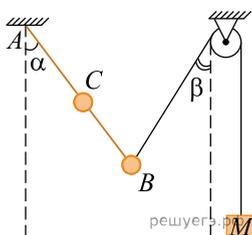


1. На абсолютно гладкой горизонтальной поверхности лежит деревянное бревно, имеющее различные диаметры торцов, так, что линия, соединяющая нижние точки торцов бревна, расположена вдоль горизонтальной поверхности. Диаметр одного торца бревна больше другого. Чтобы приподнять бревно с одного конца, требуется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

Какие законы Вы используете для описания движения бревна? Обоснуйте их применение к данному случаю.

2. В точке  $A$  через подшипник подсоединена легкая палка  $AB$ , которая может свободно вращаться вокруг точки  $A$ . В точке  $B$  расположен шар массой  $m_2 = 0,1 \text{ кг}$ , в точке  $C$  — шар массой  $m_1 = 0,2 \text{ кг}$ . Шар  $B$  соединен с бруском массой  $M = 0,1 \text{ кг}$  через блок при помощи нерастяжимой нити. Вся система находится в равновесии,  $AB = l$ ,  $AC = b = 25 \text{ см}$ , углы  $\alpha$  и  $\beta$  равны  $30^\circ$ . Найдите  $l$ .



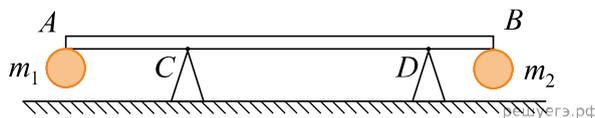
Какие законы Вы используете для описания равновесия системы тел? Обоснуйте их применение к данному случаю.

3. К вертикальной стенке прислонена однородная доска, образующая с горизонтальным полом угол  $\alpha = 45^\circ$ . Коэффициент трения доски о пол равен  $\mu = 0,4$ . Каков должен быть коэффициент  $\mu_2$  трения доски о стену, чтобы доска оставалась в равновесии?

Какие законы Вы используете для описания равновесия доски? Обоснуйте их применение.

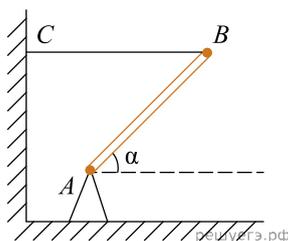
4. Два небольших шара массами  $m_1 = 0,2 \text{ кг}$  и  $m_2 = 0,3 \text{ кг}$  закреплены на концах невесомого стержня  $AB$ , расположенного горизонтально на опорах  $C$  и  $D$  (см. рис.). Расстояние между опорами  $l = 0,6 \text{ м}$ , а расстояние  $AC$  равно  $0,2 \text{ м}$ . Чему равна длина 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».

Какие законы Вы используете для описания равновесия тела? Обоснуйте их применение к данному случаю.



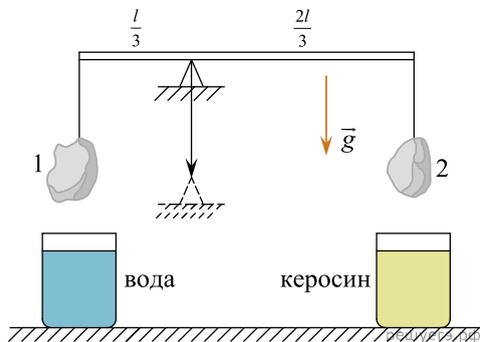
5. Тонкий однородный стержень  $AB$  шарнирно закреплен в точке  $A$  и удерживается горизонтальной нитью  $BC$  (см. рис.). Трение в шарнире пренебрежимо мало. Масса стержня  $m = 1 \text{ кг}$ , угол его наклона к горизонту  $\alpha = 30^\circ$ .

Найдите модуль силы  $\vec{F}$ , действующей на стержень со стороны шарнира. Сделайте рисунок, на котором укажите все силы, действующие на стержень.



