



ГБОУ СПО «Курсавский региональный колледж «Интеграл»

**Авторы: Кожукалов Николай Викторович - преподаватель
Любецкая Анна Александровна - преподаватель**

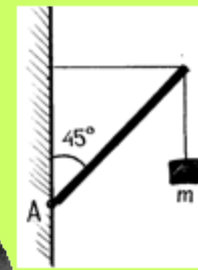
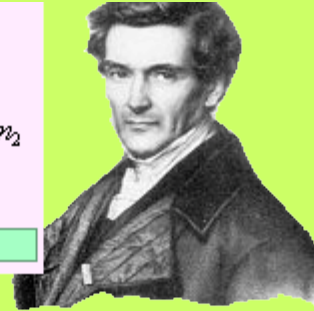
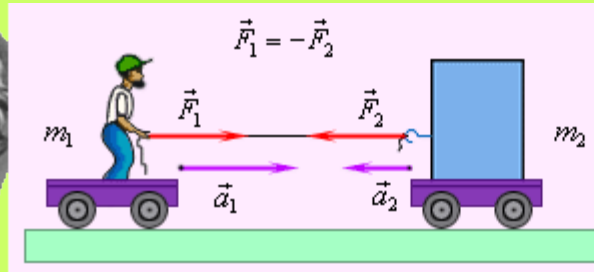


Тема урока

«СТАТИКА»

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

- Целью данного презентационного материала является правильное понимание и усвоение предмета студентами. Уделено внимание истолкованию основных понятий и положений теоретической механики и их связи с реальной действительностью. Развитие у обучающихся правильного понимания необходимости применения моделей реальных объектов и роли моделей в проведении расчётов и исследований.



Техническая механика

Т.М. представляет собой комплексную дисциплину, в которой излагаются основные положения о взаимодействии твердых тел, прочности материалов и методах расчета конструктивных элементов машин и механизмов на внешние взаимодействия

Разделы технической механики



- Теоретическая механика
- Сопротивление материалов
- Детали машин

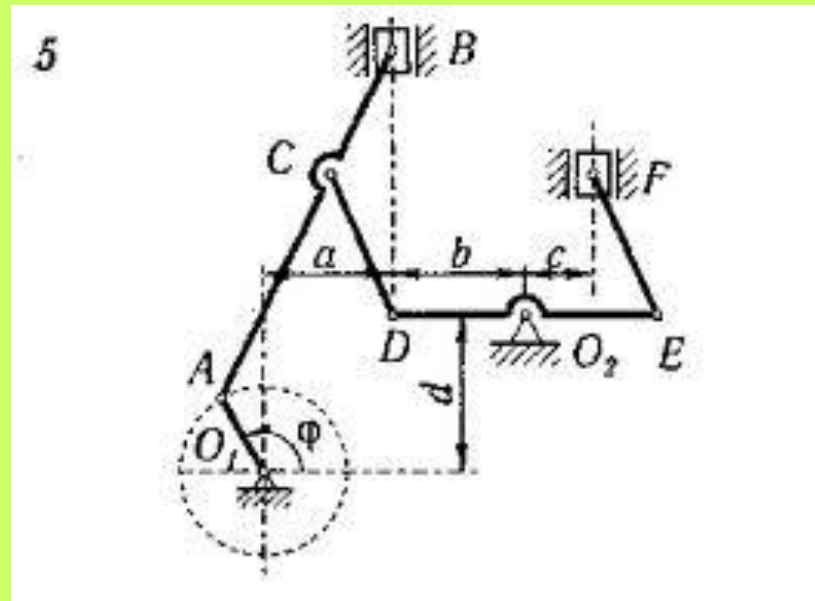
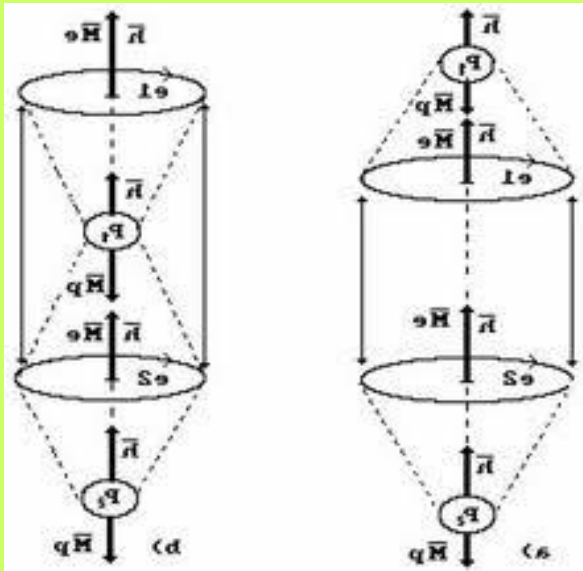
Теория машин и механизмов

Строительная механика

Теория пластических деформаций

Теоретическая механика

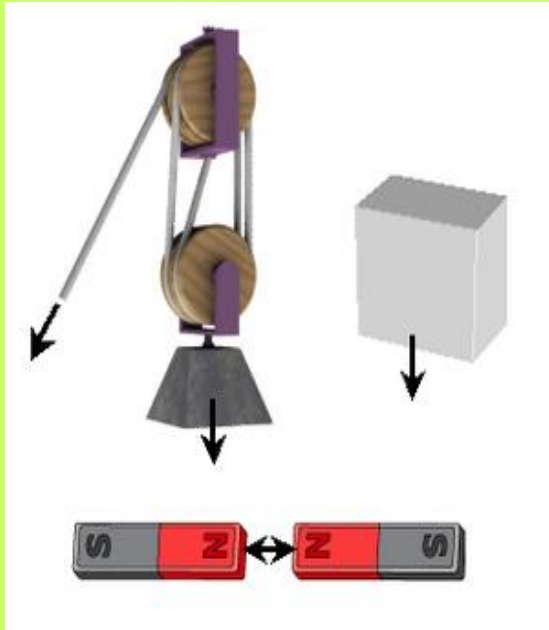
Наука об общих законах механического движения и взаимодействия материальных тел



СТАТИКА

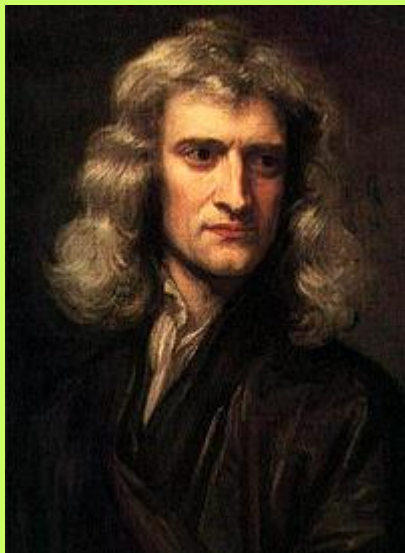
Статикой называется раздел механики, в котором излагается общее учение о силах и изучаются условия равновесия материальных тел, находящихся под действием сил.

