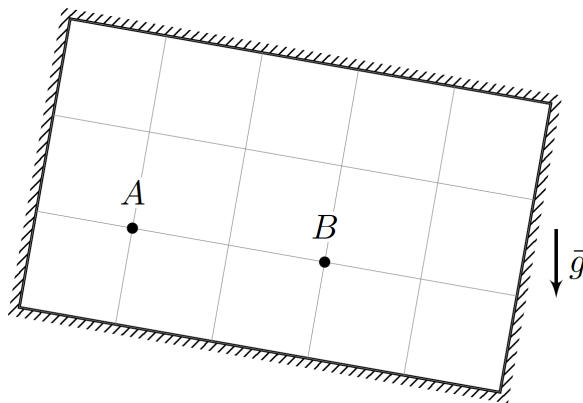


Всероссийская олимпиада школьников по физике

9 класс, региональный этап, 2025/26 год

1. Игра в шайбу. 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 рамку 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.

См. конец листа

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.

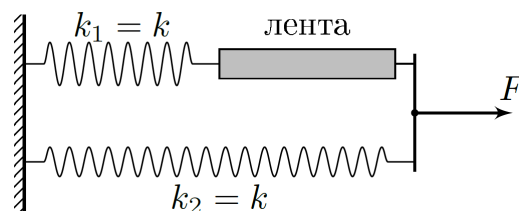


Рис. 1

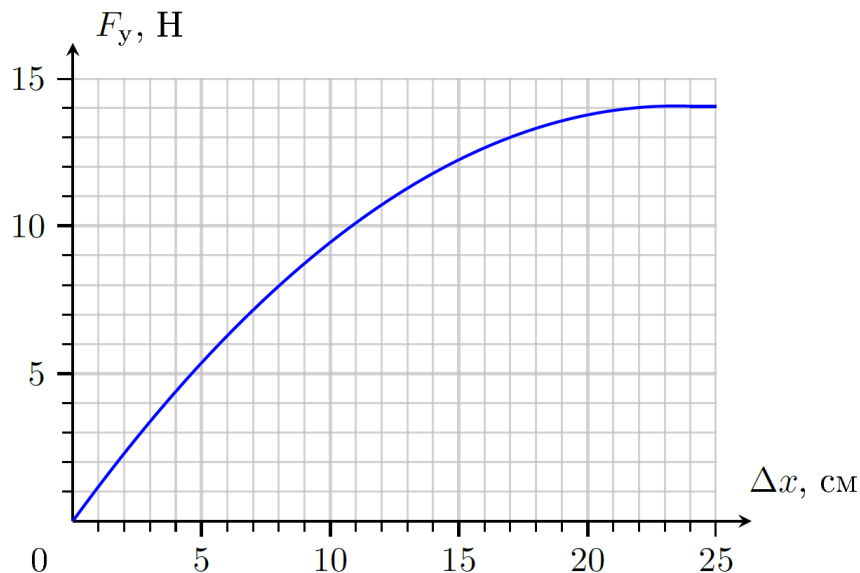


Рис. 2

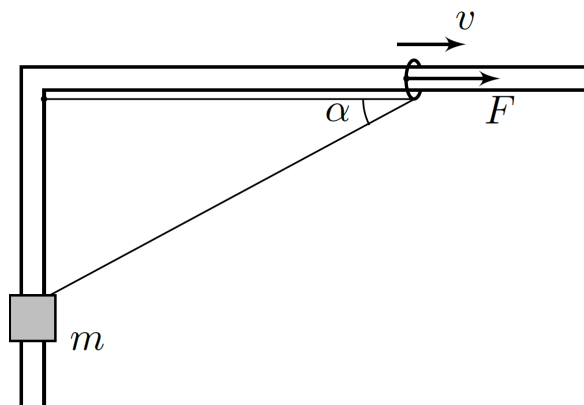
1. Найдите удлинения пружин Δx_1 , Δx_2 и упругой ленты Δx для двух значений внешней силы: $F = 1,0$ Н и $F = 20$ Н.
2. С какой максимальной внешней силой F_{\max} можно растягивать систему, если лента рвётся при удлинении $\Delta x_{\max} = 25$ см?

$$(2) F_{\max} = 53 \text{ Н}$$

$$\text{при } F = 20 \text{ Н } \Delta x_1 = \frac{F}{k_1} \approx 6,7 \text{ см и } \Delta x_2 = \Delta x_1 + \Delta x \approx 13,2 \text{ см, где } F_1 \approx 6,7 \text{ Н, } \Delta x \approx 6,5 \text{ см;}$$

$$(1) \text{ при } F = 1 \text{ Н } \Delta x_1 = \frac{F}{k_1} \approx 0,4 \text{ мм, } \Delta x_2 = \Delta x_1 + \Delta x \approx 6,4 \text{ мм, где } k_0 \approx 120 \text{ Н/м;}$$

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 прикреплен один конец невесомой нерастяжимой нити длиной l . Нить продета через кольцо, и другой конец нити привязан к втулке. Угол α — 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.