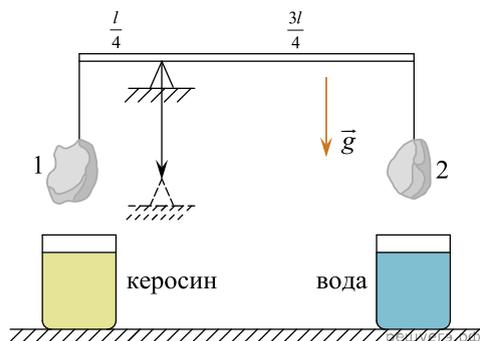
Какие законы Вы используете для описания равновесия стержня? Обоснуйте их применение к данному случаю.

6. К концам легкого стержня длиной  $l$ , лежащего на клиновидной опоре, установленной на расстоянии  $\frac{l}{3}$  от его левого конца, подвешены на невесомых нитях два тяжелых груза 1 и 2 с плотностями  $\rho_1$  (слева) и  $\rho_2$  (справа). Стержень находится в равновесии в горизонтальном положении (см. рис.).



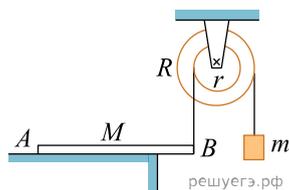
Затем, опустив точку опоры стержня, грузы полностью погрузили в стаканы с жидкостями — водой слева и керосином справа, и при этом равновесие стержня сохранилось. Чему равно отношение плотностей грузов  $\frac{\rho_2}{\rho_1}$ ? Какие законы Вы использовали для решения этой задачи? Обоснуйте их применимость к данному случаю.

7. К концам легкого стержня длиной  $l$ , лежащего на клиновидной опоре, установленной на расстоянии  $\frac{l}{4}$  от его левого конца, подвешены на невесомых нитях два тяжелых груза 1 и 2 с плотностями  $\rho_1$  (слева) и  $\rho_2$  (справа). Стержень находится в равновесии в горизонтальном положении (см. рис.).



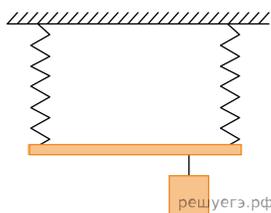
Затем, опустив точку опоры стержня, грузы полностью погрузили в стаканы с жидкостями — керосином слева и водой справа, опустив точку опоры стержня, и при этом его равновесие сохранилось. Чему равно отношение плотностей грузов  $\frac{\rho_2}{\rho_1}$ ? Какие законы Вы использовали для решения этой задачи? Обоснуйте их применимость к данному случаю.

8. Однородный брусок  $AB$  массой  $M$  постоянного прямоугольного сечения лежит на гладкой горизонтальной поверхности стола, свешиваясь с него менее чем наполовину (см. рисунок). К правому концу бруска прикреплена легкая нерастяжимая нить. Другой конец нити закреплен на меньшем из двух дисков идеального составного блока. На большем 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.



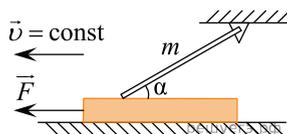
Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на брусок  $M$ , блок и груз  $m$ . Найдите минимальное значение  $M$ , при котором система тел остается неподвижной. Обоснуйте применимость используемых законов к решению задачи.

9. К двум вертикально расположенным пружинам одинаковой длины подвесили однородный стержень длиной  $L = 30$  см. Если к этому стержню подвесить груз массой  $m = 3$  кг на расстоянии  $d = 5$  см от правой пружины, то стержень будет расположен горизонтально, и растяжения обеих пружин будут одинаковы (см. рис.). Жесткость левой пружины в 2 раза меньше, чем правой. Чему равна масса стержня  $M$ ? Сделайте рисунок с указанием используемых в решении сил.



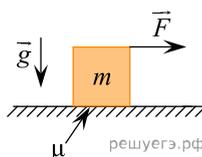
Какие законы Вы использовали для описания равновесия системы? Обоснуйте их применимость к данному случаю.