Сила F



векторная физическая величина,
являющаяся мерой интенсивности
воздействия на данное тело других тел.
Приложенная к телу сила является
причиной изменения его скорости или
возникновения в
нём деформаций и напряжений
Сила как векторная величина
характеризуется
***модулем, направлением и точкой
приложения***

Единицы измерения силы



Система СИ

Ньютон - есть сила, сообщающая телу массой 1 кг ускорение 1 м/с^2 .

Кратные и дольные единицы силы.

1 меганьютон (МН) = 10^6 Н, 1 килоньютон (кН) = 10^3 Н, 1 гектоньютон (гН) = 10^2 Н

1 дециньютон (дН) = 10^{-1} Н, 1 сантиньютон (сН) = 10^{-2} Н, 1 миллиньютон (мН) = 10^{-3} Н, 1 микроньютон (мкН) = 10^{-6} Н

Техническая система килограммсила КГС

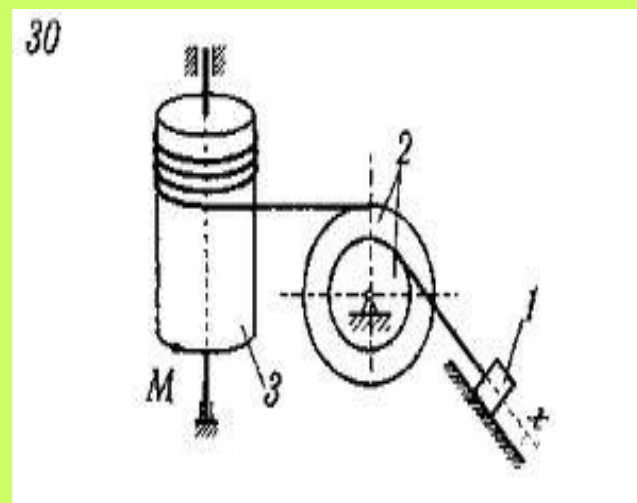
$1 \text{ кгс} = 9,81 \text{ Н}$, $1 \text{ Н} = 0,102 \text{ КГС}$ основано на 2 законе

Ньютона **$F=ma$**

(сантиметр-грамм-секунда) дина $1 \text{ дина} = 10^{-5} \text{ Н}$

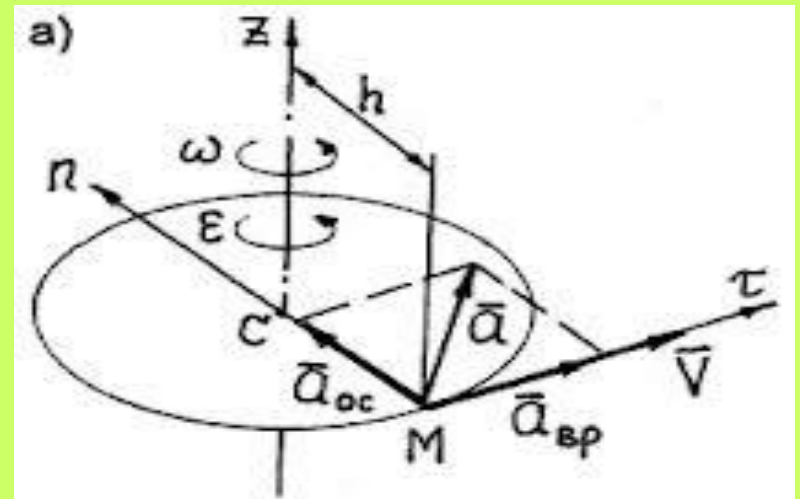
Аксиомы статики

Все теоремы и уравнения статики выводятся из нескольких исходных положений, принимаемых без доказательств и являющихся обобщением опытов и наблюдений за поведением тел, находящихся в равновесии. Эти положения, неоднократно подтвержденные практикой, называются аксиомами статики.

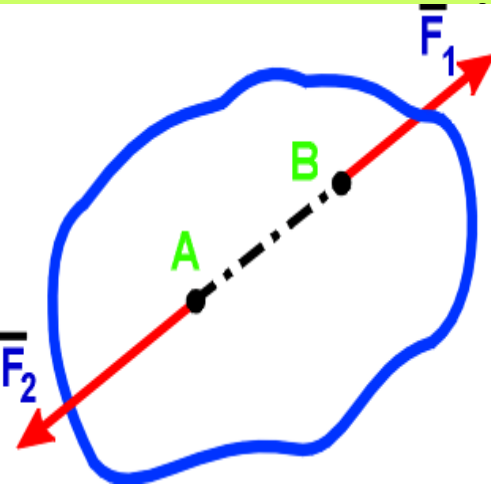


Аксиома 1 первый закон Ньютона

Под действием уравновешенной системы сил материальная точка (тело) находится в состоянии покоя или движется равномерно и прямолинейно или равномерно вращается вокруг неподвижной оси.



Аксиома 2



Если на свободное абсолютно твердое тело действуют две силы, то тело может находиться в равновесии только тогда, когда эти силы равны по модулю и направлены вдоль одной прямой в противоположные стороны:

