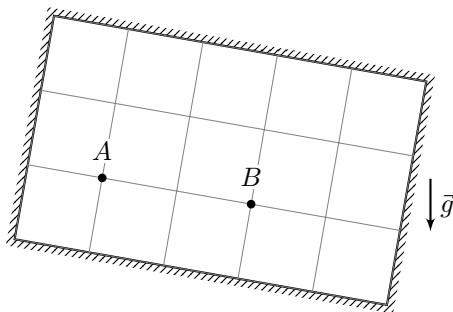


## 9 класс

### Теоретический тур

#### Задача №1. Шайба

В вертикальной плоскости расположена прямоугольная рамка с жёсткими стенками. Точки  $A$  и  $B$  находятся внутри рамки так, как показано на рисунке: все расстояния до стенок, а также взаимное расположение точек следует принимать согласно масштабу рисунка. Перед началом опыта всю конструкцию (рамку вместе с точками  $A$  и  $B$ ) можно повернуть в пределах одной вертикальной плоскости. После поворота рамки маленькую гладкую шайбу помещают в точку  $A$  и отпускают без начальной скорости.



Найдите все возможные ориентации рамки, при которых шайба после одного удара попадёт из точки  $A$  в точку  $B$ , и для каждой из них определите угол между отрезком  $AB$  и ускорением свободного падения.

Отражение шайбы от стенок рамки считайте абсолютно упругим: угол падения равен углу отражения, скорость не изменяется по модулю.

#### Задача №2. Нелинейная лента

На рисунке 1 изображена система, состоящая из двух пружин и упругой ленты. Обе пружины с коэффициентом жёсткости  $k = 100$  Н/м подчиняются закону Гука. График зависимости силы упругости от удлинения ленты изображён на рисунке 2. В недеформированном состоянии общая длина первой пружины и ленты равна длине второй пружины. К планке на правом конце системы прикладывают внешнюю силу  $F$  так, чтобы планка постоянно оставалась параллельной стене.

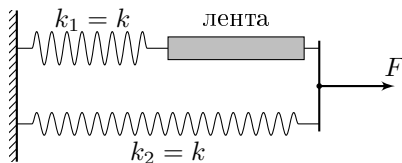


Рис. 1

1. Найдите удлинения пружин  $\Delta x_1$ ,  $\Delta x_2$  и упругой ленты  $\Delta x$  для двух значений внешней силы:  $F = 1,0$  Н и  $F = 20$  Н.

2. С какой максимальной внешней силой  $F_{\max}$  можно растягивать систему, если лента рвётся при удлинении  $\Delta x_{\max} = 25$  см?

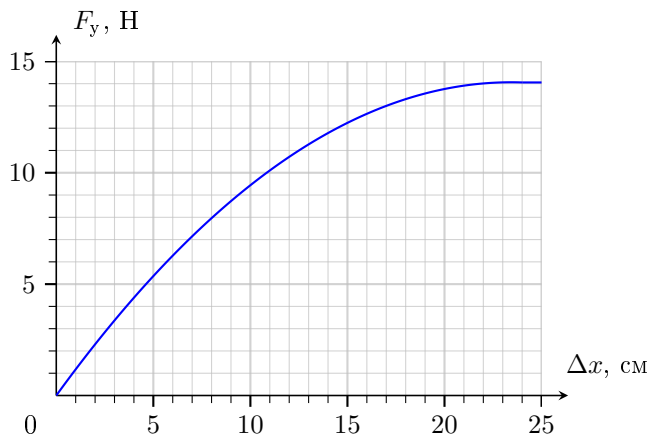
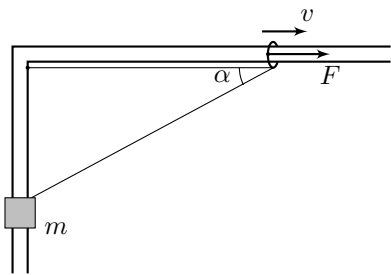


Рис. 2

Задача №3. Тянем-потянем

Гладкий тонкий стержень согнут под прямым углом и зафиксирован в горизонтальной плоскости. По одной его стороне может перемещаться небольшая втулка массой  $m$ , по другой — лёгкое маленькое колечко. К вершине прямого угла прикреплѐн один конец невесомой нерастяжимой нити длиной  $l$ . Нить продета через кольцо, и другой конец нити привязан к втулке.  $\alpha$  — это угол между направлением от кольца к вершине прямого угла и направлением от кольца к втулке (см. рисунок). Колечко перемещают из вершины прямого угла с постоянной скоростью  $v$ . Трение отсутствует. В процессе всего движения нить натянута.