10. 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 горизонтальной силы  $\vec{F}$  доска движется поступательно влево с постоянной скоростью (см. рис.). Стержень при этом неподвижен. Найдите  $F$ , если коэффициент трения стержня по доске  $\mu = 0,2$ . Трением доски по опоре и трением в шарнире пренебrecь.



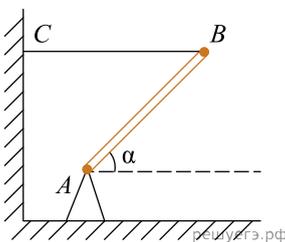
Какие законы Вы используете для описания равновесия системы тел? Обоснуйте их применение к данному случаю.

11. 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. рис.)? Коэффициент трения кубика о плоскость равен  $\mu = 0,4$ .



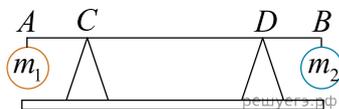
Какие законы Вы используете для описания движения кубика? Обоснуйте их применение к данному случаю.

12. Тонкий однородный стержень  $AB$  шарнирно закреплен в точке  $A$  и удерживается горизонтальной нитью  $BC$  (см. рис.). Трение в шарнире пренебрежимо мало. Масса стержня  $m = 1$  кг, угол его наклона к горизонту  $\alpha = 45^\circ$ . Найдите модуль силы  $\vec{F}$ , действующей на стержень со стороны шарнира. Сделайте рисунок, на котором укажите все силы, действующие на стержень.



Какие законы Вы используете для описания равновесия стержня? Обоснуйте их применение к данному случаю.

13. Дан невесомый стержень, к концам которого подвешены шары массами  $m_1$  и  $m_2$  (см. рис.). Стержень опирается на две опоры в точках  $C$  и  $D$ . Длина стержня  $L$  равна 1 м,  $m_2 = 0,3$  кг. Сила реакции опоры в точке  $D$  в два раза больше, чем в точке  $C$ . Также известно, что расстояния  $CD = 0,6$  м,  $AC = 0,2$  м. Найдите массу левого шарика  $m_1$ .



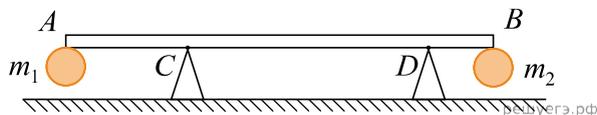
Какие законы Вы используете для описания равновесия тела? Обоснуйте их применение к данному случаю.

14. На земле лежит бревно, торцы бревна имеют разные диаметры. Объем бревна  $= 0,2$  м<sup>3</sup>, средняя плотность  $450$  кг/м<sup>3</sup>. Чтобы поднять один край бревна необходима сила  $F_1 = 350$  Н. Найти силу  $F_2$ , которую необходимо приложить, чтобы приподнять второй край.

Какие законы Вы используете для описания движения бревна? Обоснуйте их применение к данному случаю.

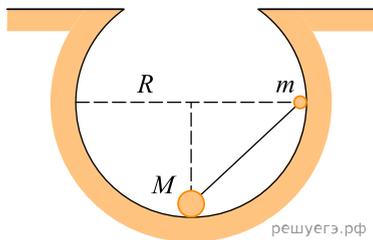
15. Два небольших шара массами  $m_1 = 0,2$  кг и  $m_2 = 0,3$  кг закреплены на концах невесомого стержня  $AB$ , расположенного горизонтально на опорах  $C$  и  $D$  (см. рис.). Расстояние между опорами  $l = 0,6$  м, а расстояние  $AC$  равно  $0,2$  м. Чему равна длина стержня  $L$ , если сила давления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

Какие законы Вы используете для описания равновесия тела? Обоснуйте их применение к данному случаю.



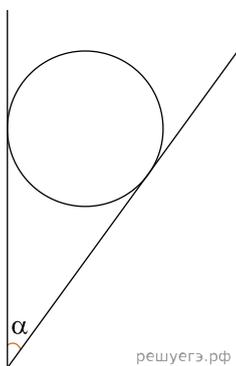
16. Внутри сферической поверхности помещена гантель. Масса большого шарика  $M = 60$  г. Стержень, соединяющий шарики, невесом. Коэффициент трения между большим шариком и сферической поверхностью  $0,4$ . Трение между маленьким шариком и сферической поверхностью отсутствует. Определите, при каком значении массы шарика  $m$  гантель будет оставаться в неподвижном состоянии. Считать размеры шариков значительно меньшими, чем размер всей гантели.

