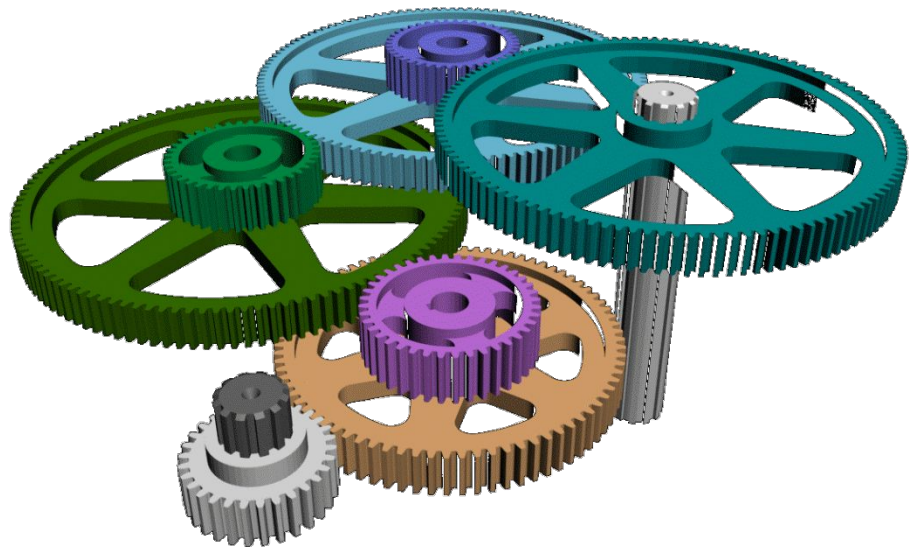




Техническая механика



АХІОМА

Тема 1.1. Основные понятия и аксиомы статики



Раздел 1. Теоретическая механика

Раздел 1. Теоретическая механика

Тема 1.1. Основные понятия и аксиомы статики

Теоретическая механика — это наука, в которой изучается механическое движение тел и устанавливаются общие законы этого движения. Теоретическая механика разделяется на статику, кинематику и динамику.

Статика — это раздел теоретической механики, в котором изучаются законы приведения и условия равновесия сил, действующих на материальные точки.

Абсолютно твердым телом называется тело, расстояние между любыми двумя точками которого всегда остается неизменным. На рис. 1.1 расстояние $AB = \text{const}$.

Механическим воздействием называется такое Рис. 1.1 взаимодействие материальных тел, в результате которого с течением времени происходит изменение взаимного положения этих тел в пространстве (механическое движение) или изменение взаимного положения частиц этих тел (деформация).

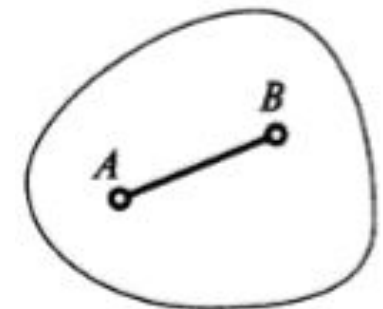


Рис. 1.1

Раздел 1. Теоретическая механика

Тема 1.1. Основные понятия и аксиомы статики

Сила F как векторная величина имеет модуль F , точку приложения A и направление (линию действия силы) (рис. 1.2). Проекции вектора силы F на оси координат определяются следующим образом. На векторе силы F строят прямоугольный треугольник, катеты которого параллельны осям Ox и Oy , а гипотенузой является сила F . Катет, параллельный оси Ox , будет равен проекции этой силы на эту ось:

$$F_x = F \cos \alpha.$$

Катет, параллельный оси Oy , будет равен проекции силы F на эту ось:

$$F_y = F \cos \beta.$$

Модуль вектора F , т.е. значение силы, определяется по теореме Пифагора:

$$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}.$$

Системой сил называется совокупность нескольких сил, действующих на данное тело. Две системы называются эквивалентными, если, действуя на одно и то же твердое тело, они производят одинаковое механическое воздействие.

Раздел 1. Теоретическая механика

Тема 1.1. Основные понятия и аксиомы статики

Силы, действующие на частицы тела со стороны других материальных тел, называются внешними силами. Силы, действующие на частицы данного тела со стороны других частиц этого же тела, называются внутренними силами.

