ДЗ9-17 Статика. Условия равновесия. Центр тяжести

° - задачи с рисунком, - задачи для решения дома*

Задачи простые

А1*. От однородного вала отрезали конец длиной ***40 см***. Куда и на сколько переместился центр тяжести?

А2°*. Бревно уравновешено на тросе. Какая часть бревна окажется тяжелее, если его распилить в месте подвеса?

А3*. Почему человек, надевший на спину тяжелый рюкзак, наклоняется немного вперед?

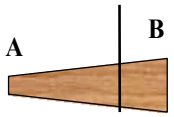
А4*. Гимнаст, идущий по натянутому канату, вызывает восхищение зрителей. Еще более искусным он кажется, когда по натянутому канату несет на коромысле ведра с водой. В каком случае ему легче удержать равновесие?

А5*. На горизонтальной поверхности стоят однородные сплошные цилиндр и конус с одинаковыми высотами и одинаковыми площадями оснований. Какое из этих тел устойчивее?

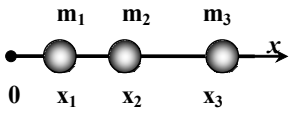
А6*. Одна половина цилиндрического стержня состоит из железа, другая - из алюминия. Определить положение центра тяжести, если вся длина стержня ***30 см***.

А7*. Где находится центр тяжести трех точечных тел одинаковой массы, расположенных в вершинах равностороннего треугольника со стороной ***a***? Решите задачу, если одно из тел в два раза тяжелее двух других.

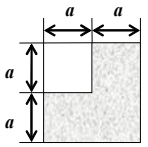
А8*. Где находится центр тяжести тонкой однородной пластины, имеющей форму прямоугольника? круга?



К задаче А2



К задаче Б1



К задаче Б2

Задачи средние

Б1°*. Тонкий невесомый стержень проходит через центры трёх шаров разных масс: m_1, m_2 и m_3. Центры масс всех трёх шаров отстоят от левого конца стержня на расстояния x_1, x_2 и x_3 соответственно. На каком расстоянии x_0 от того же конца стержня находится центр масс системы всех трех шаров?

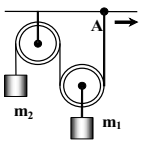
Б2°*. Где находится центр тяжести однородной плоской фигуры, изображённой на рисунке?

Б3. Где находится центр тяжести тонкой однородной пластины, имеющей форму треугольника?

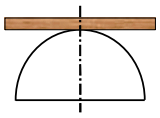
Б4*. Предложите своему товарищу стать спиной к стенке, прислонив к ней пятки, а потом попытаться достать пальцами рук носки обуви, не сгибая ног в коленях. Наверняка это ему не удастся сделать. Почему? Теперь предложите встать к стенке лицом так, чтобы носки ботинок и нос касались стенки, и попросите приподняться на носках. Это также не удается. Почему?

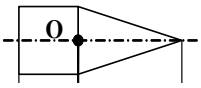
Б5*. На плоскости, имеющей угол наклона к горизонту **α**, стоит однородный цилиндр с радиусом основания ***R***. Какова наибольшая высота цилиндра, при которой он еще не опрокидывается?

Б6°*. В системе, состоящей из неподвижного и подвижного невесомых блоков, грузы массами m_1 и m_2, висящие на блоках, находятся в равновесии, когда нити параллельны (см. рисунок). Что произойдет, если точку закрепления нити ***A*** передвигать вправо?

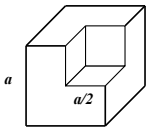


К задаче Б6


К задаче Б7



К задаче В1



К задаче В4

Б7°. На поверхности шероховатой полусферы лежит в горизонтальном положении тонкая линейка. Какой вид равновесия имеет место?

Б8. Как легче сдвинуть с места железнодорожный вагон: прилагая силу к корпусу вагона или прилагая ее к верхней части обода колеса вагона?

Б9. По кругу какого наименьшего радиуса сможет проехать мотоциклист, движущийся со скоростью ***V = 60 км/ч***, если коэффициент трения между покрышками колес и землей **μ = *0.3***? Каков наибольший угол наклона велосипеда, при котором велосипедист еще не будет падать? Объясните, почему велосипедист вынужден наклоняться? Что произойдёт, если велосипедист наклонится недостаточно? Наклонится избыточно.