Какие законы Вы используете для описания равновесия штанги? Обоснуйте их применение к данному случаю.



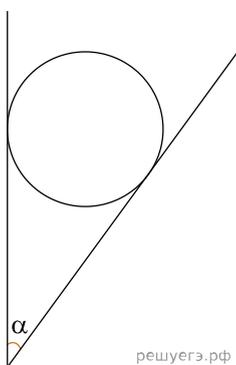
17. Гладкий цилиндр лежит между двумя плоскостями, одна из которых вертикальна, а линия их пересечения горизонтальна (см. рис.). Сила давления цилиндра на вертикальную стенку в  $n = \sqrt{3}$  раза превышает силу тяжести, действующую на цилиндр. Найдите угол  $\alpha$  между плоскостями. Сделайте рисунок, на котором укажите силы, действующие на цилиндр.

Какие законы Вы используете для описания равновесия тела? Обоснуйте их применение к данному случаю.

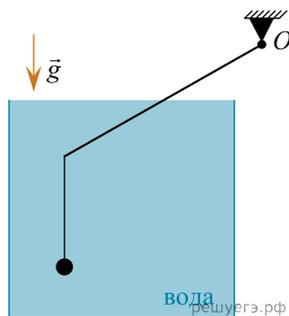


18. Гладкий цилиндр лежит между двумя плоскостями, одна из которых вертикальна, а линия их пересечения горизонтальна (см. рис.). Сила давления цилиндра на вертикальную стенку равна  $10$  Н и в  $n = 3$  раза меньше, чем сила давления на цилиндр со стороны другой плоскости. Определите массу цилиндра. Сделайте рисунок, на котором укажите силы, действующие на цилиндр.

Какие законы Вы используете для описания равновесия тела? Обоснуйте их применение к данному случаю.

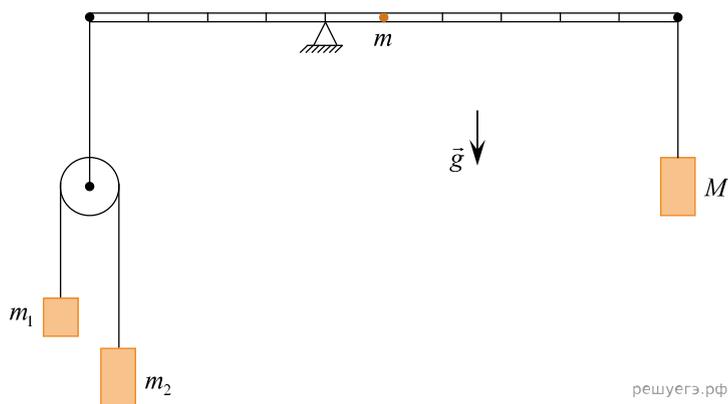


19. Изготовленная из соснового дерева тонкая прямая однородная палочка объемом  $V_0 = 27,2 \text{ см}^3$  закреплена за свой верхний конец на горизонтальной оси, вокруг которой она может вращаться в вертикальной плоскости. К нижнему концу этой палочки на тонкой легкой нити привязан алюминиевый шарик. Шарик и нижняя часть палочки погружены в сосуд с водой, причем ниже уровня воды располагается ровно половина палочки, и шарик не касается дна сосуда.

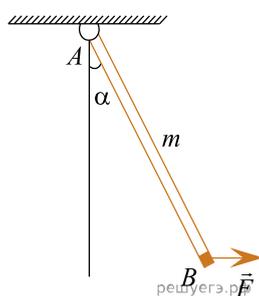


При этом палочка наклонена под некоторым углом к горизонту, и вся система находится в равновесии. Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на палочку и на шарик. Найдите объем  $V$  шарика. Обоснуйте применимость используемых законов к решению задачи.