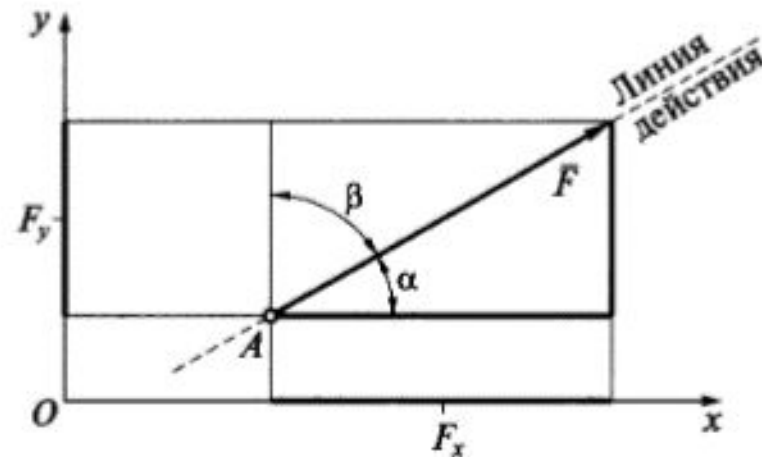


Рис. 1.2

Если под действием данной системы сил свободное тело может находиться в покое, то такая система сил называется уравновешенной, или системой, эквивалентной нулю. Если система сил эквивалентна одной силе, то эта сила называется равнодействующей данной системы сил. Сила, приложенная к телу в какой-нибудь одной точке, называется сосредоточенной силой. Силу, действующую на определенную часть поверхности тела, называют распределенной

Раздел 1. Теоретическая механика

Тема 1.1. Основные понятия и аксиомы статики

Аксиома 1. Две силы (F_1 и F_2), действующие на свободное абсолютно твердое тело, находятся в равновесии тогда и только тогда, когда они равны по модулю и направлены вдоль одной прямой в противоположные стороны (рис. 1.3).

Аксиома 2. Действие данной системы сил на абсолютно твердое тело не изменится, если к ней прибавить или от нее отнять уравновешенную систему сил. Следствие из аксиом 1 и 2. Точку приложения силы, действующей на абсолютно твердое тело, можно переносить вдоль ее линии действия в любую другую точку тела. Предположим, что в точке А к твердому телу приложена сила F (рис. 1.4). Приложим в точке В две силы F_1 и F_2 , равные по модулю силе F и направленные по ее линии действия в противоположные стороны. По аксиоме 2 можно отбросить уравновешенную систему сил F_2 и F . В результате на тело теперь действует сила F_1 , равная силе F , но приложенная в точке В



Раздел 1. Теоретическая механика

Тема 1.1. Основные понятия и аксиомы статики

Аксиома 3. Две силы, приложенные к телу в одной точке, имеют равнодействующую, являющуюся диагональю параллелограмма, построенного на этих силах как на сторонах. Вектор R (рис. 1.5) представляет собой геометрическую сумму векторов F_1 и F_2 :

$$R = F_1 + F_2$$

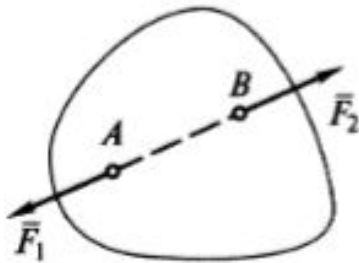


Рис. 1.3

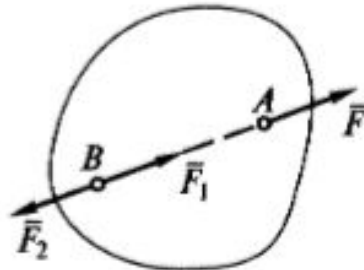


Рис. 1.4

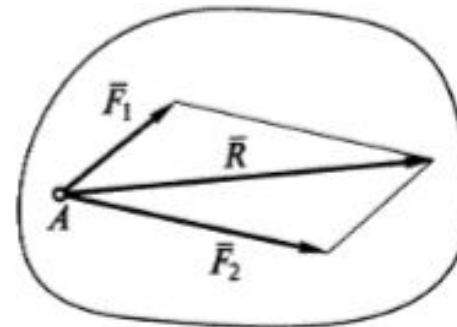


Рис. 1.5



ЭТО АКСИОМА

Раздел 1. Теоретическая механика

Тема 1.1. Основные понятия и аксиомы статики

Аксиома 4. Два материальных тела действуют друг на друга с силами, равными по величине и противоположно направленными. Такая система сил не является уравновешенной, так как силы приложены к разным телам.

Аксиома 5. Если деформируемое тело находится в равновесии под действием данной системы сил, то равновесие не нарушится, если тела станут абсолютно твердыми. Эта аксиома называется аксиомой затвердевания. Из аксиомы 5 следует, что это условие, являясь необходимым и для абсолютно твердого тела, и для деформируемого, не является для последнего достаточным. В разд. 2 будет рассматриваться достаточность равновесия деформируемых тел.

