

62-я олимпиада по физике школьников Эстонии

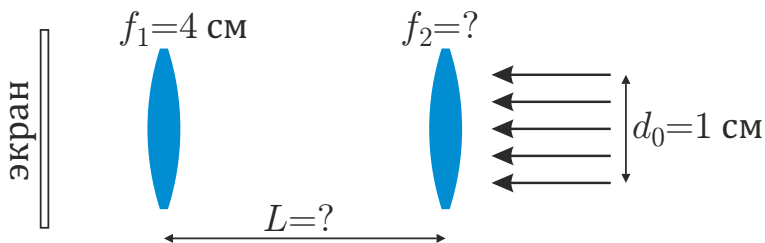
11 апреля 2015 года. Заключительный тур

Задачи гимназии (10-12 классы)

Просим оформлять решение каждой задачи на отдельном листе!

1. (**ВОЗДУШНЫЙ ШАР**) Наполненный гелием воздушный шар может поднять груз массой до $M = 200$ кг. Каков объём воздушного шара V ? Объём груза считать пренебрежимо малым. Масса оболочки воздушного шара включена в массу груза. Плотность воздуха $\rho = 1,2$ кг/м³, атмосферное давление $p = 100$ кПа, температура воздуха $T = 20^\circ\text{C}$. Молярная масса гелия $\mu = 4,0$ г/моль, универсальная газовая постоянная $R = 8,3$ Дж/(моль·К). (6 б.)

2. (**ОСВЕЩЕНИЕ**) Линза с фокусным расстоянием $f_1 = 4$ см расположена так, что направленный на линзу пучок параллельных лучей света диаметром $d_0 = 1$ см фокусируется на экране в одной точке. Иногда нужно осветить на экране большую площадь, однако подвинуть линзу или поменять источник света нет возможности. Каким должно быть фокусное расстояние f_2 дополнительной линзы, помещённой справа от имеющейся линзы, чтобы на экране возникло равномерно освещённое пятно с диаметром $d = 2$ см, если расстояние между линзами равно L ? (8 б.)



3. (**ПЛАВАЮЩИЙ КУБ**) На поверхности жидкости плавает герметичный куб с тонкими стенками. Плотность жидкости равна ρ , масса куба, вместе с находящимся в нём газом, равна m и длина грани куба равна a . Каково наименьшее начальное давление газа p в кубе, при котором куб не утонет, если в его дне образуется отверстие? Давление воздуха p_0 . (8 б.)

4. (ЧЁРНЫЙ ЯЩИК) В чёрном ящике находится схема, состоящая из трёх резисторов и идеального амперметра. Кроме того, у чёрного ящика есть три выходные клеммы A , B и C . Если к клеммам A и B приложить напряжение $U = 12\text{ В}$, то показание амперметра будет $I_{AB} = 2\text{ А}$. Если же напряжение приложить к клеммам A и C , то показание будет $I_{AC} = 4\text{ А}$, а если к клеммам B и C , то $-I_{BC} = 6\text{ А}$. Нарисуйте схему, находящуюся в чёрном ящике, и отметьте на ней значения сопротивлений резисторов. (10 б.)

5. (БРОСОК МЯЧА) Юра живёт в цилиндрической космической станции, вращение которой создаёт искусственную силу тяжести. Радиус станции равен R , угловая скорость её вращения равна ω . Юра бросает мяч прямо вверх с начальной скоростью $v = (\sqrt{3}/3)\omega R$. На каком расстоянии от Юры вдоль поверхности станции приземлится мяч? (10 б.)

6. (УДАРНАЯ ВОЛНА) Электростатическую ударную волну, которая распространяется со скоростью w вдоль оси x , можно описать с помощью электрического потенциала: $U = 0$, если $x < wt$, и $U = U_0$, если $x > wt$. Какую скорость v приобретёт под действием ударной волны покоящаяся вначале частица массы m и зарядом q ? Ответ дайте в виде зависимости от высоты потенциального барьера U_0 . Обратите внимание, что то, по какую сторону от барьера останется частица, зависит от величины U_0 . (10 б.)

7. (КРУГ И ЭЛЛИПС) На приведённом рисунке изображён круг и его изображение, полученное с помощью собирающей линзы. Найдите центр линзы, а также её главную оптическую ось и фокус. Используйте рисунок, приведённый на отдельном листе. (10 б.)