20. Тонкая прямая однородная палочка массой  $m = 0,2 \text{ кг}$  и длиной  $l$  установлена на ребре неподвижной призмы, вокруг которого она может свободно вращаться в вертикальной плоскости (см. рисунок). Точка опоры палочки находится ближе к ее левому концу, на расстоянии  $\frac{l}{10}$  от ее середины. К левому концу палочки на легких нитях подвешен за ось невесомый блок, который может вращаться вокруг нее без трения. Через блок перекинута легкая нерастяжимая нить, на концах которой закреплены грузы массами  $m_1 = 0,5 \text{ кг}$  и  $m_2 = 0,8 \text{ кг}$ . Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на палочку и на все грузы. Груз какой массы  $M$  надо подвесить на легкой нити к правому концу палочки, чтобы она находилась в равновесии в горизонтальном положении при движении грузов  $m_1$  и  $m_2$  и вращении блока? Обоснуйте применимость используемых законов к решению задачи.

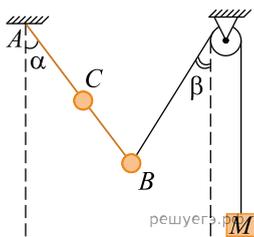


21. Однородный стержень  $AB$  постоянного поперечного сечения прикреплен верхним концом к шарниру, в котором он может без трения поворачиваться в плоскости рисунка. Масса стержня  $m = 1 \text{ кг}$ . Если к нижнему концу стержня приложена в плоскости рисунка постоянная горизонтальная сила  $\vec{F}$ , то в равновесии стержень образует с вертикалью угол  $\alpha$  ( $\text{tg } \alpha = 0,8$ ). Чему равен модуль силы, с которой стержень действует в равновесии на шарнир?



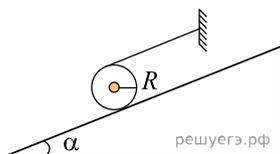
Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на стержень  $AB$ . Обоснуйте применимость используемых законов к решению задачи.

22. В точке  $A$  через подшипник подсоединена легкая палка  $AB$ , которая может свободно вращаться вокруг точки  $A$ . В точке  $B$  расположен шар массой  $m_2 = 0,1$  кг, в точке  $C$  — шар массой  $m_1 = 0,2$  кг. Шар  $B$  соединен с бруском массой  $M = 0,1$  кг через блок при помощи нерастяжимой нити. Вся система находится в равновесии,  $AB = l$ ,  $AC = b = 25$  см, углы  $\alpha$  и  $\beta$  равны  $30^\circ$ . Найдите  $l$ .

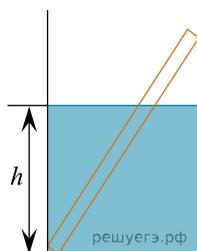


Какие законы Вы используете для описания равновесия системы тел? Обоснуйте их применение к данному случаю.

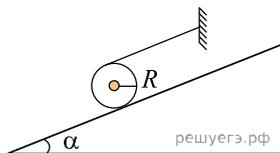
23. На наклонной шероховатой плоскости покоится цилиндр с радиусом 30 см и массой 3 кг, обмотанный легкой невесомой нитью. Угол наклона плоскости к горизонту равен  $30^\circ$ . Между цилиндром и плоскостью сила трения такая, что он покоится. Найдите силу натяжения нити.



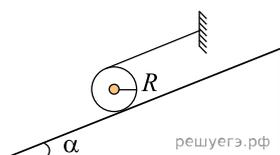
24. В гладкий высокий стакан радиусом 4 см поставили однородную тонкую палочку длиной 10 см и массой 0,9 г, после чего в стакан налили до высоты 4 см жидкость, плотность которой составляет 0,75 плотности материала палочки. Найдите модуль силы  $\vec{F}$ , с которой верхний конец палочки давит на стенку стакана. Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на палочку.



