

57-я олимпиада по физике школьников Эстонии

6 марта 2010 года. Заключительный тур. Задачи основной школы

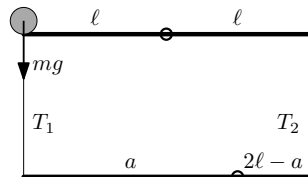
1. (ЗЕРКАЛА) Два параллельных плоских зеркала расположены напротив друг друга на расстоянии $d = 3$ м. Человек, стоящий между зеркалами, видит несколько своих изображений, часть из которых расположена к нему спиной, а часть — лицом. На каком расстоянии друг от друга находятся два последовательных изображения, смотрящих в одну сторону? (6 б.)

2. (ФОТОАППАРАТ) Миша решил сфотографировать что-нибудь, используя ручные настройки фотоаппарата. Он сфотографировал машину, едущую по дороге со скоростью $v = 90$ км/ч. Какой продолжительности выдержку должен был он использовать, чтобы изображение машины в фотоаппарате не было размытым? Чёткое изображение получается тогда, когда его смещение не превышает $\Delta s = 0,1$ мм. Машина двигалась перпендикулярно главной оптической оси объектива фотоаппарата и находилась на расстоянии $a = 10$ м от центра объектива. Изображение возникло в фотоаппарате на расстоянии $k = 5$ см от центра объектива. (8 б.)

3. (ХОЛОДИЛЬНИК) Устройство, которое развивает мощность $N = 40$ кВт, охлаждают жидкостью, которая течёт в трубе площадью сечения $S = 1$ см². При охлаждении устройства охлаждающая жидкость нагревается на $\Delta T = 20$ °С. Плотность охлаждающей жидкости равна $\rho = 1100$ кг/м³, а её удельная теплоёмкость $c = 3800$ Дж/(кг·°С). Найдите скорость течения охлаждающей жидкости в трубе, если на нагревание охлаждающей жидкости тратится $\eta = 35\%$ мощности устройства. (8 б.)

4. (ЖИДКОСТИ) Два одинаковых цилиндрических сосуда соединены вблизи дна тонкой горизонтальной трубкой площадью сечения $S = 1$ см². В первом сосуде находится жидкость плотности $\rho_1 = 0,9$ г/см³, во втором — плотности $\rho_2 = 1,1$ г/см³. В соединительной трубке жидкости разделяет свободно движущийся поршень, который изначально покоится в середине трубки. В некоторый момент времени в сосуды одновременно подают воду: в первый сосуд доливают первой жидкости, во второй сосуд — второй жидкости. Скорость поступления жидкостей в оба сосуда одинаковая и равна $v_0 = 50$ см³/с. В каком направлении и с какой скоростью начнёт двигаться поршень? (10 б.)

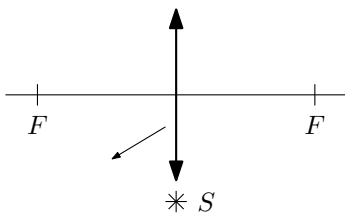
5. (ИНСТАЛЛЯЦИЯ) Два горизонтальных стержня длиной 2ℓ каждый прикреплены к стене шарнирами друг над другом. У верхнего стержня шарнир находится посередине, у нижнего же — на расстоянии a от левого конца ($a > \ell$). Находящиеся напротив



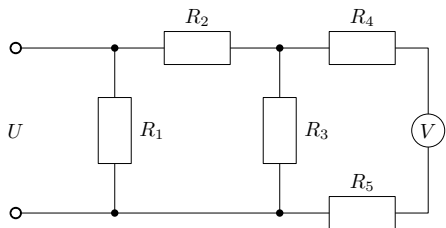
друг друга концы стержней соединены нерастяжимыми нитями. На левый конец верхнего стержня помещают тяжёлый груз массы m . Найдите силы натяжения нитей: левой T_1 и правой T_2 . Массами стержней пренебречь. (10 б.)

6. (ВОЛЬТМЕТР) Последовательно с источником тока соединены вольтметр и реостат. Если сопротивление реостата уменьшить в 3 раза, показание вольтметра увеличится в 2 раза. Во сколько раз увеличится показание вольтметра, если сопротивление реостата уменьшить до нуля? (10 б.)

7. (ЛУЧИ) Куда и как нужно поставить плоское зеркало относительно линзы, чтобы лучи света, вышедшие из источника света S , были бы после отражения в зеркале и преломления в линзе параллельны изображённому на рисунке лучу? Рисунок решения приведите на дополнительном листе. Обоснуйте решение. (10 б.)



8. (СХЕМА) На вход приведённой на рисунке схемы приложено напряжение U . Сопротивление всех резисторов одинаково и равно R . Каково показание вольтметра U_V , если: а) вольтметр идеальный (его сопротивление бесконечно велико); б) сопротивление вольтметра равно R_V ? (12 б.)

