

Условие

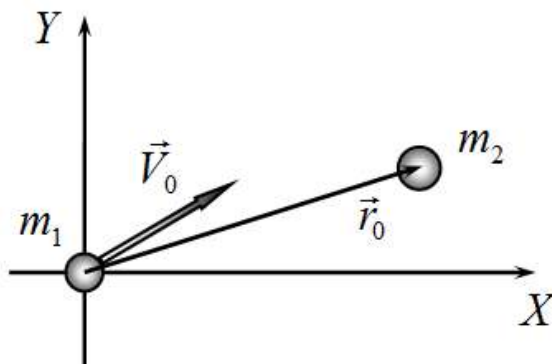
Задание 1. Легкая разминка

Задание состоит из трех не связанных между собой задач.

Задача 1.1. Столкновение

Два небольших заряженных шарика, массы которых равны m_1 и m_2 , могут двигаться без трения в горизонтальной плоскости XY . В момент времени $t = 0$ первый шарик находится в начале координат и имеет скорость $\vec{V}_0$, второй шарик покоится в точке, радиус-вектор которой $\vec{r}_0$. В момент времени t первый шарик оказался в точке, радиус-вектор которой $\vec{r}_1$.

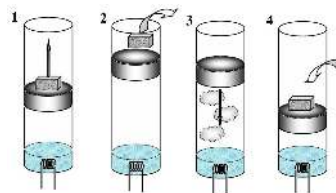
1.1.1 Найдите $\vec{r}_2$ радиус-вектор точки, в которой находится второй шарик в этот момент времени.



Задача 1.2. Тепловой подъемник.

Паровая машина состоит из вертикального цилиндрического сосуда, в котором может двигаться без трения поршень. В сосуде находится вода, внутри которой расположен электрический нагреватель. Цикл паровой машины состоит из 4 этапов, показанных на рисунке:

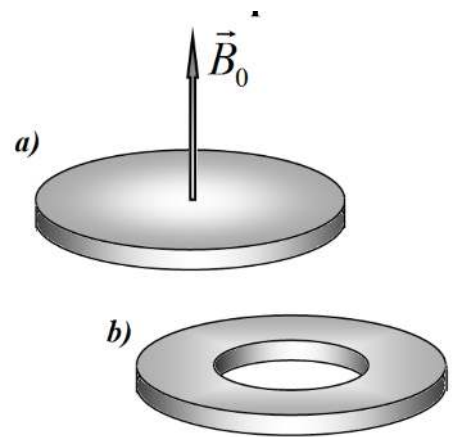
1. На поршне находится груз, включают нагреватель, вода кипит, пар поднимает поршень с грузом. 2. После того, как поршень поднялся на некоторую высоту, груз быстро снимают и выключают нагреватель. 3. Пар под поршнем остывает и конденсируется, поршень медленно опускается. 4. После того как поршень опустился на определенную высоту, на него снова кладут груз.



Атмосферное давление $P_0 = 1,0 \cdot 10^5$ Па, масса поршня $M = 2,0$ кг, его площадь $S = 10$ см², масса груза $m = 1,0$ кг. Ускорение свободного падения $g = 9,8 \frac{м}{с^2}$. Считайте, что под поршнем находится только водяной пар. Зависимость давления насыщенного водяного пара от температуры в рассматриваемом диапазоне описывается функцией приближенной функцией $P = at^\circ - b$, где, $a = 4,85 \frac{кПа}{К}$, $b = 384$ кПа, t° - температура в градусах Цельсия.

1.2.1 Нарисуйте схематический график циклического процесса в координатах (P, V) .

1.2.2 Рассчитайте коэффициент полезного действия описанной тепловой машины.

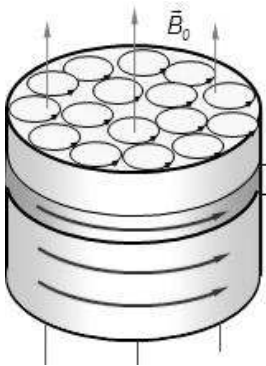


Задача 1.3. Кольцевой магнит

Постоянный магнит имеет форму тонкого диска, который намагничен перпендикулярно плоскости диска. Индукция магнитного поля в центре диска равна $\vec{B}_0$, и направлена по оси диска (рис. а).

В центре диска вырезают круглое отверстие, радиус которого в два раза меньше радиуса диска (рис. б).

1.3.1 Чему будет равна индукция магнитного поля $\vec{B}_1$ в центре получившегося кольцевого магнита? Укажите направление этого вектора.



Подсказка: Вспомните гипотезу Ампера о молекулярных токах, которая объясняет намагничивание магнитов.