Б10*. Во сколько раз увеличится максимальная допустимая скорость движения велосипедиста по наклонному треку с углом наклона **α** по сравнению с допустимой скоростью по горизонтальному треку при одинаковом радиусе закругления ***R*** и коэффициенте трения **μ**?

Б11*. На повороте дороги радиусом ***100 м*** равномерно движется автомобиль. Центр тяжести автомобиля находится на высоте ***1 м***. ширина колеи автомобиля ***1.5 м***. Определите скорость, при которой автомобиль может опрокинуться. В радиальном направлении автомобиль не скользит.

Задачи сложные

В1°. Во сколько раз высота треугольной равнобедренной части тонкой однородной пластины должна отличаться от длины прямоугольной части, чтобы центр тяжести всей пластины лежал в точке ***O***?

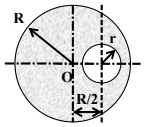
В2. Докажите, что центр тяжести треугольника лежит в центре круга, вписанного в треугольник, вершины которого лежат на серединах сторон данного треугольника.

В3*. Десять шариков с массами m_i = ***1, 2, 3, ...10 г*** закреплены на невесомом стержне длиной ***90 см*** так, что между центрами двух соседних шариков расстояние равно ***10 см***. Найдите центр тяжести системы, если шарики расположены по нарастанию массы.

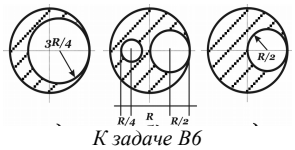
В4°. Где находится центр тяжести куба, из которого удален кубик с ребром, равным ***a/2***?

В5°. Определите положение центра тяжести однородного диска радиуса ***R***, в котором вырезано отверстие радиуса ***r***. Центр выреза находится от центра диска на расстоянии ***R/2***.

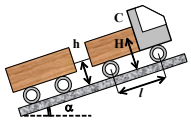
В6°*. Определите положение центров тяжести однородных дисков радиуса ***R***, в которых различным образом вырезаны отверстия (см. рисунок).



К задаче В5



К задаче В6



К задаче В12

В7. В вертикальный цилиндрический стакан наливают воду. При каком уровне воды центр тяжести системы занимает наинизшее положение?

В8. Какую минимальную работу нужно совершить, чтобы повернуть вокруг ребра на другую грань: а) куб массой ***200 кг***; б) полый куб, наполовину наполненный водой? Масса полого куба мала по сравнению с массой воды. Ребро куба равно ***1 м***.

В9. Ящик в форме куба перемещают на некоторое расстояние: одни раз волоком, а другой – кантованием (опрокидыванием через ребро). При каком значении коэффициента трения скольжения работы по перемещению волоком и кантованием равны?

В10. Как изменится сила давления передних колёс автомобиля массы ***m = 1500 кг***, движущегося по горизонтальной дороге с коэффициентом трения **μ = *0.4***, при предельно возможном торможении без возникновения скольжения задних колес? Центр тяжести автомобиля находится посередине между колесами и приподнят над землей на ***h = 60 см***, расстояние между передними и задними колесами ***d = 3.5 м***.

В11. Автомобиль массы ***M = 1000 кг*** равномерно поднимается по наклонному участку шоссе с углом наклона **α = *12°***. Определите, насколько отличаются давления передних и задних колес автомобиля на шоссе, если известно, что расстояние между осями ***L = 2.5 м***, а центр тяжести расположен на равных расстояниях от осей на высоте ***H = 0.75 м***.

В12°*. Грузовик общей массы M_1 = ***8 тонн*** преодолевает крутой подъём. К грузовику присоединен прицеп общей массы M_2 = ***4 тонны***. Буксирный трос расположен на высоте ***h = 1 м***. Центр тяжести ***C*** грузовика находится на высоте ***H = 2 м***; расстояние между осями передних и задних колес грузовика ***L = 4 м***. При езде по горизонтальной дороге на задние колеса приходится ***3/4*** веса грузовика. При каком угле подъема грузовик опрокинется назад? Существует ли такая опасность реально, если мощность двигателя достаточна лишь для преодоления подъемов, не превышающих ***10°***?

