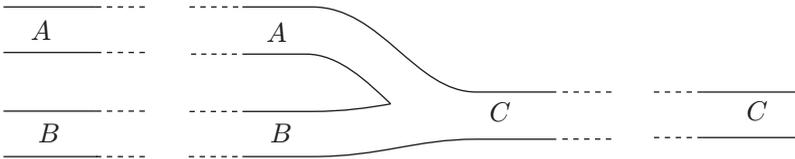


54-я олимпиада по физике школьников Эстонии

27 января 2007 года. Районный тур. Задачи средней школы

1. (ЛОШАДЬ) На ветке дерева сидит мальчик, который хочет спрыгнуть на спину пробегающей галопом под деревом лошади. Скорость лошади $v = 10$ м/с, высота ветки дерева относительно седла $h = 3$ м. Каким должно быть горизонтальное расстояние между седлом и веткой дерева в момент начала прыжка мальчика с ветки? (6 б.)

2. (ПРОБКА) Рассмотрим соединение двух дорог с одной полосой движения, A и B , с дорогой C , которая также имеет одну полосу движения. Во время часа пик все три дороги заполнены машинами; среднее расстояние между двумя соседними машинами можно считать одинаковым на всех дорогах. Длина дороги A составляет $L_A = 1$ км, длина дороги $B - L_B = 3$ км, а длина дороги $C - L_C = 2$ км. Средняя скорость машин на дороге A составляет $v_A = 3$ км/ч, а на прохождение дороги B у машины уходит $t_B = 36$ мин. Сколько времени потребуется одной машине, чтобы от начала дороги A достичь конца дороги C ? (8 б.)



3. (СМЕШИВАНИЕ ЖИДКОСТЕЙ) При смешивании двух разных жидкостей в объёмном соотношении $1 : 1$ возникает смесь с температурой $t_3 = 42^\circ\text{C}$. Чему равнялась бы температура смеси, если бы объёмное соотношение было $2 : 1$? Температуры жидкостей равны, соответственно, $t_1 = 27^\circ\text{C}$ и $t_2 = 47^\circ\text{C}$. (8 б.)

4. (ВОДОЛАЗЫ) Водолазы и аквалангисты часто используют для выравнивания средней плотности своего тела и снаряжения с плотностью воды (для достижения состояния парения в толще воды) герметичные жилеты, которые наполняются воздухом из дыхательного аппарата (акваланга). Предположим, что водолаз достиг состояния парения возле поверхности воды, наполнив свой жилет некоторым количеством воздуха. После этого он погрузился на глубину $h = 25$ м. Во сколько раз должен был аквалангист увеличить объём своего жилета, чтобы достичь состояния парения на этой глубине? Давление воздуха $p_0 = 10^5$ Па. (8 б.)

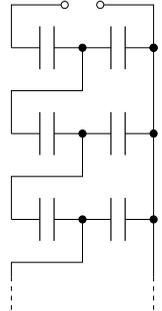
5. (ВЕТРЯК) Некоторая ветряная турбина (диаметр лопасти $d = 50$ м) работает с максимальной эффективностью при скорости ветра $v = 9$ м/с. В этом случае удаётся $\eta = 40\%$ кинетической энергии потока воздуха, захватываемого лопастью, превратить в электричество (при расчёте кинетической энергии воздуха торможение воздуха лопастью не учитывается). Найдите электрическую мощность ветряка при этих условиях. Плотность воздуха $\rho = 1,3$ кг/м³. (8 б.)

6. (ТЕНИ) Непрозрачный шар освещается шарообразным источником света. На листок для решения нанесены сечения конусов полной тени и полутени непрозрачного шара плоскостью чертежа (центр шара находится в той же плоскости).

Постройте сечение источника света плоскостью чертежа. Центр источника света также расположен в плоскости чертежа. (10 б.)

7. (РЕЗИСТОР) Предположим, что мы хотим изготовить резистор сопротивлением $R = 1$ Ом, зависимость сопротивления которого от температуры вблизи комнатной температуры была бы как можно меньше. Допустим, что у нас имеются железная проволока с площадью поперечного сечения $s = 0,030$ мм² и графитовый стержень с площадью поперечного сечения $S = 3,0$ мм². Как изготовить желаемый резистор и какой длины куски железной проволоки и графитового стержня следует для этого взять? Удельные сопротивления графита и железа равны, соответственно, $\rho_g = 3,0 \cdot 10^{-5}$ Ом·м и $\rho_r = 9,7 \cdot 10^{-8}$ Ом·м; температурные коэффициенты сопротивления (относительные изменения $\Delta R/R$ при повышении температуры на один градус) равны $\alpha_g = -5,0 \cdot 10^{-3}$ К⁻¹ и $\alpha_r = 6,41 \cdot 10^{-3}$ К⁻¹. (10 б.)

8. (КОНДЕНСАТОРНАЯ ЛЕСТНИЦА) Из одинаковых конденсаторов ёмкостью C составлена бесконечная цепь, изображённая на рисунке. Найдите общую ёмкость цепи C_k . (10 б.)



9. (КУБИК) Кубик массой $m = 10$ кг и длиной стороны $a = 0,1$ м лежит на столе. Коэффициент трения между столом и кубиком $\mu = 0,5$. Возможно ли перевернуть кубик рукой на другой бок, прикладывая лишь силу не более $F = 40$ Н? Считать, что коэффициент трения между рукой и кубиком очень большой, т.е. рука не скользит. Ускорение свободного падения $g = 9,8$ м/с². (12 б.)

10. (ГРАВИТАЦИОННАЯ ЛИНЗА) Общая теория относительности предсказывает, что при прохождении вблизи чёрной дыры световой луч под действием гравитации отклоняется от своего первоначального направления движения на угол $\varphi = 4GM/c^2r$, где M – масса чёрной дыры, а r – расстояние ближайшей точки траектории до неё. Допустим, что чёрная дыра оказывается между наблюдателем и звездой на соединяющей их прямой, причём расстояние от наблюдателя до чёрной дыры – L_1 , а от чёрной дыры до звезды – L_2 . Что представляет собой изображение звезды для наблюдателя (обосновать свой ответ с помощью наброска хода лучей) и чему равняется угловой диаметр изображения? Поскольку для лучей, достигающих наблюдателя, r намного меньше расстояния до звезды, можно использовать приближение малых углов $\sin \alpha \approx \tan \alpha \approx \alpha$. (12 б.)

Е1. (ПРОБИРКА) Определить массу пробирки. Оборудование: большая банка с широким горлышком, узкая пробирка, линейка, вода. (8 б.)

Е2. (ТРЕУГОЛЬНИК) Найти координаты центра масс треугольника, если x -осью является длинный катет, y -осью – короткий катет, а за начало координат взят прямой угол треугольника. Оборудование: прямоугольная треугольная линейка с углами 30 и 60 градусов, письменный стол. (10 б.)

Можно решать все предложенные задачи. В зачёт идут 5 теоретических и 1 экспериментальная задачи, получившие наибольшее количество баллов. При решении экспериментальной задачи можно пользоваться лишь указанным в задаче оборудованием. Время решения 5 часов.

Листок для решения