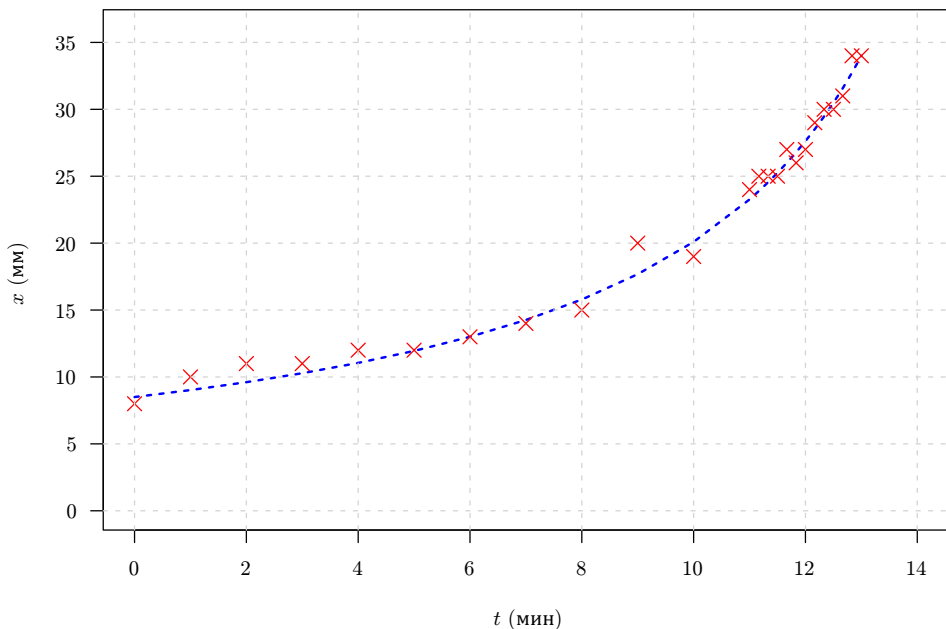
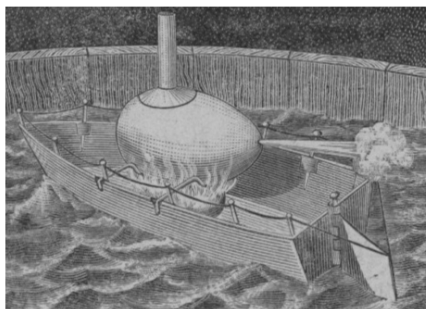


9. (ОСВЕЩЁННОСТЬ) Для измерения освещённости поверхности используется единица измерения люкс (лк), которая характеризует световую энергию, падающую на единицу площади в единицу времени. Например, для чтения книги необходимо, чтобы освещённость страницы книги была 500 лк.

Солнечные лучи падают перпендикулярно на экран, в результате чего освещённость экрана $E = 10000$ лк. Перед экраном, на расстоянии $x = 10$ см от него, помещают линзу с диаметром $l = 4$ см и оптической силой $D = -4$ дптр. Главная оптическая ось линзы перпендикулярна экрану. Из-за линзы на экране возникают по-разному освещённые области. Вычислите освещённость этих областей в люксах. (12 б.)

10. (ПАРОХОД) Маленький Яша увидел в старом научном журнале руководство для постройки игрушечного парохода из яичной скорлупы. В яйце нужно было сделать маленькое отверстие, извлечь содержимое и заменить его небольшим количеством воды. При нагревании над свечой вода внутри скорлупы закипала и выходящая из отверстия струя пара приводила кораблик в движение.

Увидев работу Яши его старший брат Юра, который уже учил в школе физику, решил экспериментально измерить реактивную тягу этого двигателя. В качестве модели яйца он использовал герметичный кубик неизвестной массы с тонкими, но прочными стенками. В одной из вертикальных стенок он проделал отверстие. Кубик он повесил к потолку за верхние углы вертикально расположенными нитками длины $L = 2$ м (чтобы предотвратить возникновение вращения и одновременно обеспечить горизонтальность/вертикальность граней кубика при отклонении от положения равновесия). В кубик поместили $m_v = 75$ г воды и начали нагревать дно кубика с помощью равномерного огня спиртовой горелки (которую держат под дном кубика на протяжении всего эксперимента). Начиная с момента закипания воды Юра регистрировал через равные промежутки времени величину горизонтальных отклонений кубика x от положения равновесия. Последняя точка графика приблизительно отвечает тому моменту, когда вся вода в кубике выкипела. Найдите величину реактивной тяги F , которую выходящая струя водяного пар оказывает на кубик. (14 б.)



Е1. (*ВОГНУТОЕ ЗЕРКАЛО*) Определите фокусное расстояние вогнутого зеркала. Оборудование: вогнутое зеркало, линейка, карандаш. Примечание: В решении укажите номер зеркала. (12 б.)

Е2. (*ПРОВОЛОКА*) Определите сопротивление единицы длины проволоки (т.е. сопротивление одного метра). Оборудование: закреплённой на деревянной рейке кусок проволоки, две одинаковые лампы, резистор с известным сопротивлением $R = 12,1$ Ом), батарейка, измерительная лента. Примечание: Батарейки не замыкать накоротко, проволоку не резать! Лампочка выдерживает напряжение батарейки. (14 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.