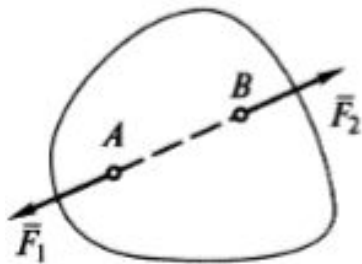


Рис. 1.3

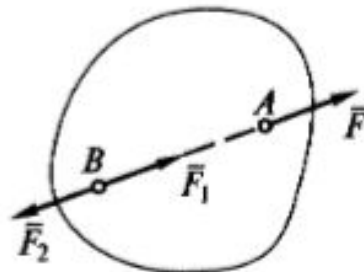


Рис. 1.4

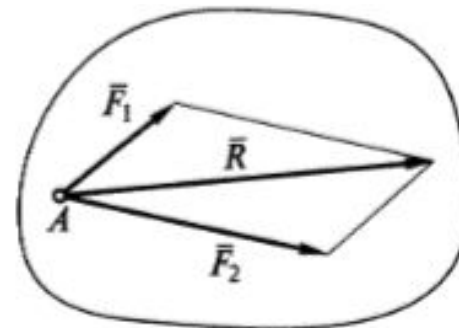


Рис. 1.5



Раздел 1. Теоретическая механика

Тема 1.2. Связи и их реакции

Тело, которое может совершать любые перемещения в пространстве, называется **свободным**, примером свободного тела может служить самолет или снаряд, летящие в воздухе.

В различного рода сооружениях и конструкциях мы обычно встречаемся с телами, на перемещения которых наложены ограничения. Такие тела называются **несвободными**. Тело, ограничивающее свободу движения твердого тела, является по отношению к нему связью. Если приложенные к телу силы будут стремиться сдвинуть его по тому или иному направлению, а связь препятствует такому перемещению, то тело будет воздействовать на связь с силой давления на связь.

По **аксиоме 4** статики связь будет действовать на тело с такой же силой, но противоположно направленной. Сила, с которой данная связь действует на тело, препятствуя тому или иному перемещению, называется силой реакции связи.

Раздел 1. Теоретическая механика

Тема 1.2. Связи и их реакции

Из изложенного следует принцип освобождения твердого тела от связи, или аксиома связи: всякое несвободное тело (рис. 1.6, а) можно рассматривать как свободное, если мысленно отбросить наложенные на тело связи и приложить вместо них силы реакции этих связей (рис. 1.6, б). На рис. 1.6 $m\bar{g}$ — вес тела, N — реакция связей. Силы, действующие на тела, будем разделять на заданные, или активные силы, и реакции связей, или пассивные силы.

Модуль и направление каждой **активной силы** известны заранее и не зависят от действия других приложенных к данному телу сил. Примерами активных сил могут служить мускульная сила человека, сила тяжести, сила сжатой пружины.

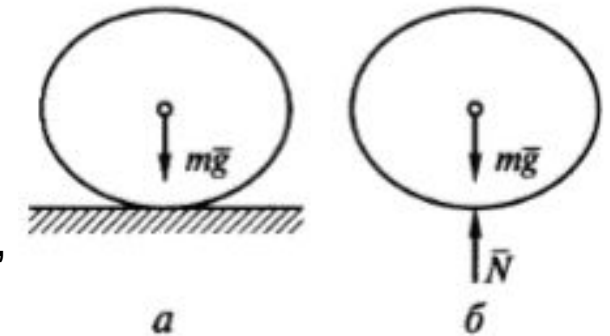


Рис. 1.6

Раздел 1. Теоретическая механика

Тема 1.2. Связи и их реакции

Рассмотрим наиболее часто встречающиеся типы связей.

1. Гладкая поверхность или плоскость. Гладкой будем называть такую поверхность, на которой в первом приближении можно пренебречь трением. Связь в виде гладкой поверхности не дает телу перемещаться только в одном направлении — перпендикулярном к этой поверхности. Поэтому реакция гладкой поверхности N направлена по нормали к этой поверхности и приложена к телу в точке касания (см. рис. 1.6, б). На рис. 1.6, б тело изображено освобожденным от связи. В дальнейшем при рассмотрении равновесия несвободного тела реакцию связи будем изображать так, как показано на рис. 1.7. На этом рисунке приведены связи в виде гладких выпуклой (рис. 1.7, а) и вогнутой (рис. 1.7, в) поверхностей, а на рис. 1.7, б — в виде плоской гладкой поверхности.