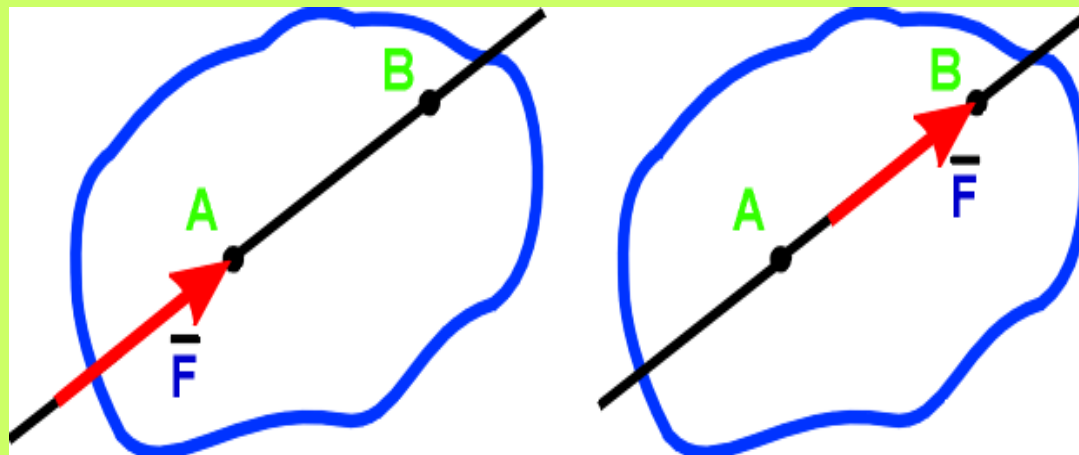
$$\mathbf{F}_1 = - \mathbf{F}_2.$$

Система

сил $\mathbf{F}_1$ и $\mathbf{F}_2$ называется уравновешивающейся, или эквивалентной нулю: $\mathbf{F}_1 + \mathbf{F}_2 = 0$.

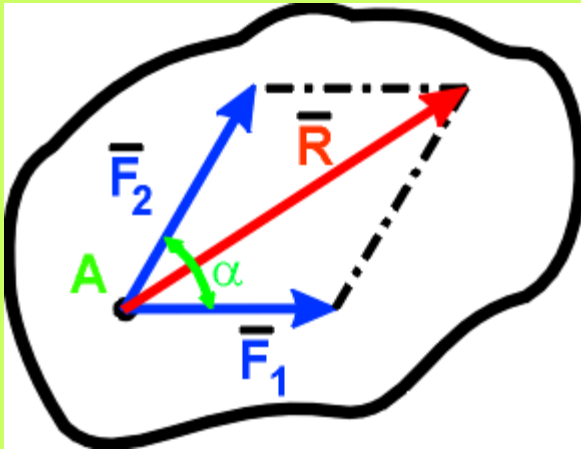
Аксиома 3

- Действие данной системы сил на абсолютно твердое тело не изменится, если к ней добавить или от нее отнять уравновешенную систему сил.
- *Следствие.* Не нарушая состояния твердого тела, силу можно переносить по линии ее действия в любую точку тела, т. е. сила - вектор скользящий.



Аксиома 4

Две силы, приложенные к телу в одной точке, можно заменить одной, приложенной в той же точке, которая является диагональю параллелограмма, построенного на этих силах как на сторонах:



$$R = F_1 + F_2 .$$

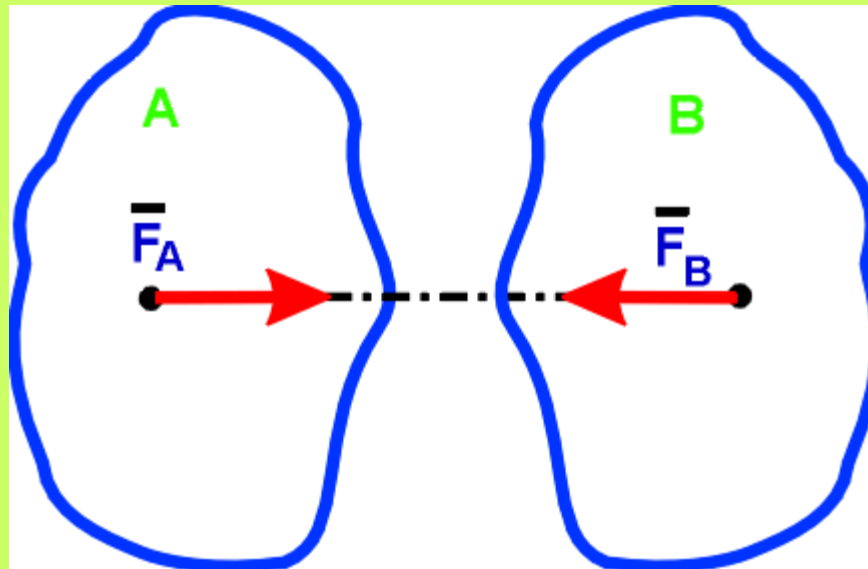
Сила R , которая эквивалентна данной системе сил F_1 и F_2 называется равнодействующей.

Аксиома 5 третий закон Ньютона

Силы, с которыми два тела действуют друг на друга, равны по модулю и направлены по одной прямой в противоположные стороны:

$$\vec{F}_A = - \vec{F}_B.$$

Силы F_A и F_B не образуют уравновешенную систему сил, так как они приложены к разным телам.



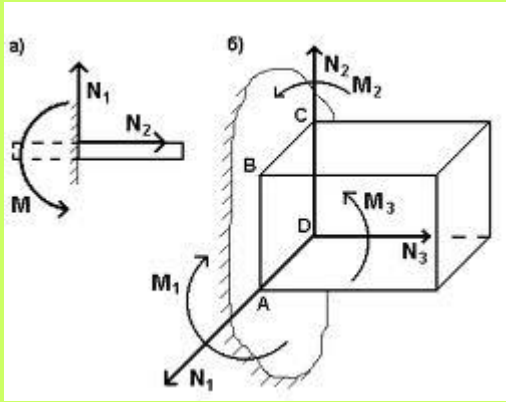


Аксиома 6

Равновесие деформируемого тела не нарушится, если тело считать отвердевшим (абсолютно твердым).

Следует помнить, что условия равновесия, являющиеся необходимыми и достаточными для твердого тела, являются необходимыми, но не достаточными для соответствующего деформируемого тела.

