание отборочного тура олимпиады «Ломоносов 2011–2012» по физике состоит из 13 задач различного уровня сложности. Для решения первых четырех задач достаточно знаний в рамках программы по физике для 7-х – 8-х классов общеобразовательных учреждений. Задачи с пятой по седьмую составлены в расчете на учащихся 9-х классов общеобразовательных учреждений. Наконец, последние 6 задач (с восьмой по тринадцатую) предназначены для учащихся 10-х – 11-х классов общеобразовательных учреждений базового и профильного уровней.

Победители и призеры отборочного тура олимпиады будут определяться для каждой категории учащихся (седьмые, восьмые, девятые, десятые и одиннадцатые классы) отдельно, исходя из количества правильно решенных задач. Поэтому девятиклассникам, претендующим на победу в отборочном туре, рекомендуется решить первые 7 задач, десятиклассникам – первые 10 задач, а одиннадцатиклассникам – все 13 задач.

Участники 9-х – 11-х классов 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!

1. Султан обещал Алладину заплатить 100 золотых монет за ковер-самолет. Алладин доставил Султану диковинку и получил от него в качестве оплаты керамический кувшин с золотыми монетами общей массой, равной массе ста монет. Заподозрив обман, Алладин тем не менее не осмелился публично усомниться в честности Султана. Вместо этого он попросил у Султана глубокое блюдо, чан до краев наполненный водой, и одну золотую монету. Поставив чан на блюдо, Алладин опустил в него монету и попросил у Султана стаканчик, объем которого равен объему вылившейся в блюдо воды. Потом Алладин погрузил в чан кувшин с монетами. Обнаружив, что при этом на блюдо вылилось 273 стаканчика воды, Алладин сообщил Султану, сколько монет не хватает в кувшине до обещанного вознаграждения. Пораженный Султан приказал выдать Алладину в награду второй такой же кувшин с монетами. Сколько монет в итоге досталось сообразительному Алладину?

Для справки. Плотность золота $19,3 \text{ г/см}^3$, плотность керамики 2 г/см^3 .

2. По прямой дороге равномерно двигался автомобиль. В момент времени, когда автомобиль проезжал мимо пункта C , его скорость была равна $u_0 = 30 \text{ км/ч}$. В этот же момент из пункта C выехал мотоциклист, который двигался с постоянным ускорением в ту же сторону, что и автомобиль. К тому моменту, когда скорости автомобиля и мотоцикла сравнялись, расстояние от автомобиля до пункта C превышало расстояние от мотоцикла от пункта C на $s = 100 \text{ м}$. Автомобиль остановился на расстоянии $3s$ от пункта C . Какова была скорость мотоцикла v_0 в момент остановки автомобиля? Какое расстояние S проехал мотоцикл к моменту остановки автомобиля?

3. В основу системы отсчета времени на Земле сейчас положено так называемое всемирное координированное время (UTC), которое является современной версией среднего времени по Гринвичу, то есть среднего солнечного времени на Гринвичском меридиане. Поверхность Земли условно поделена на 24 часовых пояса. Местное время в часовом поясе, через который проходит Гринвичский меридиан, совпадает с UTC; этот часовой пояс обозначается UTC+0. При переходе из одного часового пояса в другой значения минут и секунд сохраняются, скачком изменяется лишь значение часов. Часовые пояса вокруг земного шара имеют как положительное (к востоку), так и отрицательное (к западу) смещение от UTC.

Проведем мысленно следующую игру. Подберем 194 176 участников и расположим их на линии экватора на одинаковом расстоянии друг от друга. Первого участника поместим в некоторой точке A в самом восточном часовом поясе (UTC+12) – именно здесь раньше всего на Земле наступает новый календарный день. Для последнего участника отведем место в точке B , лежащей в самом западном часовом поясе (UTC–12). Пусть при этом кратчайшее расстояние от точки A до точки B по линии экватора составляет $2\,015\,238,24 \text{ м}$. Ровно в 00 часов 00 минут 00 секунд 1 января 2012 года первый участник стреляет из хлопушки и тем самым передает сигнал о наступлении Нового года следующему участнику. Так, по цепочке, сигнал передается с востока на запад по линии экватора из точки A в точку B . При этом каждый участник, хоть и готов к приему сигнала, но, замешкавшись, запаздывает при подаче очередного сигнала на $0,5 \text{ с}$.

