

## 21.4 Статика.

21.4.1 На рисунке 1 изображена система состоящая из невесомого рычага и идеального блока. Масса груза 100 г. Какова величина силы  $F$ , если система находится в равновесии. Ускорение свободного падения принять равным  $10 \text{ м/с}^2$ .

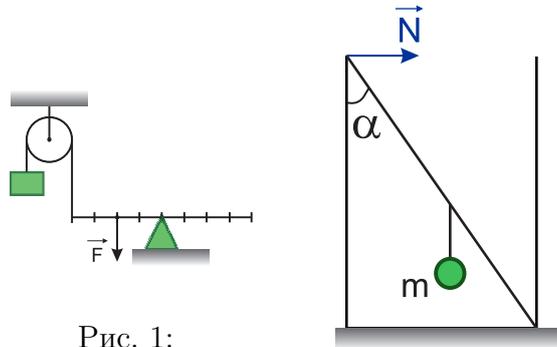


Рис. 1:

Рис. 2:

21.4.2 На рисунке 2 изображен невесомый стержень длиной 3 м, расположенный в стакане под углом  $45^\circ$ . На расстоянии 1 м от нижнего угла подвешен шарик массой 3 кг. Найдите силу, с которой стержень давит на стенку стакана.

21.4.3 На абсолютно гладкой горизонтальной поверхности лежит деревянное бревно, имеющее различные диаметры торцов, так, что линия, соединяющая нижние точки торцов бревна, расположена вдоль горизонтальной поверхности. Диаметр одного торца бревна больше другого. Чтобы приподнять бревно с одного конца, требуется сила 279 Н, с другого - 621 Н. Средняя плотность дерева равна  $450 \text{ кг/м}^3$ . Чему равен объём бревна? Сделайте рисунок с обозначением всех действующих на бревно сил.

21.4.4 Два небольших шара массами  $m_1 = 0,2 \text{ кг}$  и  $m_2 = 0,3 \text{ кг}$  закреплены на концах невесомого стержня  $AB$ , расположенного горизонтально на опорах  $C$  и  $D$  (см. рисунок 3). Расстояние между опорами  $l = 0,6 \text{ м}$ , а расстояние  $AC$  равно  $0,2 \text{ м}$ . Чему равна длина стержня  $L$ , если сила давления стержня на опору  $D$  в 2 раза больше, чем на опору  $C$ ? Сделайте рисунок с указанием внешних сил, действующих на систему тел "стержень - шары".

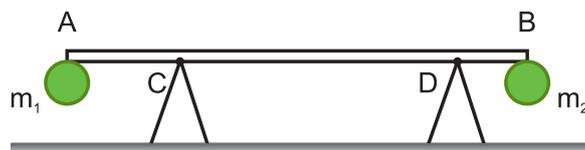


Рис. 3:

21.4.5 Деревянная линейка длиной  $l = 90 \text{ см}$  выдвинута за край стола на  $\frac{1}{4}$  часть своей длины. При этом она не опрокидывается, если на ее правом конце лежит груз массой не более

$m_1 = 250$  г. Далее линейку выдвинули вправо за край стола на некоторое расстояние и положили на ее правый конец груз массой  $m_2 = 125$  г. На какое расстояние дополнительно можно выдвинуть линейку во втором опыте, чтобы она не перевернулась?

- 21.4.6** Груз массой  $M = 75$  кг медленно поднимают с помощью рычага, приложив вертикальную силу  $F$  (см. рисунок 4). Рычаг, сделанный из однородного стержня массой  $m = 10$  кг и длиной  $L = 4$  м, шарнирно закреплён. Определите модуль силы  $F$ , если расстояние  $b$  от оси шарнира до точки подвеса груза равно 1,6 м. Считать, что трение в шарнире отсутствует.

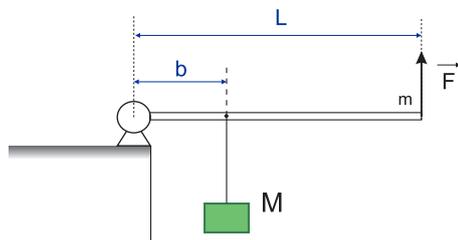


Рис. 4:

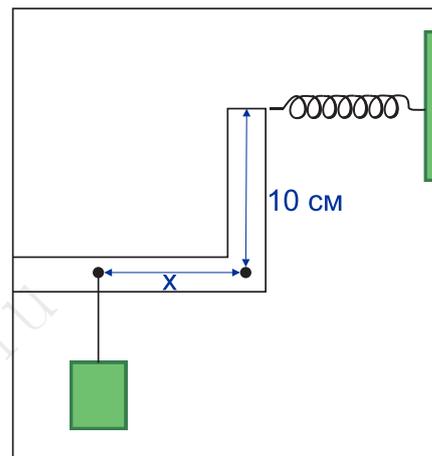


Рис. 5:

- 21.4.7** К легкому рычагу сложной формы с точкой вращения в точке О (см. рисунок 5) подвешен груз массой 2 кг и прикреплена пружина, второй конец которой прикреплен к неподвижной стене. Рычаг находится в равновесии, а сила натяжения пружины равна 15 Н. На каком расстоянии  $x$  от оси вращения подвешен груз, если расстояние от оси до точки крепления пружины равно 10 см? (Ответ дайте в сантиметрах.)