В13. На наклонной плоскости с углом наклона **α** покоится однородный брусок, высота которого ***h***. На каком расстоянии от центра тяжести проходит сила реакции опоры?

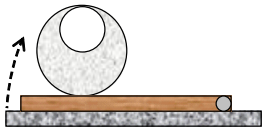
ДЗ9-17 Статика. Условия равновесия. Центр тяжести

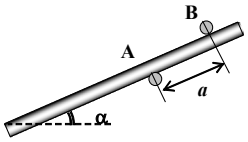
° - задачи с рисунком, - задачи для решения дома*

B14*. Положите на деревянную измерительную линейку спичечный коробок поочередно разными гранями. Медленно приподнимая линейку за один из концов, вы заметите, что в некоторых случаях коробок скользит, в других он опрокидывается. Обозначив высоту коробка через h, длину основания через d и коэффициент трения через μ, докажите, что при $d/h > \mu$ коробок будет скользить, а при $d/h < \mu$ он будет опрокидываться.

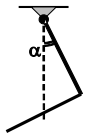
B15°. Вдоль оси цилиндра на расстоянии $R/2$ от его центра просверлено отверстие. Радиус отверстия $R/2$. Цилиндр лежит на дощечке, которую медленно поднимают за одни конец. Найдите предельный угол наклона дощечки, при котором цилиндр еще может на ней удержаться. Коэффициент трения равен $\mu = 0.2$.

B16°. Тяжелый брусок удерживается силой трения между двумя горизонтальными стержнями A и B. Каково должно быть расстояние от центра тяжести бруска до точки соприкосновения со стержнем A. чтобы он не мог выскользнуть из своих опор? Расстояние a, угол α и коэффициент трения μ заданы.


К задаче B15



К задаче B16

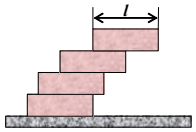


К задаче B17

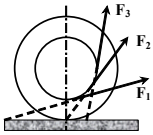
B17°. Железный прут массой M согнут пополам так, что его части образуют прямой угол. Прут свободно подвешен на шарнире за один из концов. Найдите угол, который образует с вертикалью верхняя часть прута в положении равновесия.

B18*. Решите задачу B17 для случая, когда прут согнут в соотношении $1:2$ и подвешен за короткую часть.

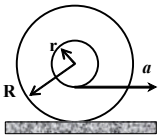
B19°*. Чтобы выложить карниз здания, каменщик кладет четыре кирпича длины l один на другой так, что часть каждого кирпича выступает над нижележащим. Определите наибольшие длины выступающих частей кирпичей, при которых кирпичи в карнизе еще будут находиться в равновесии без цементного раствора.



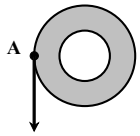
К задаче B19



К задаче B20



К задаче B21



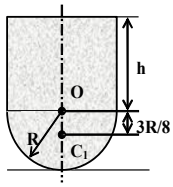
К задачеB22

B20°. Катушка находится на столе. В какую сторону она будет двигаться, если нить натягивается силой F_1, F_2, или F_3, а линия действия силы F_2 проходит через точку соприкосновения катушки со столом?

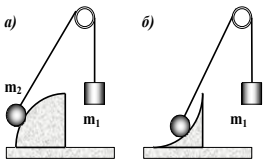
B21°*. Катушку тянут за горизонтальную нитку по полу, как это указано стрелкой на рисунке. Ускорение катушки постоянно и равно a. При каком значении коэффициента трения между ободьями катушки и полом катушка будет скользить не вращаясь? Радиус вала катушки r, а ободьев - R.

B22°*. На гладком горизонтальном столе лежит шайба, к которой в точке A прикреплена нить. Как будет двигаться шайба, если потянуть за нить параллельно поверхности стола?

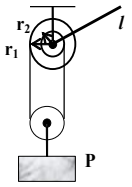
B23°. Однородное тело, состоящее из цилиндра и полушара, стоит на гладкой горизонтальной плоскости (см. рисунок). При каких значениях h это положение устойчиво? Центр тяжести полушара находится в точке C_1, расстояние OC_1 равно $3/8R$.