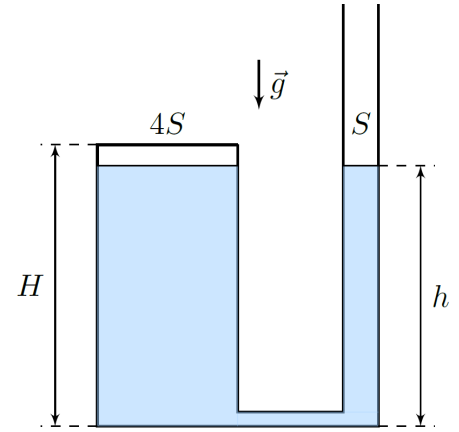


1. Определите скорость движения втулки в начальный момент времени, когда колечко движется вблизи вершины прямого угла.

2. Как зависит скорость движения втулки от угла α ?
3. Чтобы колечко двигалось с постоянной скоростью v , к нему прикладывают силу F , направленную вдоль стержня. Как зависит сила F от угла α ?

$$\frac{v \sin \alpha}{v \cos \alpha + 1} u = F \left(\varepsilon : \frac{v \sin \alpha}{v \cos \alpha + 1} a = n (\tau : a = (0)n (1$$

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 $2t_0$, ее плотность линейно уменьшается с температурой от значения ρ_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:

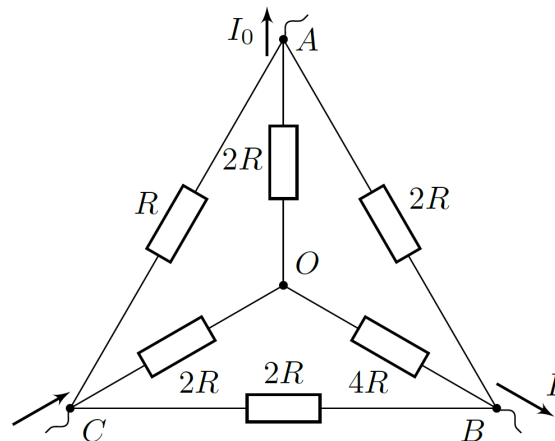


1. давление жидкости на дне сосудов;
2. давление жидкости на крышку в сосуде большего сечения;
3. температуру жидкости в сосуде меньшего сечения.

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 считайте постоянной.

$$0198'1 = 21 (\varepsilon : H6092z'z = \kappa_d (\tau : H6092z'z = \text{он}z'd (1$$

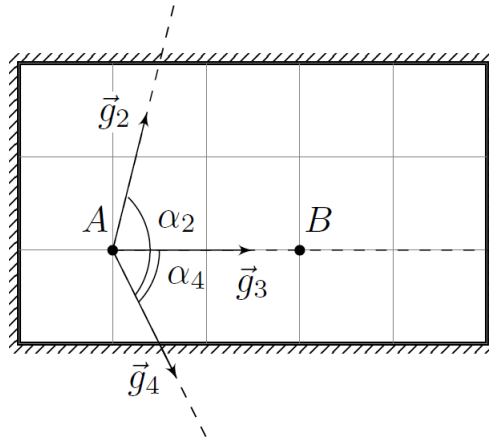
5. Звезда и треугольник. Фрагмент электрической цепи состоит из шести резисторов, соединённых так, как показано на рисунке. Из узла A всегда вытекает ток постоянной силы I_0 . Из узла B вытекает ток силой I , которую можно регулировать как по модулю, так и по направлению (при $I > 0$ его направление 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 ΔI . Ответ выразите через ΔI .
2. Определите изменение силы тока $\Delta I_{\text{нижн}}$ через резистор $2R$ между узлами B и C , если регулируемый ток увеличить на ΔI . Ответ выразите через ΔI .
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 .

$(1) \Delta I_{\text{верх}} = 0; (2) \Delta I_{\text{нижн}} = \Delta I/2; (3) I' = I_0/2; (4) I^* = -I_0/3 \text{ и } P_{\text{min}} = \frac{9}{5} RI_0^2$

Ответ к задаче 1



$$\alpha_4 = \arctg 2 \approx 63^\circ, \quad \alpha_2 = \arctg 4 \approx 76^\circ, \quad \alpha_3 = 0^\circ.$$