- 21.4.8** С какой минимальной силой можно удерживать ручку лебедки (см. рисунок 6), чтобы груз массой  $m = 14$  кг в поле тяжести Земли оставался неподвижным? Радиус лебедки  $R = 0,5$  м, длина ручки  $l = 1$  м. (Массами лебедки и ручки и силой трения пренебречь). Ответ приведите в ньютонах.

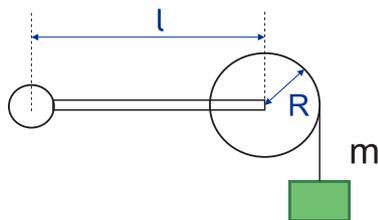


Рис. 6:

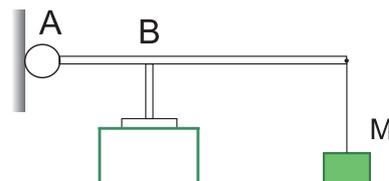


Рис. 7:

- 21.4.9** В цилиндр объемом  $0,5 \text{ м}^3$  насосом закачивается воздух со скоростью  $0,002 \text{ кг/с}$ . В верхнем торце цилиндра есть отверстие, закрытое предохранительным клапаном. Клапан удерживается в закрытом состоянии стержнем, который может свободно поворачиваться вокруг оси в точке  $A$  (см. рисунок 7). К свободному концу стержня подвешен груз массой  $2 \text{ кг}$ . Клапан открывается через  $580 \text{ с}$  работы насоса, если в начальный момент времени давление воздуха в цилиндре было равно атмосферному. Площадь закрытого клапаном отверстия  $0,5 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$ , расстояние  $AB$  равно  $0,1 \text{ м}$ . Температура воздуха в цилиндре и снаружи не меняется и равна  $300 \text{ К}$ . Определите длину стержня, если его можно считать невесомым.
- 21.4.10** Однородный стержень массой  $m = 100 \text{ г}$  покоится, упираясь в стык дна и стенки банки концом и опираясь на край банки в точке (см. рисунок 8). Модуль силы, с которой стержень давит на стенку сосуда в точке  $C$ , равен  $0,5 \text{ Н}$ . Чему равен модуль вертикальной составляющей силы, с которой стержень давит на сосуд в точке  $B$ , если модуль горизонтальной составляющей этой силы равен  $0,3 \text{ Н}$ ? Трением пренебречь. Ответ укажите в ньютонах с точностью до одного знака после запятой.

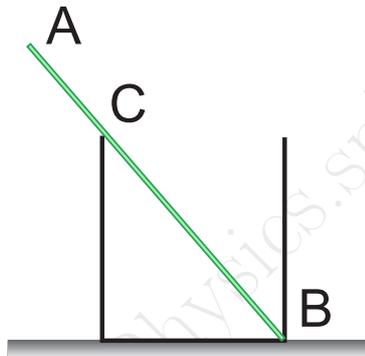


Рис. 8:

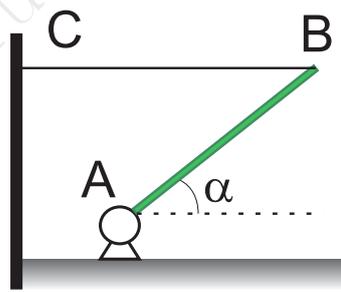


Рис. 9:

- 21.4.11** Тонкий однородный стержень  $AB$  шарнирно закреплен в точке  $A$  и удерживается горизонтальной нитью  $BC$  (см. рисунок 9). Трение в шарнире пренебрежимо мало. Масса стержня  $m = 1 \text{ кг}$ , угол наклона к горизонту  $\alpha = 45^\circ$ . Найдите модуль силы  $F$ , действующей на стержень со стороны шара. Сделайте рисунок, на котором укажите все силы действующие на стержень.
- 21.4.12** Какое ускорение  $a$  поступательного движения можно сообщить однородному кубику, находящемуся на шероховатой горизонтальной плоскости, прикладывая к его верхнему ребру горизонтальную силу в плоскости симметрии кубика (см. рисунок 10)? Коэффициент трения кубика о плоскость равен  $\mu = 0,4$ .
- 21.4.13** Медный шар массой  $m = 5 \text{ кг}$  подвешен на нити к краю стакана так, что он полностью погружен в машинное масло (см. рисунок 11). Нить образует со стенкой угол  $\alpha = 30^\circ$ . Найдите силу натяжения нити. (Плотность меди -  $8900 \text{ кг/м}^3$ , масла -  $900 \text{ кг/м}^3$ .)
- 21.4.14** Невесомый стержень  $AB$  с двумя малыми грузиками массами  $m_1 = 200 \text{ г}$  и  $m_2 = 100 \text{ г}$ , расположенными в точках  $C$  и  $B$  соответственно, шарнирно закреплен в точке  $A$  (см. рису-

