

МОШ, 2011/12, заключительный этап, 11 класс

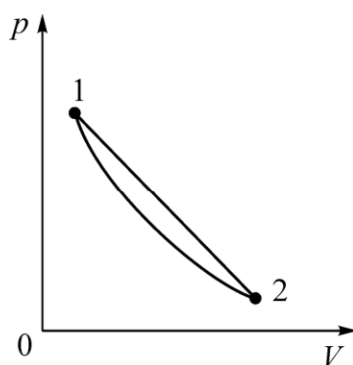
Условия

1 Гирьки и дятел

На легкой короткой нити к ветке сосны подвешена гирька массой $m = 1$ кг. К ней привязана другая легкая нить с длиной в недеформированном состоянии $L = 1$ м и жесткостью $k = 1$ кН/м, на конце которой висит еще одна гирька массой $m = 1$ кг. Система находилась в равновесии до момента, когда верхнюю нить перебил дятел. Гирьки упали на землю одновременно. Каково расстояние H от ветки до земли? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

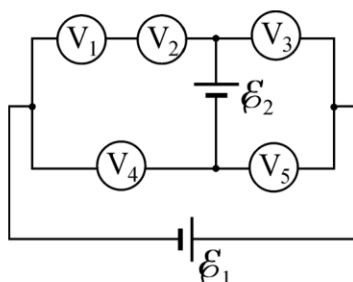
2 Цикл с изотермой

Рабочим телом теплового двигателя является $\nu = 1$ моль гелия. Цикл работы тепловой машины состоит из линейного в pV -координатах участка 1–2 и изотермы 2–1. Максимальный объем гелия в цикле в 7 раз больше минимального. Минимальная температура гелия в цикле составляет $T_0 = 280$ К. Какое количество теплоты было получено гелием в данном цикле от нагревателя? Универсальная газовая постоянная $R = 8,3$ Дж/(моль·К).



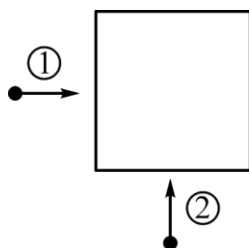
3 Пять вольтметров

Электрическая цепь, схема которой изображена на рисунке, состоит из двух батареек с ЭДС $\mathcal{E}_1 = 5$ В и $\mathcal{E}_2 = 2$ В и пяти одинаковых вольтметров. Найдите показания каждого из вольтметров. Сопротивления батареек много меньше сопротивлений вольтметров.



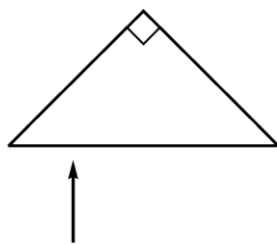
4 Электрон в скрещенных полях

В некоторой области пространства созданы однородное электрическое и магнитное поля. Когда электрон влетает в эту область со скоростью v в направлении, показанном стрелкой 1, он движется в этой области прямолинейно и равномерно. Когда электрон с такой же по модулю скоростью влетает в электромагнитное поле вдоль стрелки 2, перпендикулярной направлению 1, он тоже движется в поле прямолинейно и равномерно. Определите направления векторов напряженности электрического поля $\vec{E}$ и магнитной индукции $\vec{B}$. Найдите отношение модулей E/B .



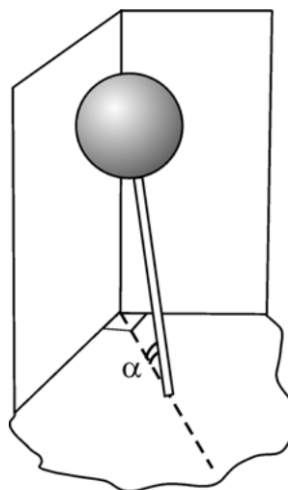
5 Призма и лазер

На призму, сечение которой имеет вид равнобедренного прямоугольного треугольника, перпендикулярно нижней грани падает луч от лазерной указки. Каким должен быть показатель преломления n материала, из которого сделана призма, чтобы свет от указки вышел из призмы наружу только через эту же грань?