Определите, на сколько минут при таком способе оповещения о начале праздника последний участник игры запаздывает с празднованием Нового года.

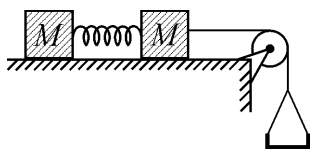
Для справки. Длина экватора $40\,075,676 \text{ км}$. Скорость распространения звука в воздухе при температуре 30°C равна $1\,245,24 \text{ км/ч}$.

4. Выполняя лабораторную работу, ученик 8-го класса соединил последовательно два выданных ему резистора и погрузил их в масло, налитое в калориметр. Затем он подключил к резисторам источник, установив на его выходе напряжение U . Через время $\Delta t_1 = 4,5 \text{ мин}$.

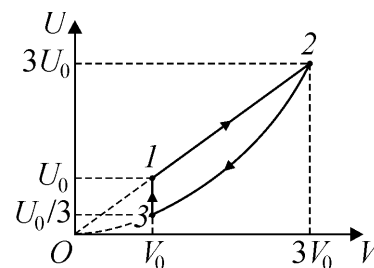
он обнаружил, что температура масла увеличилась на ΔT градусов. После этого он извлёк из калориметра резисторы, соединил их параллельно и, остудив резисторы до комнатной температуры, погрузил их в масло во втором калориметре, точно таком же, как первый. Зная, что калориметры содержали одинаковое количество одного и того же масла, имевшего до нагревания комнатную температуру, и температура масла во втором калориметре после создания на концах резисторов напряжения U увеличилась на ΔT градусов через время $\Delta t_2 = 1$ мин., определите, во сколько раз k отличаются сопротивления резисторов.

5. Передний бампер полноприводного легкового автомобиля движущегося со скоростью $v = 60$ км/ч по прямолинейному участку горизонтального шоссе, в некоторый момент времени t_1 поравнялся с задним бампером прицепа грузовика, движущегося со скоростью $u = 40$ км/ч в том же направлении по параллельной полосе. Длина легкового автомобиля $l = 5$ м, а грузовика с прицепом $L = 20$ м. Определите минимальное время, за которое легковой автомобиль сможет обогнать грузовик с прицепом, если он с момента t_1 начнёт двигаться с максимально возможным постоянным ускорением. Коэффициент трения колёс автомобиля о дорогу $\mu = 0,8$. Ускорение свободного падения $g = 9,8$ м/с².

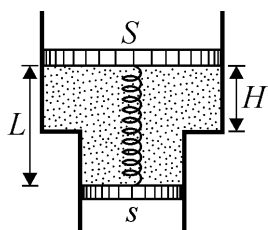
6. На горизонтальном столе лежат два одинаковых кубика, связанных пружинкой (см. рисунок). Масса каждого кубика $M = 200$ г. Правый кубик соединен с легкой чашей нерастяжимой нитью, перекинутой через блок. Коэффициент трения между кубиками и столом $\mu = 0,1$. В исходном состоянии пружина не деформирована. Грузик какой минимальной массы m нужно осторожно (без толчка) положить на чашу, чтобы левый кубик сдвинулся с места? Нить, пружину и блок считайте невесомыми.



7. Некоторое количество идеального одноатомного газа участвует в циклическом процессе. При этом внутренняя энергия газа U меняется так, как показано на рисунке. Участок 2–3 – часть параболы. Определите работу газа за один цикл процесса. Исходное значение внутренней энергии газа равно $U_0 = 90$ кДж.