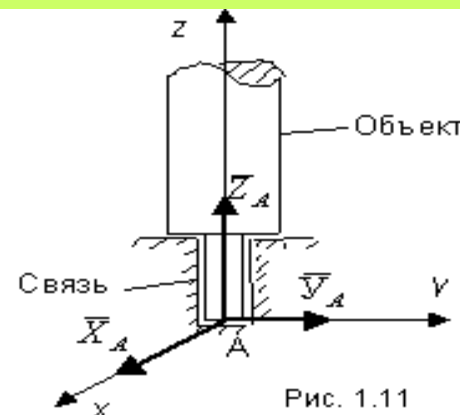
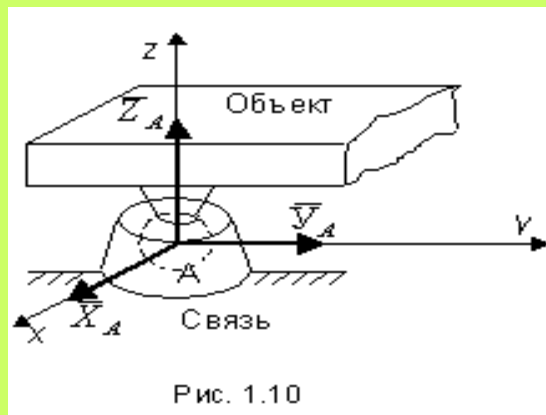
Связи и их реакции



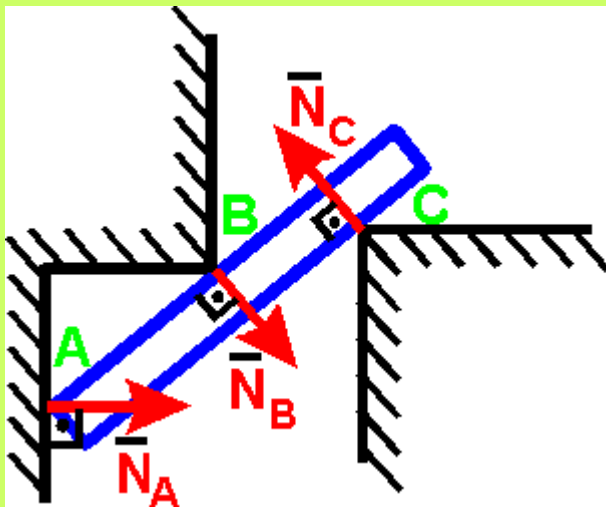
Тела в природе бывают свободными и несвободными. Тела, свобода перемещения которых ничем не ограничена, называются свободными. Тела, ограничивающие свободу перемещения других тел, называются по отношению к ним связями.

Аксиома о связях

Равновесие тела не нарушится, если наложенные на него связи заменить реакциями связей.

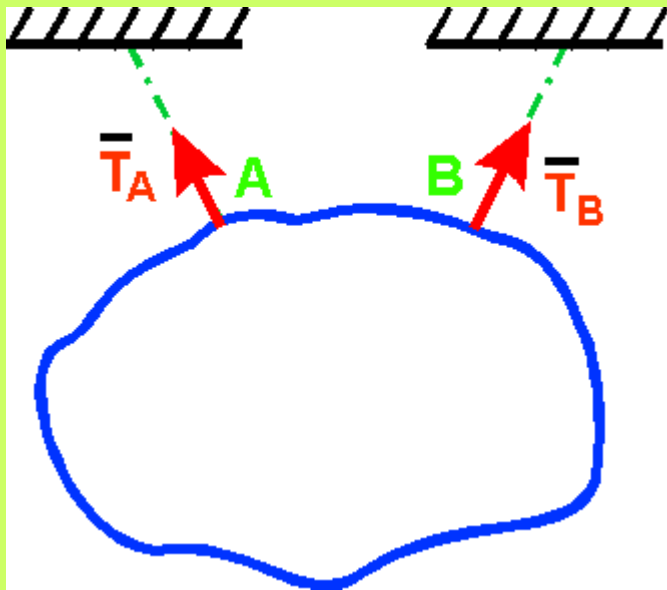


Гладкая опорная поверхность



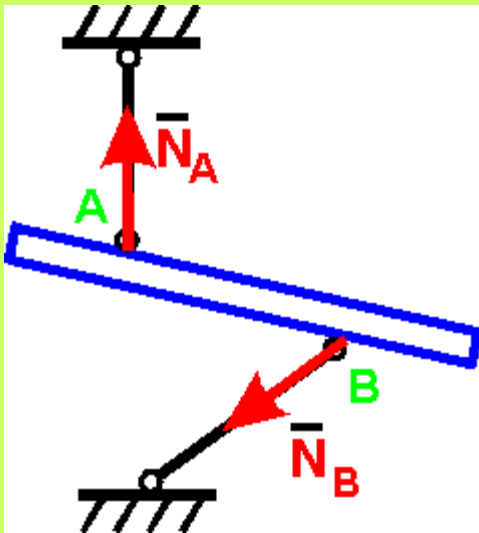
Реакция $\mathbf{N}$ гладкой плоскости (поверхности) или опоры направлена по общей нормали к поверхностям соприкасающихся тел в точке их касания и приложена к этой точке.

Гибкая нить (провода, канаты, цепи, ремни)



Реакция T направлена
вдоль нити к точке
подвеса.

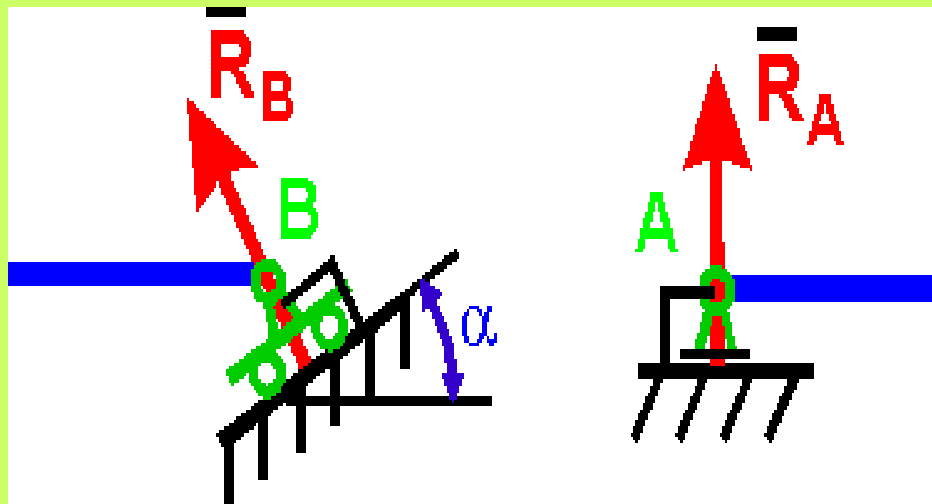
Невесомый стержень с шарнирами



Реакция $\mathbf{N}$ невесомого стержня направлена вдоль стержня. Обычно реакция $\mathbf{N}$ изображается от тела по стержню, в предположении, что в равновесии стержень растянут.