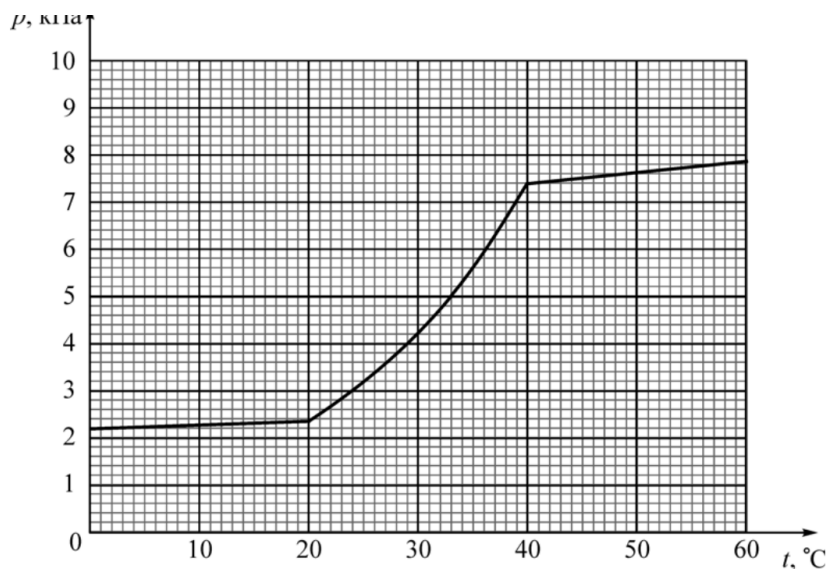
6 Чупа-чупс в углу

«Чупа-чупс стоял в углу...» За что его поставили, неясно, но стоять ему не очень-то хотелось. Вот он и стал постепенно отставлять свою «ножку» все дальше вдоль биссектрисы того прямого угла между стенками, в который его поставили, а «головой» опираясь о стенки (см. рисунок). При каком угле α между ножкой и полом чупа-чупс упадет? Считать, что вся его масса сосредоточена в однородной шарообразной «голове» радиусом R , расстояние от центра головы до конца ножки равно l , коэффициент трения головы о стенки угла — μ_1 , а ножки об пол — μ_2 . Решите задачу в общем виде, а затем проведите численный расчет угла α для случая $\mu_1 = \mu_2 = 0,6$, $l = 4R$.



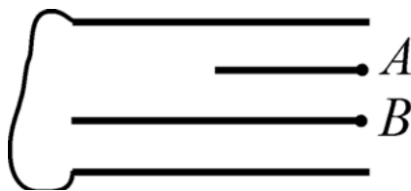
7 Вода и азот под поршнем

Сосуд объемом $V = 1 \text{ м}^3$ разделен на две части легким тонким подвижным теплопроводящим поршнем, по одну сторону от которого находится вода, по другую — азот. График зависимости давления в системе от температуры приведен на рисунке. Сколько молей воды и сколько молей азота находятся в сосуде? Трения нет, универсальная газовая постоянная $R = 8,31 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)}$.



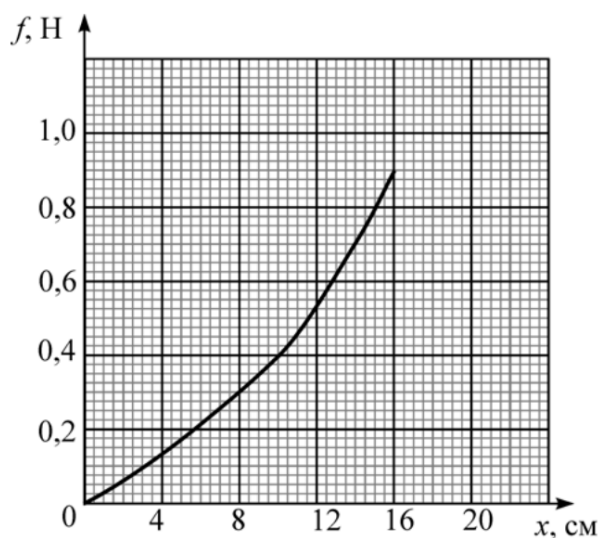
8 Четыре пластины конденсатора

Электрическая емкость плоского конденсатора, состоящего из двух одинаковых параллельных друг другу пластин, находящихся на расстоянии d , равна C . Четыре такие пластины расположили параллельно друг другу на расстоянии d , соединив две внешние пластины тонким проводом. От одной из внутренних пластин отрезали и удалили половину. Какова емкость такой системы проводников, если ее измеряют между указанными на рисунке точками A и B ?



9 Жгут и пружина

Резиновый жгут и пружина в нерастянутом состоянии имеют одинаковые длины. Коэффициент жесткости пружины равен $k = 4 \text{ Н/м}$. График зависимости модуля f силы растяжения жгута от его удлинения x приведен на рисунке. Пружину и жгут очень легкие. Пружину подвешивают за один из концов к потолку, а к ее второму концу прикрепляют конец жгута (при этом пружина и жгут оказываются соединенными последовательно).



1. К свободному нижнему концу жгута прикладывают направленную вниз силу с модулем $F = 0,7 \text{ Н}$. На какую суммарную величину X растянутся пружина и жгут?
2. Найдите массу m груза, который нужно подвесить к свободному нижнему концу жгута, чтобы суммарное удлинение системы в положении равновесия было равно $L = 20 \text{ см}$.
3. Оцените энергию E , которая будет запасена в жгуте при подвешивании к его свободному нижнему концу покоящегося груза найденной выше массой m .
4. Груз этой массой m , подвешенный к свободному нижнему концу жгута, заставили свободно колебаться с амплитудой $A = 2 \text{ мм}$ вокруг положения равновесия. Пренебрегая трением, оцените, чему будет равен период таких колебаний груза.

При решении задачи считайте, что ускорение свободного падения равно $g = 10 \text{ м/с}^2$.

10 Солнечный зайчик

Летом в ясный солнечный день школьник вышел во двор своего дома с прямоугольным зеркальцем в руках. Поймав зеркальцем солнечный свет, он направил зайчик перпендикулярно на неосвещенную стену дома и стал постепенно отходить от нее. Оказалось, что вначале зайчик имел квадратную форму со стороной $d = 5$ см, а потом его края стали размываться, и он постепенно стал практически круглым, с небольшим размытием по краям. Пренебрегая явлением дифракции, объясните наблюдаемый эффект и оцените, при каком расстоянии L от стены ширина размытой области на краю зайчика станет менее 10% от диаметра его ярко освещенной круглой части. Размер зеркальца 5×7 см, угловой размер Солнца $\varphi \approx 0,01$ радиана.

Источник: Московская олимпиада школьников по физике, 2011/12, заключительный этап, 11 класс — условия (1), условия (2), решения (1), решения (2). Задачи перенабраны на botay.pro, решения — по официальным.