К задаче B23



К задаче B24

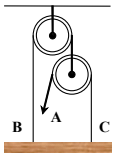


К задаче B25

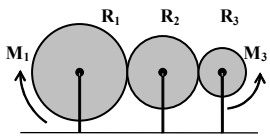
B24°*. В случаях a и $б$, изображенных на рисунке, масса груза m_1 подобрана так, что шарик массы m_2, опирающийся на гладкую поверхность, находится в равновесии. В каком из этих случаев равновесие устойчивое, а в каком нет? Считайте, что блок расположен достаточно далеко, поэтому направление нити, идущей от шарика, совпадает с направлением касательной к поверхности.

B25°. Какую силу нужно приложить к концу рукоятки дифференциального ворота, чтобы удержать груз $P = 50$ *кг*? Длина рукоятки ворота $l = 1$ *м*, радиус большого цилиндра — $r_1 = 20$ *см*, радиус малого — $r_2 = 10$ *см*.

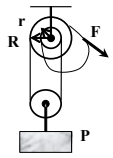
B26°*. С помощью показанной на рисунке системы блоков хотят поднять бревно весом P. С какой силой F нужно для этого тянуть конец каната A? Как нужно прикрепить концы каната B и C, чтобы бревно при подъеме было горизонтально?



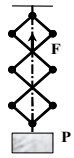
К задаче B26



К задаче B27



К задаче B28



К задаче B30

B27°. Три зубчатых колеса связаны друг с другом так, как показано на рисунке. Радиусы колёс равны R_1, R_2, R_3. Момент, приложенный к первому колесу равен M_1. Какой момент надо приложить к третьему колесу, чтобы колёса не вращались?

B28°. На рисунке изображен дифференциальный блок. Какой должна быть сила F, чтобы груз P находился в равновесии? Верхний блок имеет радиусы R и r, нижний блок считать невесомым.

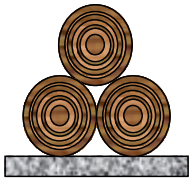
B29*. Решите задачу B28, если к первому колесу приложен момент M_1 по часовой стрелке, а ко второму – момент M_2 против.

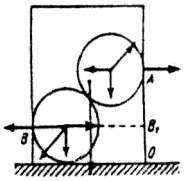
B30°. Система, изображенная на рисунке находится в равновесии. Зная вес тела P, найти силу F.

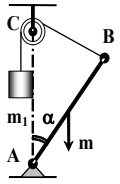
B31°. На земле вплотную друг к другу лежат два одинаковых цилиндрических бревна. Сверху на них кладут такое же бревно. При каком максимальном коэффициенте трения между бревнами они еще будут раскатываться, если они не проскальзывают по земле.

B32°*. Два одинаковых шара радиусом r и массой m положены в вертикальный открытый с обеих сторон полый цилиндр радиусом R ($r > R/2$). Вся система находится на горизонтальной плоскости. Какой должна быть минимальная масса полого цилиндра M, чтобы шары не могли его опрокинуть?

B33°*. Стержень AB массой $m = 5$ *кг* прикреплен к неподвижной опоре шарниром A и может вращаться в вертикальной плоскости. К концу B стержня прикреплена нить. Нить перекинута через блок C и к ней подвешен груз массы $m_1 = 2.5$ *кг*. Оси блока C и шарнира A расположены на одной вертикали, причем $AC = AB$. Найдите, при каком значении угла между стержнем и вертикалью система будет в равновесии. Какая сила действует вдоль стержня в точке A? Является ли равновесие устойчивым?


К задаче B30


К задаче B31



К задаче B32

Теория

1. Г.Я. Мякишев - Механика. §§ 8.1-8.5.
2. Б.М. Яворский, А.А. Пинский - Основы физики Т.1. §§ 22.4-22.5.
3. Е.И. Бутиков, А.С. Кондратьев - Физика для углублённого изучения. Т.1. Механика. §§ 39.
4. Г.С. Ландсберг - Элементарный учебник физики Т.1. §§ 69-83.