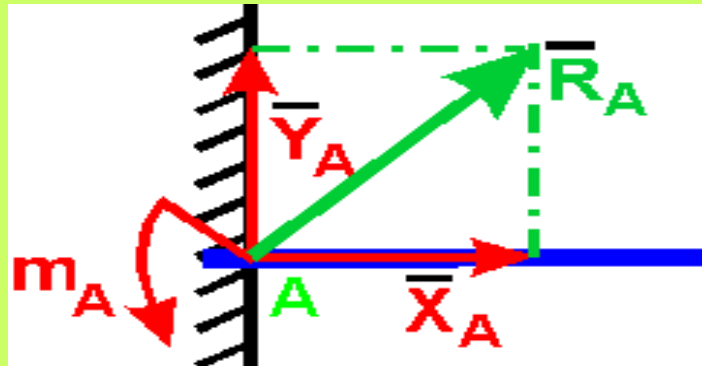
Шарнирно-подвижная опора (опора на катках)

Реакция R проходит через ось шарнира и направлена перпендикулярно к опорной плоскости.



Жесткая заделка

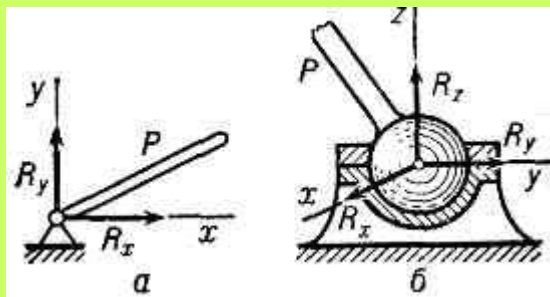
Нахождение реакции жесткой заделки сводится к определению составляющих X_A и Y_A препятствующих линейному перемещению балки в плоскости действия сил, и алгебраической величине момента m_A , препятствующего вращению балки под действием приложенных к ней сил.



Гладкий сферический шарнир

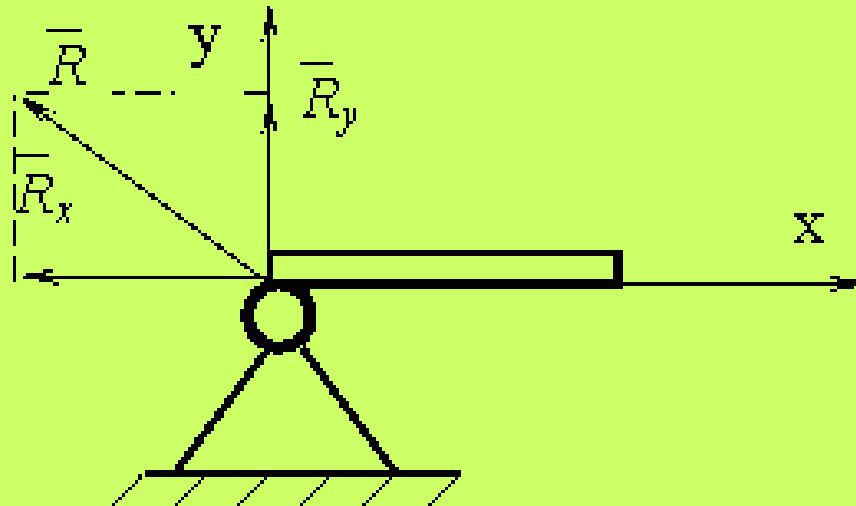
Этот вид связи закрепляет какую-нибудь точку тела так, что она не может совершать никаких перемещений в пространстве.

Реакция **R** шарового шарнира или подпятника может иметь любое направление в пространстве. Для нее наперед неизвестны ни модуль реакции **R**, ни углы, образуемые ею с осями **x**, **y**, **z**.



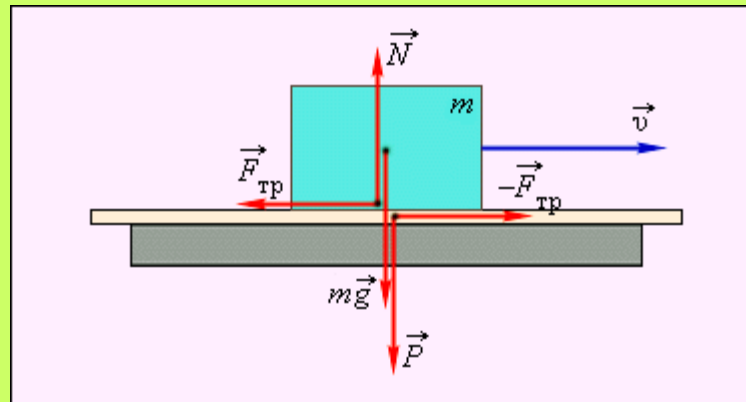
Шарнирно-неподвижная опора

Реакция такой опоры проходит через ось шарнира, но не известна ни по модулю, ни по направлению и, следовательно, характеризуется двумя неизвестными элементами.



Связь с силой трения

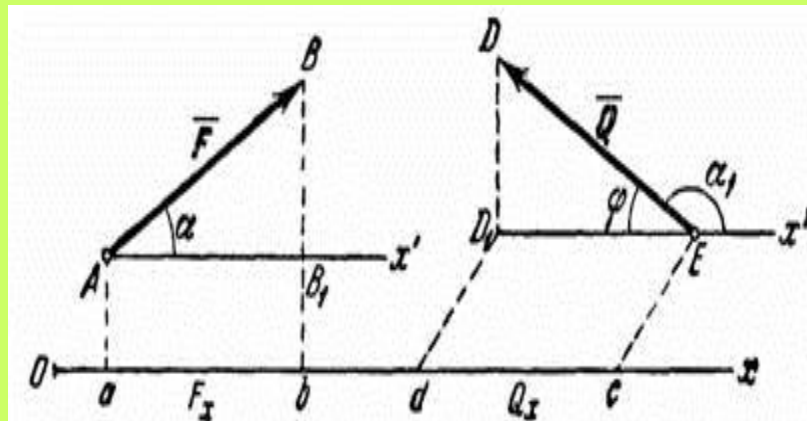
Связь в виде шероховатой плоскости здесь возникают две составляющие реакции нормальная N и касательная T лежащая в плоскости называемая силой **трения**.



