

2.1. ПОНЯТИЕ О СВЯЗЯХ.

Ограничения, наложенные на положения (скорости) точек механической системы, называются связями.

Связи всегда осуществляются какими-либо материальными телами.

Реакцией связи называется сила, с которой на данное тело действует то тело, которое осуществляет связь.

Все силы, действующие на механическую систему, делятся на:

- внешние и внутренние,
- активные и реакции связей.

Силы, не являющиеся реакциями связей, принято называть **активными (или заданными)**.

Принцип освобожденности от связей

Всякое несвободное тело можно рассматривать как свободное, если мысленно отбросить связи, учтя их действие введением соответствующих реакций связей.

2.2. РЕАКЦИИ НЕКОТОРЫХ СВЯЗЕЙ

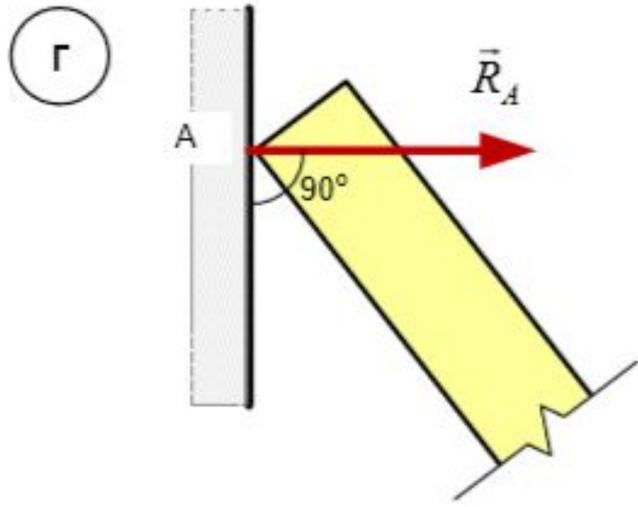
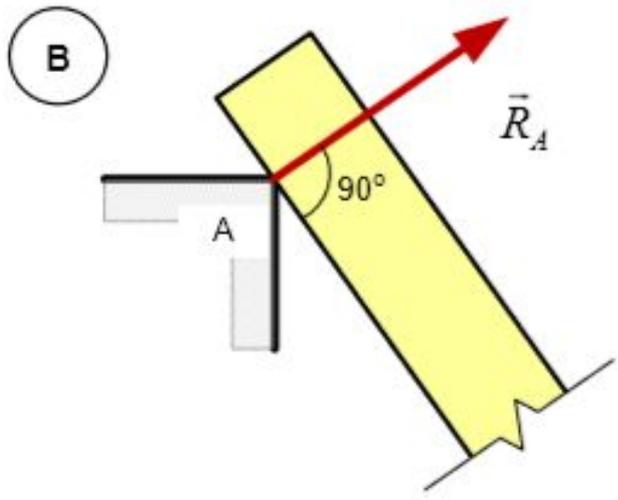
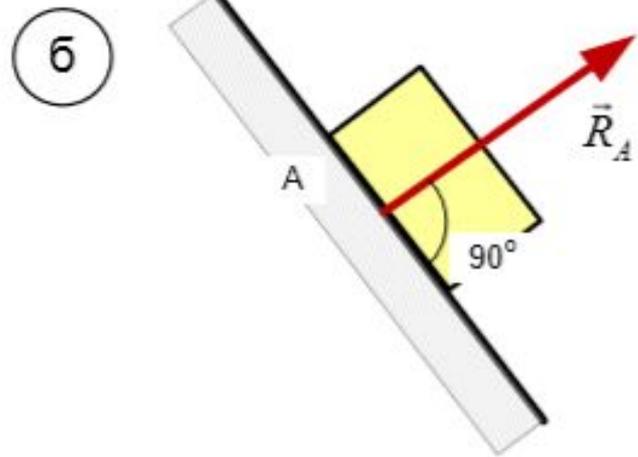
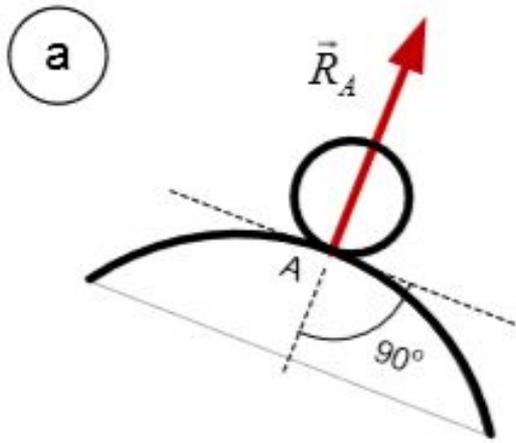
1. Гладкая поверхность