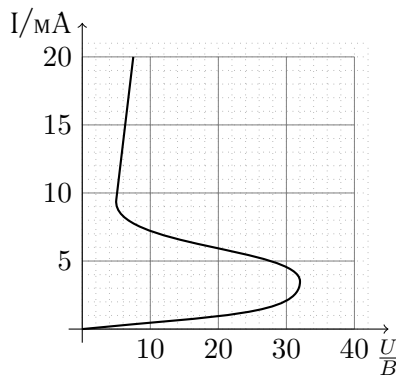
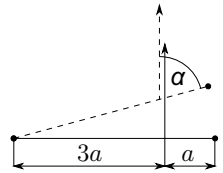
8. (ПРУЖИНА) В ящике находится прикрепленный к пружине грузик. Как ящик, так и грузик имеют массу m . Масса пружины пренебрежимо мала, а коэффициент упругости пружины равен k . Ящику дают свободно упасть с высоты h так, что во время падения грузик находится в состоянии равновесия. При столкновении с мягкой поверхностью ящик на мгновение останавливается. Ящик достаточно высок для того, чтобы грузик не ударился об ящик. Пружина ни в один из моментов времени не сжата полностью.

а) Какова минимальная высота h_m , упав с которой, ящик отскочит обратно вверх?

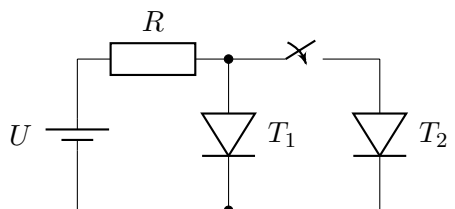
b) Ящику дали упасть с найдённой в пункте а) начальной высоты $h \approx h_{\text{п}}$. Какое время t проведёт ящик на земле до того, как подпрыгнуть?

Замечание: Обратите внимание, что находящийся в свободном падении грузик находится в невесомости и, вследствие этого, пружина во время падения не растянута. При достижении поверхности земли грузик больше не находится в равновесии и, поэтому, начнёт колебаться вокруг положения равновесия с угловой частотой $\omega = \sqrt{k/m}$. (12 б.)

9. (ГАНТЕЛЬ С НИТЬЮ) На горизонтальной плоскости лежит гантель, которая состоит из невесомого стержня длиной $l = 4a$ и двух одинаковых маленьких брусков, прикреплённых к концам стержня. К стержню, на расстоянии a от одного из брусков, привязана длинная нить. В начале направление нити горизонтально и перпендикулярно стержню, потом нить начинают медленно тянуть. Гантель начинает вращаться так, что вначале сдвигается только один брусок. Каков угол α между гантелью и нитью в тот момент, когда начнёт смещаться и второй брусок? Коэффициент трения между брусками и поверхностью везде одинаков. (12 б.)



10. (ТУРИСТОР) Вольт-амперная характеристика туристора (похожего на диод элемента) приведена на графике. Два таких туристора соединены с источником напряжения и резистором в приведённую рядом схему. Сопротивление резистора $R = 2$ кОм.



а) Вначале выключатель разомкнут. Напряжение источника напряжения увеличивают линейно в течение времени $t = 42$ с от значения $U_0 = 0$ В до значения $U_a = 42$ В. Набросайте зависимость силы тока $I(t)$ в схеме от времени. Каково конечное значение силы тока I_a ?

б) Найдите конечные значения напряжения в обоих туристорах, если выключатель замыкают, не изменяя приложенного к цепи напряжения U_a . (12 б.)

Е1. (ДВА МЯЧА) Определить, сколько процентов кинетической энергии преобразуется в тепло при соударении двух мячей. *Оборудование:* два одинаковых упругих мяча, прикреплённых на нитях, штатив, миллиметровая бумага, скрепки. (10 б.)

Е2. (СВЕТОВОЙ ДИОД) Определить зависимость силы тока светового диода от напряжения в промежутке 0 В – 3 В (начертить график). *Оборудование:* два вольтметра, два резистора ($R_1 = 500$ Ом и $R_2 = 1$ кОм), конденсатор (ёмкость порядка 20 мФ), батарея с напряжением 1,5 В, провода, миллиметровая бумага. (12 б.)

Каждый участник может решать все предложенные задачи. В зачёт идут 5 теоретических и одна экспериментальная задача, набравшие наибольшее количество баллов. При решении экспериментальной задачи можно пользоваться лишь указанным в задаче оборудованием. Оценка погрешности измерения не требуется. Время решения 5 часов. Задачи и решения олимпиады по физике находятся по адресу <http://efo.fyysika.ee>. Присоединяйтесь к нашей страничке в Facebook www.facebook.com/fyysikaolympiad