Проекция силы на ось

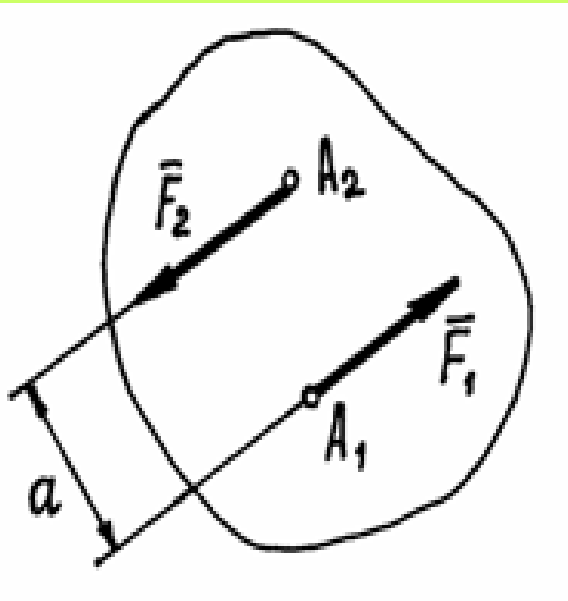
Проекция силы на ось равна произведению модуля силы на косинус угла между направлением силы и положительным направлением оси.

$$F_x = AB_1 = ab$$



$$Q_x = -ED_1 = -ed$$

Пара сил.



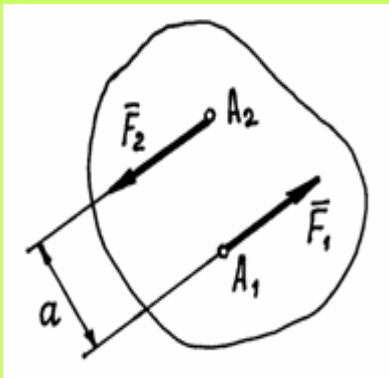
Парой сил (или просто парой) называются две силы, равные по величине, параллельные и направленные в противоположные стороны

Очевидно $F_1 = F_2$ $\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$ $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 = 0$

Момент пары.

Несмотря на то, что сумма сил равна нулю, эти силы не уравновешиваются. Под действием этих сил, пары сил, тело начнёт вращаться. И вращательный эффект будет определяться моментом пары:

Момент пары сил измеряется
в **ньютон-метрах**. 1 Н·м

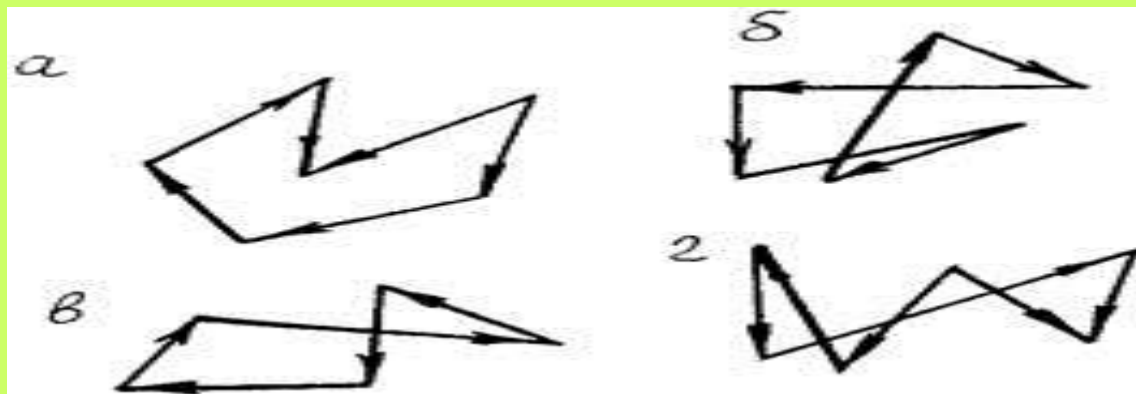


$$M = F_1 \cdot a = F_2 \cdot a$$

Равновесие системы сходящихся сил.

Геометрическое условие равновесия.

Для равновесия системы, сходящихся сил необходимо и достаточно, чтобы силовой многоугольник, построенный из этих сил, был замкнут.



Равновесие системы сходящихся сил.

Аналитические условия равновесия.

Для равновесия пространственной системы сходящихся сил необходимо и достаточно, чтобы суммы проекций этих сил на каждую из трех координатных осей были равны нулю.

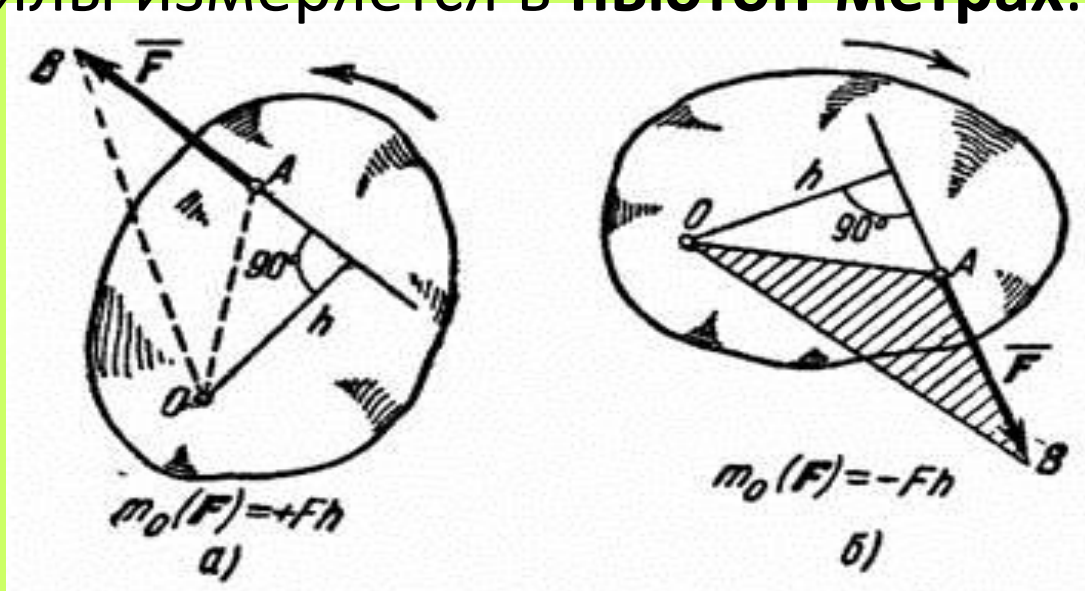
$$R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2 + R_z^2}$$

$$\sum F_{kx} = 0, \quad \sum F_{ky} = 0, \quad \sum F_{kz} = 0.$$

Момент силы относительно точки.