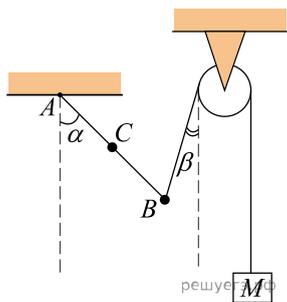
25. На шероховатой наклонной плоскости покоится цилиндр. К верхней части цилиндра по касательной прикреплен параллельная наклонной плоскости невесомая нерастяжимая нить, другой конец которой закреплен на вертикальной стене. Масса цилиндра 1 кг, радиус его основания 20 см, коэффициент трения цилиндра о наклонную плоскость 0,5. Определить предельный угол альфа, при котором цилиндр будет находиться в равновесии. Какие законы Вы используете для решения задачи? Обоснуйте их применение.



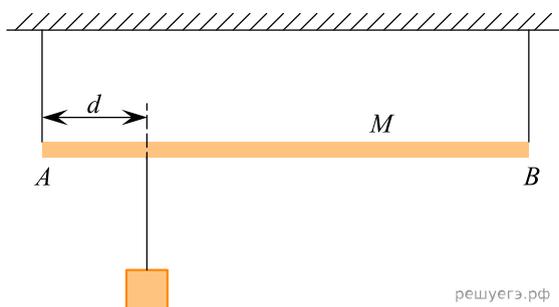
26. На шероховатой наклонной плоскости покоится цилиндр. К верхней части цилиндра по касательной прикреплен параллельная наклонной плоскости невесомая нерастяжимая нить, другой конец которой закреплен на вертикальной стене. Масса цилиндра 1 кг, радиус его основания 20 см, коэффициент трения цилиндра о наклонную плоскость 0,5. Определить предельный угол альфа, при котором цилиндр будет находиться в равновесии. Какие законы Вы используете для решения задачи? Обоснуйте их применение.



27. Невесомый стержень  $AB$  с двумя малыми грузиками массами  $m_1 = 100$  г и  $m_2 = 200$  г, расположенными в точках  $C$  и  $B$  соответственно, шарнирно закреплён в точке  $A$ . Груз массой  $M = 200$  г подвешен к идеальному блоку за невесомую и нерастяжимую нить, другой конец которой соединён с нижним концом стержня, как показано на рисунке. Вся система находится в равновесии, если стержень отклонён от вертикали на угол  $\alpha = 45^\circ$ , а нить составляет угол с вертикалью, равный  $\beta = 15^\circ$ . Расстояние  $AC = b = 25$  см. Определите длину  $l$  стержня  $AB$ , пренебрегая трением в шарнире. Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на груз  $M$  и стержень.

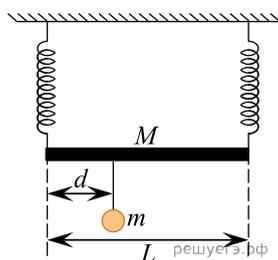


28. Неоднородная массивная балка длиной  $L = 2$  м подвешена на двух одинаковых тросах за свои крайние точки  $A$  и  $B$ . Если на расстоянии  $d = 50$  см от точки  $A$  подвесить к балке на лёгкой верёвке груз массой  $m = 60$  кг (см. рисунок), то ось балки будет горизонтальна, а силы натяжения тросов одинаковыми.



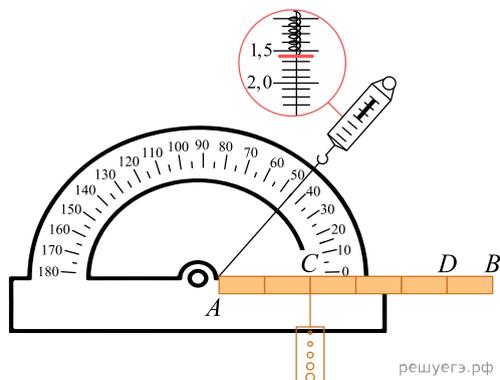
Определите расстояние от точки  $A$  до центра тяжести балки. Масса балки равна  $M = 100$  кг. Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на тела. Обоснуйте применимость законов, использованных для решения задачи.