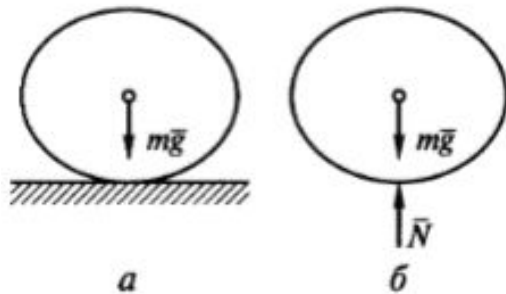


Рис. 1.6

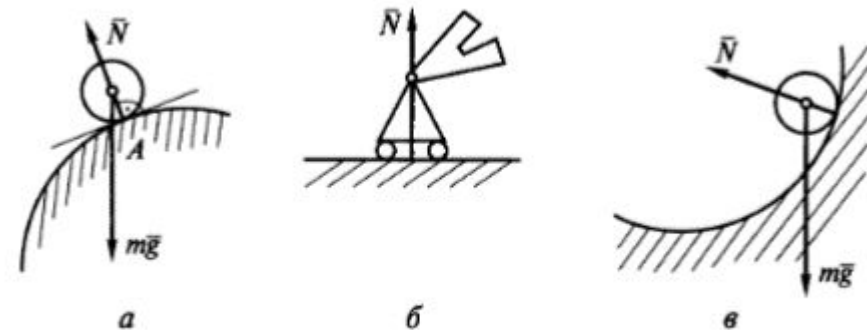


Рис. 1.7

Раздел 1. Теоретическая механика

Тема 1.2. Связи и их реакции

2. **Гладкая опора.** Связь, осуществленная в виде гладкой опоры, не дает телу перемещаться в направлении, перпендикулярном к поверхности тела в точке опоры (рис. 1.8). Видно, что реакция гладкой опоры направлена по нормали к опирающейся поверхности и приложена к телу в точках касания А и В.

3. **Нить.** Связь, осуществляемая в виде гибкой нити (рис. 1.9), не позволяет телу удаляться от точки А, поэтому реакция связи Т всегда направлена вдоль нити к точке ее закрепления.

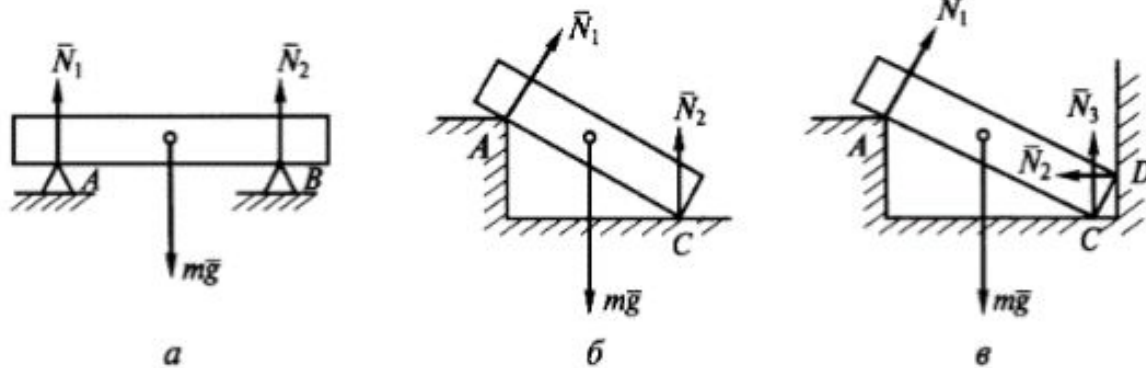


Рис. 1.8

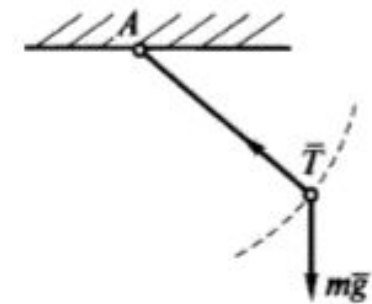


Рис. 1.9

Раздел 1. Теоретическая механика

Тема 1.2. Связи и их реакции

4. **Цилиндрический шарнир.** На рис. 1.10 изображена шарнирно-неподвижная опора вала, ось которого проходит через шарнир А перпендикулярно к плоскости чертежа. Цилиндрический шарнир А допускает вращение вала, но препятствует его перемещению в плоскости xOy . Поэтому реакция цилиндрического шарнира \bar{R} расположена в плоскости, перпендикулярной оси возможного вращения, и ее направление определяют две взаимноперпендикулярные проекции на оси Ox и Oy .