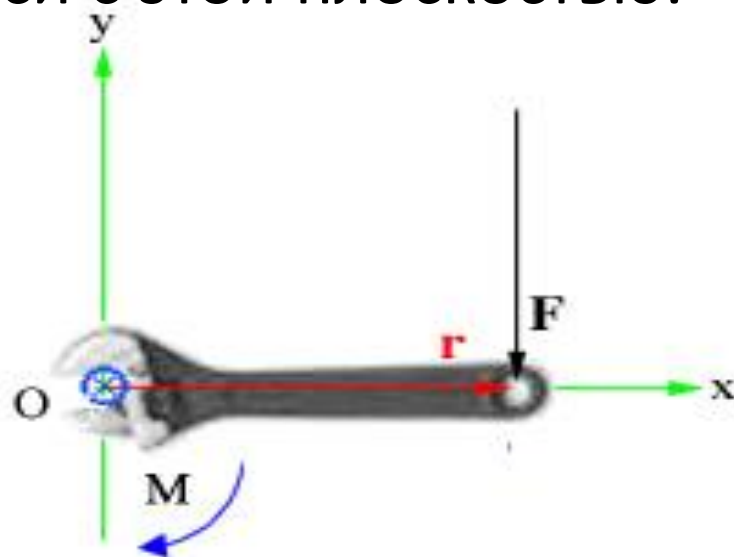
Моментом силы F относительно точки O называется произведение модуля силы на длину перпендикуляра опущенного из точки на линию действия силы.

Момент силы измеряется в **ньютон-метрах**. 1 Н·м



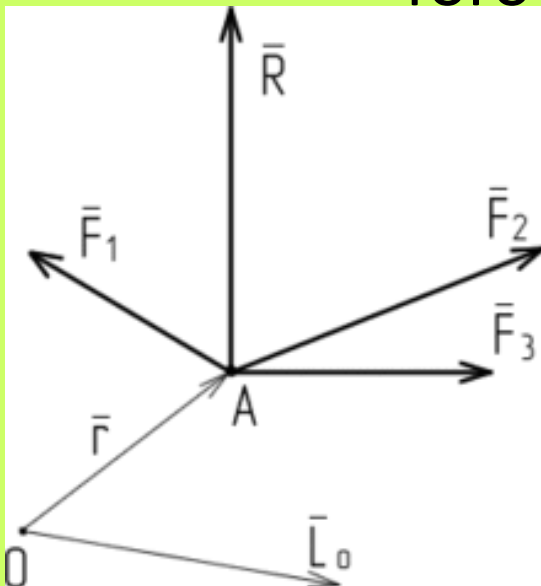
Момент силы относительно оси

Моментом силы относительно оси называется момент проекции силы на плоскость, перпендикулярную оси, относительно точки пересечения оси с этой плоскостью.

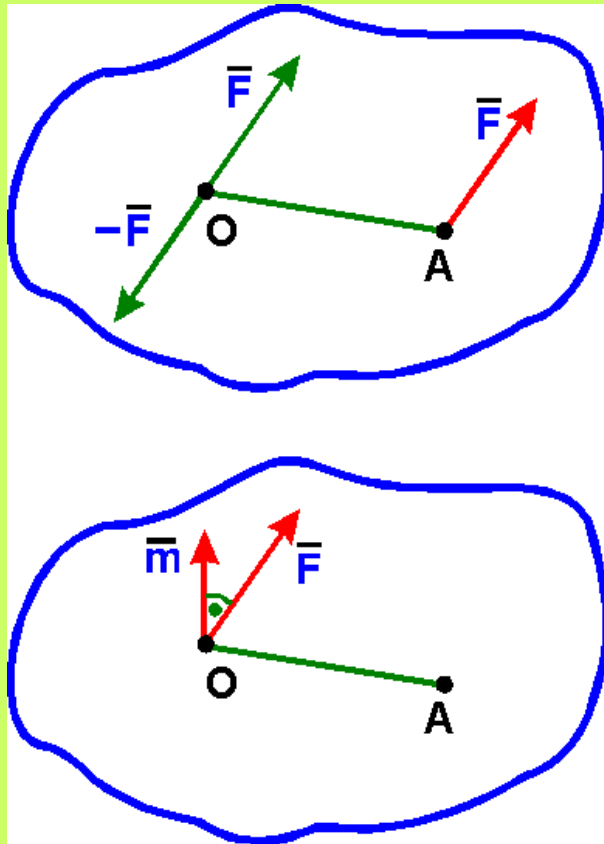


Теорема Вариньона

Если система сил, приложенных к абсолютно твердому телу, имеет равнодействующую, то момент равнодействующей относительно произвольного центра (оси) равен сумме моментов всех сил системы относительно того же центра (оси).



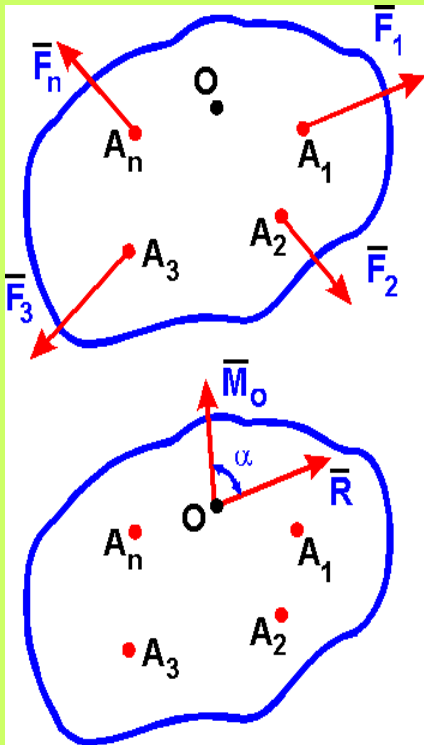
Приведение сил к заданному центру



Теорема о параллельном переносе силы: силу $\vec{F}$, не изменяя ее действие на абсолютно твердое тело, **можно переносить** из данной точки (A) в любую другую точку (O) тела, **прибавляя** при этом пару с моментом ($\vec{m}$), равным моменту переносимой силы относительно точки (O), куда сила переносится [$\vec{m} = \vec{m}_O(\vec{F})$];

Теорема Пуансо

для равновесия плоской системы сил необходимо и достаточно, чтобы главный вектор этой системы сил и ее главный момент относительно любой точки были равны нулю.