29. К двум прикрепленным к потолку лёгким пружинам одинаковой длины подвесили однородный стержень массой  $M = 2$  кг и длиной  $L = 40$  см, прицепив его к пружинам за концы. Если к этому стержню подвесить на лёгкой нити груз на расстоянии  $d = 5$  см от левой пружины, то стержень будет расположен горизонтально, оси пружин будут вертикальными, а растяжения обеих пружин окажутся одинаковыми (см. рисунок). Жёсткость правой пружины в 3 раза меньше, чем левой. Чему равна масса  $t$  подвешенного груза? Сделайте схематический рисунок с указанием сил, действующих на стержень и груз.



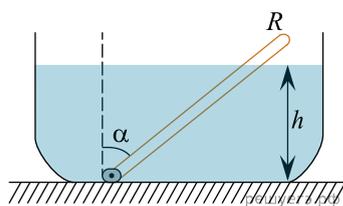
Обоснуйте применимость законов, использованных для решения задачи.

30. Однородный рычаг  $AB$  массой  $50$  г может свободно вращаться вокруг неподвижной оси  $D$ . В точке  $C$  к нему подвешена металлическая пластинка. К концу рычага в точке  $A$  с помощью нити привязан динамометр, с помощью которого рычаг удерживается в горизонтальном положении. Нить составляет с горизонтальной поверхностью угол, который можно измерить с помощью транспортира. Показания транспортира (градусы) и динамометра (ньютоны) видны на фотографии. Массами нитей и динамометра пренебречь. Определите массу пластинки. Сделайте рисунок, на котором укажите все силы, действующие на рычаг и диск. Обоснуйте применимость законов, используемых для решения задачи.

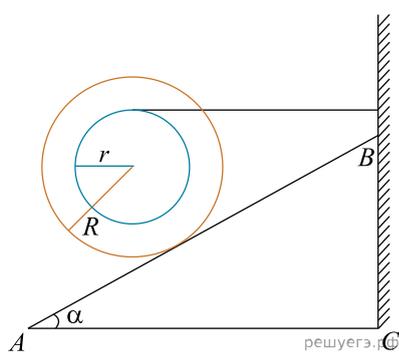


31. К краям невесомого рычага на нерастяжимых и невесомых нитях подвешены шарики одинакового объема  $200$  см<sup>3</sup>. Рычаг находится в равновесии. Если шарики полностью погрузить в воду, ось вращения рычага сместится на  $10$  см. Масса первого шарика равна  $0,32$  кг. Найдите массу второго шарика большей массы, если, находясь в воздухе, он находится на расстоянии  $20$  см от оси вращения. Обоснуйте применимость законов, используемых для решения задачи.

32. Сосуд, ко дну которого шарнирно нижним концом прикреплен однородный стержень, заполнен водой. Известно, что сила, с которой стержень действует на шарнир,  $F = 0,25$  Н, плотность материала стержня  $\rho_0 = 250$  кг/м<sup>3</sup>. Стержень образует с вертикалью угол  $\alpha = 60^\circ$ . Определите площадь поперечного сечения стержня  $S$ , если толщина слоя воды  $h = 25$  см, ее плотность  $\rho = 1000$  кг/м<sup>3</sup>. Трением в шарнире пренебречь. Укажите на рисунке силы, действующие на стержень. Какие физические законы Вы использовали при решении задачи? Обоснуйте их применение в данном случае.



33. Составной однородный цилиндр массой  $m = 5,5$  кг с внешним радиусом  $R = 15$  см и внутренним радиусом  $r = 10$  см удерживается на шероховатой наклонной плоскости в покое с помощью горизонтально расположенной нити, прикрепленной к вертикальной стенке (см. рис.). Вертикальная плоскость, содержащая нить, проходит через центр масс цилиндра. Длина наклонной плоскости  $AB = 1,5$  м, а высота  $BC = 90$  см. На сколько величина силы нормальной реакции наклонной плоскости превышает величину силы натяжения нити? Сделайте схематический рисунок с указанием сил, действующих на цилиндр.



Обоснуйте применимость законов, используемых для решения задачи.