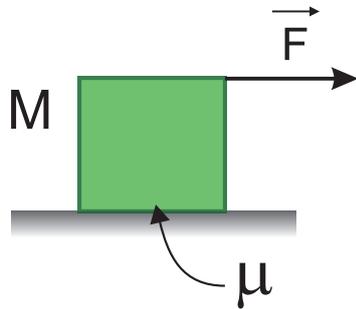


Рис. 10:

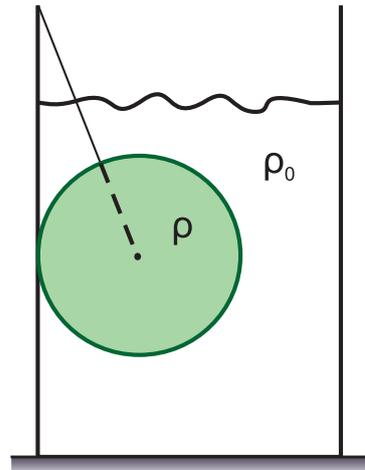


Рис. 11:

нок 12). Груз массой  $M = 100$  г подвешен к невесомому блоку за невесомую и нерастяжимую нить, другой конец которой соединен с нижним концом стержня, как показано на рисунке. Вся система находится в равновесии, если стержень отклонен от вертикали на угол  $\alpha = 30^\circ$ , а нить составляет угол с вертикалью, равный  $\beta = 30^\circ$ . Расстояние  $|AC| = b = 25$  см. Определите длину  $l$  стержня  $AB$ . Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на груз  $M$  и стержень.

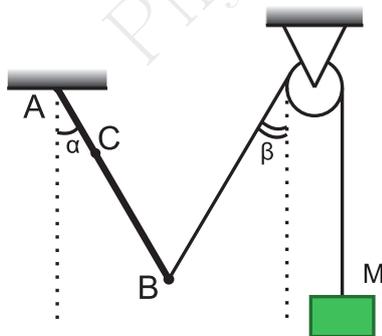


Рис. 12:

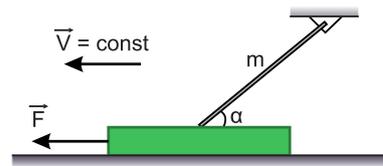


Рис. 13:

**21.4.15** Однородный тонкий стержень массой  $m = 1$  кг одним концом шарнирно прикреплен к потолку, а другим концом опирается на массивную горизонтальную доску, образуя с ней угол  $\alpha = 30^\circ$ . Под действием силы  $F$  доска движется поступательно влево с постоянной скоростью (см. рисунок 13). Стержень, при этом неподвижен. Найдите  $F$ , если коэффициент трения стержня по доске  $\mu = 0,2$ . Трением доски по опоре и трением в шарнире пренебечь.

**21.4.16** Однородный стержень массой  $m = 36$  кг подвешен в горизонтальном положении на двух канатах так, как показано на рисунке 14. Каждый из канатов составляет с горизонтом

угол  $\alpha = 30^\circ$ . Найдите модуль силы натяжения каждого из канатов.

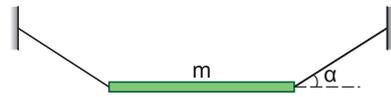


Рис. 14:

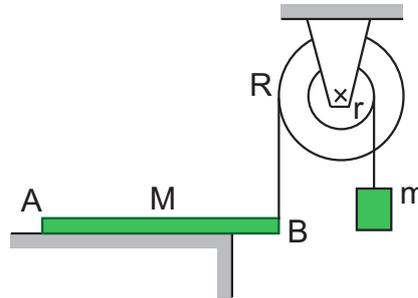


Рис. 15:

**21.4.17** Однородный брусок  $AB$  массой  $M$  постоянного прямоугольного сечения лежит на гладкой горизонтальной поверхности стола, свешиваясь с него менее чем наполовину (см. рисунок 15). К правому концу бруска прикреплена легкая нерастяжимая нить. Другой конец нити закреплен на меньшем из двух дисков идеального составного блока. На большом диске этого блока закреплена другая легкая нерастяжимая нить, на которой висит груз массой  $m = 1$  кг. Диски скреплены друг с другом, образуя единое целое, где  $R = 10$  см,  $r = 5$  см. Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на брусок, блок и груз. Найдите минимальное значение  $M$ , при котором система тел остается неподвижной.