$$\mathbf{R} = \mathbf{F}_1 + \mathbf{F}_2 + \dots + \mathbf{F}_n = \Sigma \mathbf{F}_k, (k = 1, 2, \dots, n)$$

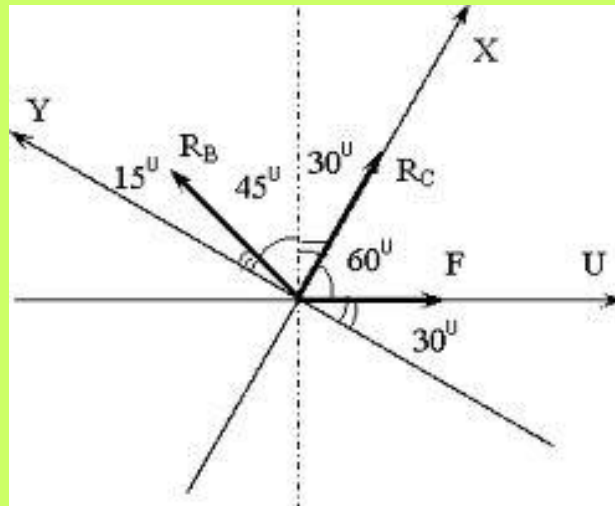
$$\begin{aligned} \mathbf{M}_o &= \mathbf{m}_1 + \mathbf{m}_2 + \dots + \mathbf{m}_n = \\ &= \mathbf{m}_o(\mathbf{F}_1) + \mathbf{m}_o(\mathbf{F}_2) + \dots + \mathbf{m}_o(\mathbf{F}_n) = \Sigma \mathbf{m}_o(\mathbf{F}_k). (k = 1, 2, \dots, n) \end{aligned}$$

Равновесие пространственной системы сил

В геометрической форме

для равновесия произвольной пространственной системы сил необходимо и достаточно, чтобы главный вектор и главный момент системы равнялись нулю

$$\mathbf{R} = 0, \mathbf{M}_O = 0.$$

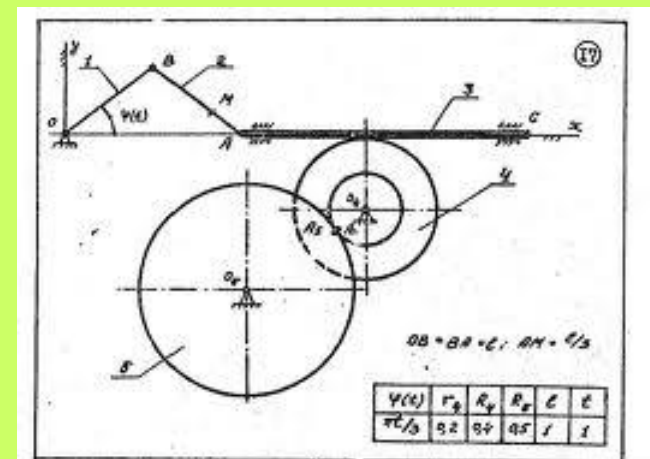


Равновесие пространственной системы сил.

В аналитической форме:

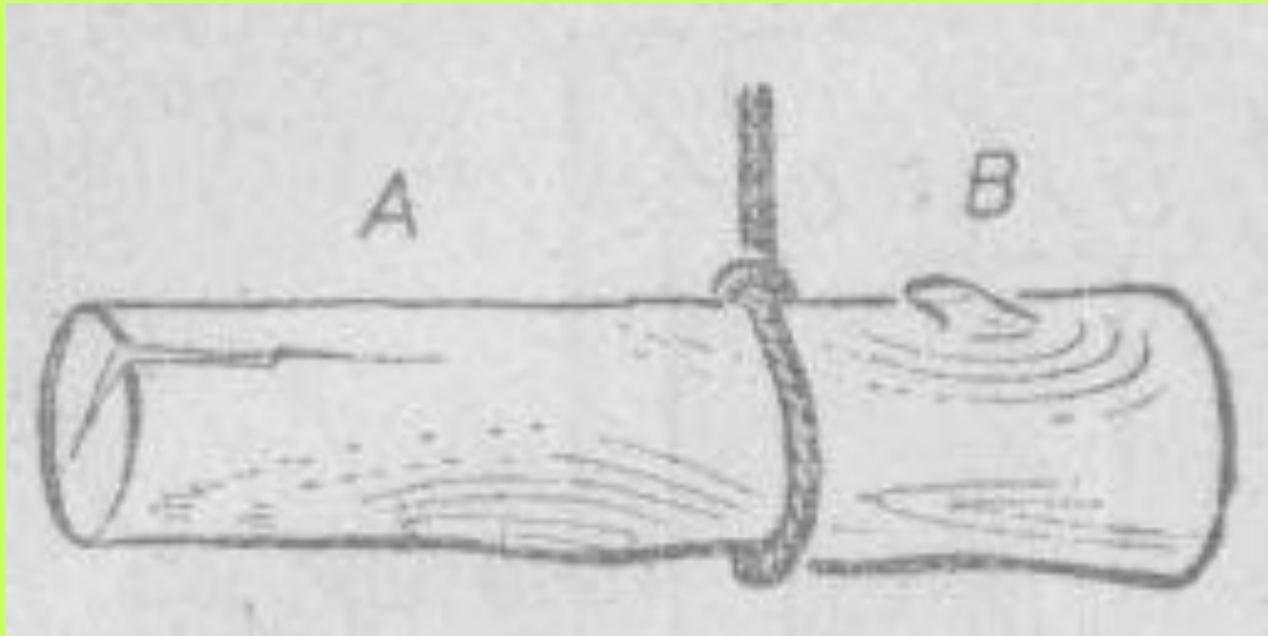
для равновесия произвольной пространственной системы сил необходимо и достаточно, чтобы проекции сил и моменты сил на координатные оси равнялись нулю

$$\begin{aligned}\Sigma F_{kx} &= 0, & \Sigma F_{ky} &= 0, & \Sigma F_{kz} &= 0, \\ M_x(F_k) &= 0, & M_y(F_k) &= 0, & M_z(F_k) &= 0.\end{aligned}$$



Центр тяжести

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



Устойчивость равновесия

- На рисунке изображены три одинаковых деревянных цилиндра с надетыми на них металлическими обручами. Сравните их устойчивость, расположите в порядке возрастания устойчивости.