Гладкая поверхность, т. е. поверхность без трения, позволяет взаимодействующему с ней телу свободно перемещаться по касательной плоскости в точке касания и не позволяет перемещаться в направлении нормали к этой плоскости.

Следовательно, реакция такой поверхности (сила R_A) направлена по общей нормали;

она называется при этом **нормальной реакцией**.

Важно понимать, что направление линии действия реакции не зависит от действующих на тело сил.

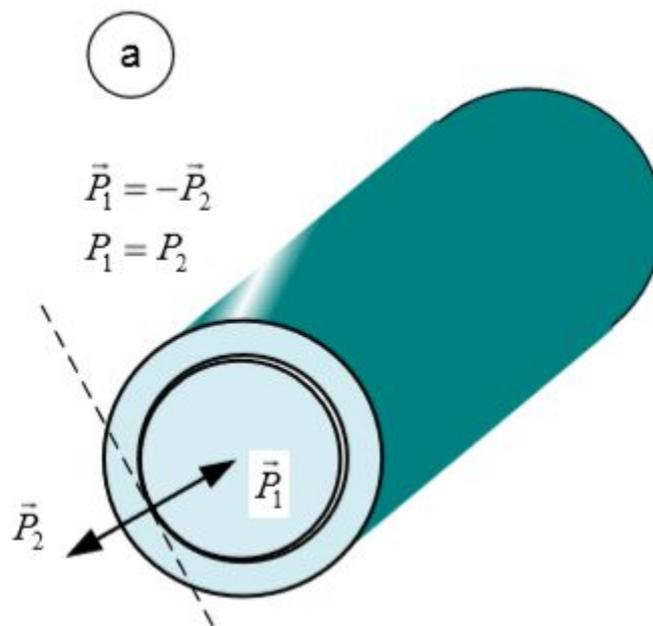


а) Цилиндрической шарнир

Цилиндрический шарнир допускает поворот внутренней части относительно внешней.

Поворот происходит относительно оси цилиндра.

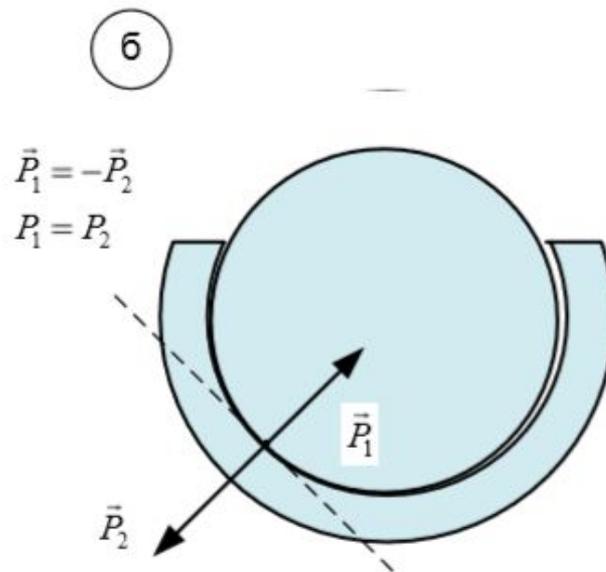
Силы взаимодействия проходят перпендикулярно касательной плоскости, проведённой через линию соприкосновения. Линия их действия всегда проходит через ось шарнира.