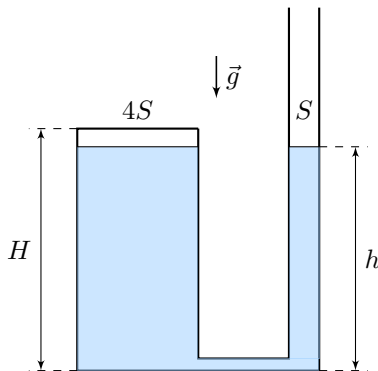


1. Определите скорость движения втулки в начальный момент времени, когда колечко движется вблизи вершины прямого угла.
2. Как зависит скорость движения втулки от угла  $\alpha$ ?

3. Чтобы колечко двигалось с постоянной скоростью  $v$ , к нему прикладывают силу  $F$ , направленную вдоль стержня. Как зависит сила  $F$  от угла  $\alpha$ ?

#### Задача №4. Нагрев жидкости

Два вертикальных цилиндрических сосуда соединены внизу тонкой трубкой, обеспечивающей свободное перетекание жидкости. Площади поперечных сечений сосудов равны  $4S$  и  $S$  (см. рисунок). Сосуд большего сечения имеет высоту  $H$  и сверху герметично закрыт горизонтальной жёсткой крышкой, сосуд меньшего сечения значительно выше и открыт сверху. Снаружи вакуум. Сосуды заполняют экспериментальной жидкостью до высоты  $h = 0,95H$  при температуре  $t_0$ . Известно, что при изменении температуры этой жидкости в интервале от  $t_0$  до  $2t_0$ , её плотность линейно уменьшается с температурой от значения  $\rho_0$  до значения  $0,5\rho_0$ . Температуру жидкости в сосуде большего сечения медленно повышают от  $t_0$  до  $2t_0$ . После нагрева и установления равновесия в системе найдите:

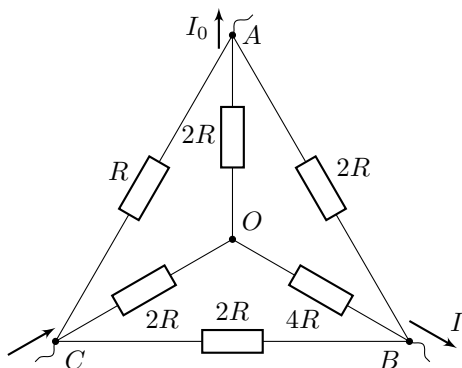


1. давление жидкости на дне сосудов;
2. давление жидкости на крышку в сосуде большего сечения;
3. температуру жидкости в сосуде меньшего сечения.

Давлением насыщенных паров жидкости, теплоёмкостью сосудов, а также теплообменом с окружающей средой и через трубку, соединяющую сосуды, пренебречь. Ускорение свободного падения равно  $g$ . Удельную теплоёмкость жидкости можно считать постоянной.

#### Задача №5. Звезда и треугольник

Фрагмент электрической цепи состоит из шести резисторов, соединённых как показано на рисунке. Из узла  $A$  всегда вытекает ток постоянной силы  $I_0$ . Из узла  $B$  вытекает ток силой  $I$ , которую можно регулировать как по модулю, так и по направлению (при  $I > 0$  его направление совпадает с изображённым). Эту силу тока будем называть регулируемой. Втекающий в третий узел  $C$  ток определяется из закона сохранения электрического заряда.



1. Определите изменение силы тока  $\Delta I_{\text{верх}}$  через резистор  $2R$  между узлами  $A$  и  $O$ , если регулируемый ток увеличить на  $\Delta I$ . Ответ выразите через  $\Delta I$ .
2. Определите изменение силы тока  $\Delta I_{\text{нижн}}$  через резистор  $2R$  между узлами  $B$  и  $C$ , если регулируемый ток увеличить на  $\Delta I$ . Ответ выразите через  $\Delta I$ .
3. При каком значении регулируемой силы тока  $I' > 0$  ток в одном из резисторов становится равным нулю? Укажите этот резистор. Ответ выразите через  $I_0$ .
4. При каком значении регулируемой силы тока  $I^*$  суммарная тепловая мощность, выделяющаяся на резисторах, будет минимальна? Чему равна эта минимальная мощность  $P_{\min}$ ? Ответы выразите через  $I_0$  и  $R$ .