8. В открытой с обоих концов гладкой трубе переменного сечения, расположенной вертикально, находятся два тяжёлых поршня, соединённые пружиной жёсткостью k (см. рисунок). Между поршнями находится гелий. Площадь поперечного сечения верхнего поршня равна S , а малого – s . Абсолютная температура окружающего воздуха и гелия равна T_0 . Длина растянутой пружины равна L , а верхний поршень находится на высоте H над ступенькой в трубе. Определите изменение температуры гелия, при котором верхний поршень опустится на расстояние $h < H$ при неизменном атмосферном давлении.

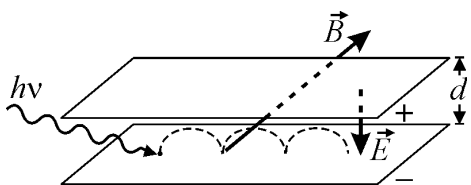


9. Маленькое тело бросили под некоторым углом к горизонту и одновременно включили секундомер и датчик расстояния, расположенный в точке бросания. Измерения показали, что вначале расстояние от датчика до тела увеличивалось, затем, в промежутке времени от t_1 до t_2 уменьшалось, а потом вновь увеличивалось. С какой начальной скоростью v_0 было брошено тело? До какой максимальной высоты H оно поднялось? Сколько времени τ длился полет тела, если точка его падения находилась на одном уровне с точкой бросания? При каких углах α_0 бросания тела возможна ситуация, описанная в условии? Ускорение свободного падения равно g . Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.

10. Самолет совершает ночную посадку в условиях сильного снегопада. На крыльях самолета регулярно вспыхивают проблесковые бортовые огни, дающие две очень короткие вспышки в течение половины секунды с последующей паузой в одну секунду. Пассажир, сидящий у иллюминатора, отчетливо видит, как вспышки света выхватывают из темноты отдельные снежинки около крыла. После посадки пассажир узнал, что во время захода на посадку самолет летел со скоростью 330 км/ч, было безветренно, а интенсивность снегопада была такова, что за час выпал 1 мм осадков. (Это означает, что, если растопить выпавший за час снег, то получится слой воды толщиной 1 мм). Из энциклопедии пассажир выяснил, что снежинки имеют в среднем массу 5 мг и падают вниз со скоростью около 1 км/ч. После этого он без труда оценил длительность отдельной вспышки проблескового огня. Какой результат получил пассажир? Как изменилась бы его оценка, если интенсивность снегопада была бы в 10 раз меньше?

11. В тепловом двигателе, рабочим телом которого является идеальный одноатомный газ, проводится циклический процесс, состоящий из трех участков. На каждом из этих участков теплоемкость газа постоянна, а график зависимости давления газа от объема представляет собой отрезок прямой линии. Известно, что на участке, на котором теплоемкость газа максимальна, объем газа уменьшается в k раз. Каков коэффициент полезного действия η этого двигателя?

12. В плоском конденсаторе расстояние между пластинами равно d , разность потенциалов между обкладками равна U . Конденсатор находится в однородном магнитном поле с индукцией B , причем вектор \vec{B} параллелен пластинам. На отрицательно заряженную пластину падает квант света с энергией, незначительно превышающей работу выхода. После этого выбитый из пластины фотоэлектрон начинает движение по траектории, в точности совпадающей с траекторией точки на ободе воображаемого колеса, катящегося по отрицательно заряженной пластине без проскальзывания. Чему равны радиус R этого колеса и скорость V его центра? Силу тяжести можно не учитывать, электрическое поле в конденсаторе считайте однородным. Удельный заряд электрона равен γ .



13. На плоскую поверхность тонкой линзы, находящейся в воздухе, падает узкий пучок света, параллельный её главной оптической оси. На экране, расположенном за линзой, наблюдается светлое пятно, диаметр которого в k раз меньше диаметра падающего пучка, причем $k > 1$. Найдите показатель преломления n стекла линзы, если после погружения линзы с экраном (при неизменном расстоянии между ними) в жидкость с показателем преломления n_1 диаметр светлого пятна на экране не изменяется.