

Олимпиада «Курчатов» — 2013

Финальный этап по физике, 18.05.2013

Необязательно решать все задачи: выбирайте те, которые Вам по вкусу и по силам. В скобках указаны классы, на которые рассчитана задача. Решать задачи более старших классов также можно.

Задача 1 (7-8). Автомобиль в пробке перед светофором 30 секунд ехал с постоянной скоростью, а затем его скорость в течение такого же промежутка времени равномерно уменьшалась до нулевого значения. За 1 минуту автомобиль прошел некоторый путь. На какой половине этого пути – первой или второй – средняя скорость автомобиля была больше, и во сколько раз?

Задача 2 (7-8). В вертикальный прямоугольный сосуд с квадратным дном налита вода. В сосуд аккуратно поставили стальной куб, длина ребра которого в два раза меньше длины стороны квадратного дна. После этого уровень воды в сосуде совпал с верхней гранью куба. Во сколько раз в результате изменилась потенциальная энергия воды в сосуде?

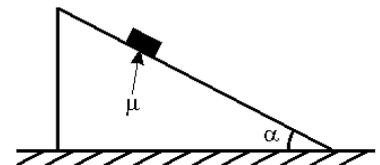
Задача 3 (7-9). В двух сосудах находится по 2020 мл воды, в первом – при температуре $t_1 = +60^\circ\text{C}$, а во втором – при температуре $t_2 = +20^\circ\text{C}$. Из первого сосуда переливают 1 мл воды во второй сосуд, и потом 1 мл воды переливают обратно из второго сосуда в первый. Затем из первого сосуда переливают 2 мл воды во второй сосуд, и потом 2 мл воды переливают обратно из второго сосуда в первый. Так продолжают делать много раз, при каждой следующей паре переливаний туда-обратно увеличивая порцию переливаемой воды на 1 мл. В последний раз из первого сосуда переливают 2013 мл воды во второй сосуд, и потом 2013 мл воды переливают обратно из второго сосуда в первый. Какая температура установится в обоих сосудах после завершения всех переливаний? Считайте, что после каждого переливания в сосуде быстро устанавливается тепловое равновесие. Потерями теплоты и удельными теплоемкостями сосудов можно пренебречь.

Задача 4 (7-9). Прямоугольный плот постоянной толщины плавает по спокойной реке, впадающей в море, на котором нет волнения. Как и на сколько изменится глубина погружения пловца в воду при его переходе из реки в море? Масса пловца $m = 10$ т, его площадь $S = 58$ м², плотности воды в реке и в море равны $\rho_p = 1000$ кг/м³ и $\rho_m = 1030$ кг/м³, соответственно.

Задача 5 (8-9). При подключении к батарейке резистора с сопротивлением R_1 выделяющаяся в этом резисторе полезная мощность оказалась в 2 раза меньше максимально возможной. При замене резистора R_1 на другой резистор с сопротивлением R_2 выделяющаяся в нем мощность оказалась в 3 раза меньше максимально возможной. Найдите, чему может быть равно отношение номиналов резисторов R_1/R_2 ?

Задача 6 (9-11). Хулиган бросает через забор мелкие камушки, пытаясь пошибать с веток вишни, которые растут в саду у дяди Вани вблизи забора. Хулиган достаточно хорошо натренирован, и поэтому может сообщать камушку максимальную начальную скорость $V_0 = 10$ м/с, направленную под любым углом к горизонту. В момент броска камень находится на высоте $h = 1,5$ м над землей. При этом хулиган опасается подходить к забору ближе, чем на расстояние $L = 8$ м. Забор какой минимальной высоты H должен построить дядя Ваня, чтобы гарантированно сохранить свои вишни? Ускорение свободного падения принять равным $g = 10$ м/с², влиянием воздуха пренебречь.

Задача 7 (9-11). На горизонтальной плоскости стоит клин с углом при основании $\alpha = 45^\circ$. На наклонную поверхность клина положили шайбу, коэффициент трения которой о клин равен $\mu = 0,5$. С каким ускорением \vec{a} надо двигать клин по плоскости, чтобы шайба по нему не скользила? Ускорение свободного падения принять равным $g = 10$ м/с².



Задача 8 (10-11). Цилиндрический сосуд радиусом $R = 10$ см, в котором находится идеальный газ под поршнем массой $M = 12,7$ кг, закреплен на наклонной плоскости с углом наклона $\alpha = 30^\circ$. Поршень может скользить без трения вдоль стенок сосуда. Газу сообщают количество теплоты $Q = 100$ Дж. При этом поршень перемещается на расстояние $l = 2$ см. Определите изменение внутренней энергии газа. Атмосферное давление $p_0 = 10^5$ Па.

Задача 9 (10-11). Тепловая машина, использующая в качестве рабочего тела идеальный одноатомный газ, работает по циклу 1-2-3-4-1, изображенному на рисунке. Эта машина приводит в действие механизм, при помощи которого груз массой $m = 100$ кг поднимается с поверхности земли вертикально вверх с постоянной скоростью $v = 1$ м/с. Тепловая машина за один цикл работы отдает холодильнику количество теплоты $Q = 550$ Дж. Найдите длительность одного цикла машины, если на подъем груза идет $\eta = 50\%$ совершаемой ею работы.

Задача 10 (10-11). Три одинаковых изначально незаряженных конденсатора емкостью $C = 0,1$ мкФ каждый соединили в электрическую цепь, схема которой показана на рисунке. Какое количество теплоты выделится после замыкания ключа K ? ЭДС батареи $E = 12$ В.