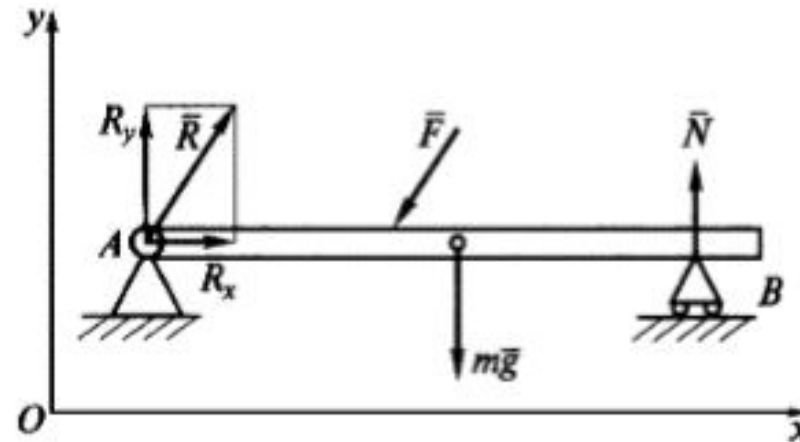


Рис. 1.10

Раздел 1. Теоретическая механика

Тема 1.2. Связи и их реакции

5. **Невесомый стержень.** Жесткий невесомый (массой его пренебрегают) стержень, шарнирно прикрепленный к телу (рис. 1.11, а), испытывает действие только двух сил, приложенных в шарнирах Ли В (рис. 1.11, б). Как и вся конструкция, стержень АВ находится в равновесии. Если стержень находится в равновесии под действием двух сил, то в соответствии с аксиомой 1 статики эти силы должны быть равны по модулю, но противоположно направлены по одной линии действия, т.е. $\vec{R}_1 = -\vec{R}_2$, а их модули $R_1 = R_2 = R$. В отличие от нити стержень может действовать на тело в двух направлениях, испытывая либо сжатие (см. рис. 1.11,б), либо растяжение.

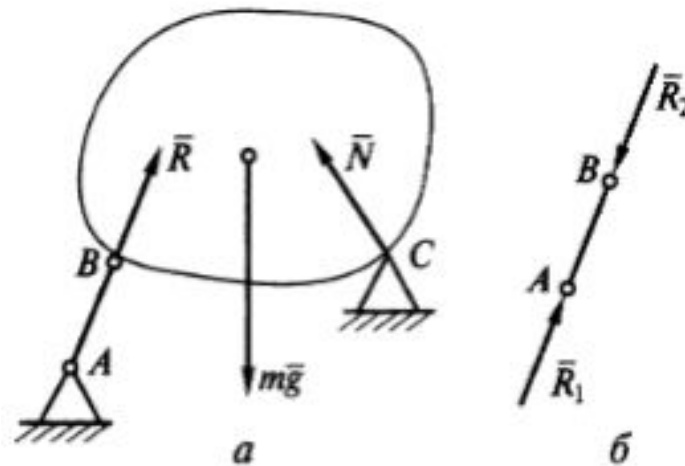


Рис. 1.11

Раздел 1. Теоретическая механика

Тема 1.2. Связи и их реакции

6. **Жесткая заделка.** Заделка (рис. 1.12) исключает возможность любых перемещений вдоль осей Ox и Oy , а также поворот в плоскости xOy . Поэтому такая связь при освобождении тела от связи будет заменяться реакцией R (или ее проекциями R_x и R_y и моментом в заделке M_A).

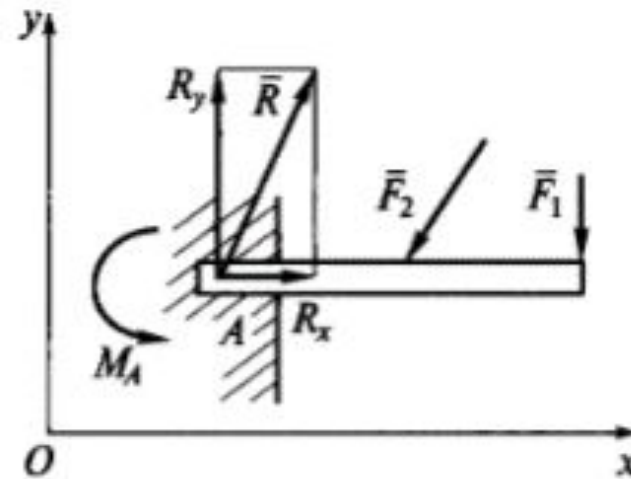


Рис. 1.12