б) Сферический шарнир

Сферический шарнир допускает поворот внутренней части относительно внешней в любом направлении. Поворот происходит относительно центра шарнира.

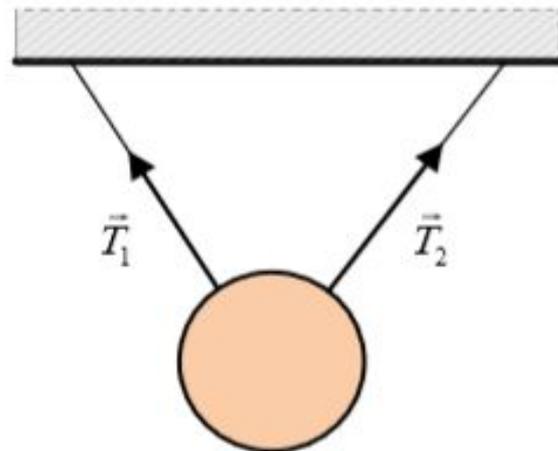
Силы взаимодействия перпендикулярны касательной плоскости, проведённой через точку соприкосновения. Линия их действия всегда проходят через центр шарнира.



2. Нить

Под термином «нить» в теоретической механике понимают любой гибкий элемент: трос, канат, веревку и т. п. Реакция нити всегда направлена вдоль нити и всегда внутрь ее (возникает только при натягивании нити).

Эта связь также является односторонней.



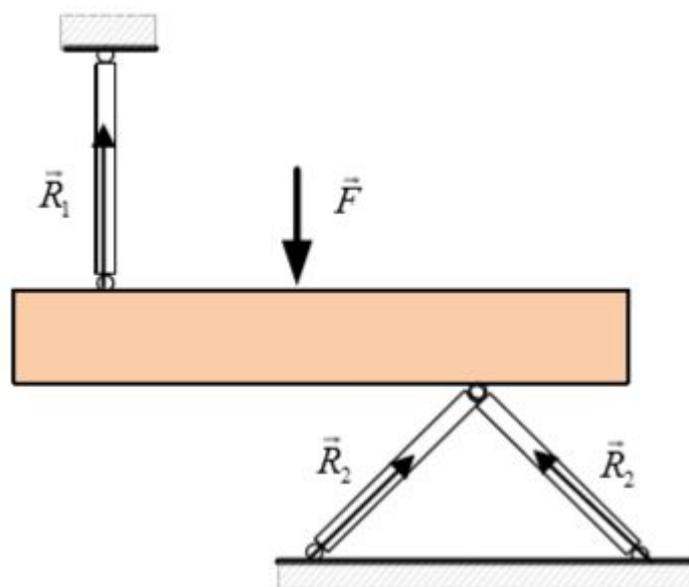
3. Опорный стержень.

Опорным стержнем принято называть невесомый стержень, прикрепляемый с двух сторон с помощью шаровых шарниров, которые допускают свободный поворот тел вокруг центра (или оси) этого шарнира (рис. 2.4, б).

На такой стержень действуют только две силы на его концах, и тогда, согласно аксиоме 1, эти силы имеют общую линию действия, которая проходит через центры опорных шарниров.

В случае прямолинейного стержня реакция направлена по оси стержня.

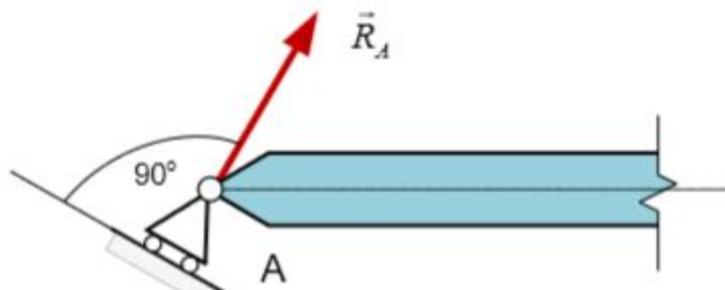
Эта связь является удерживающей или двухсторонней.



4. Шарнирно-подвижная (скользящая) опора.

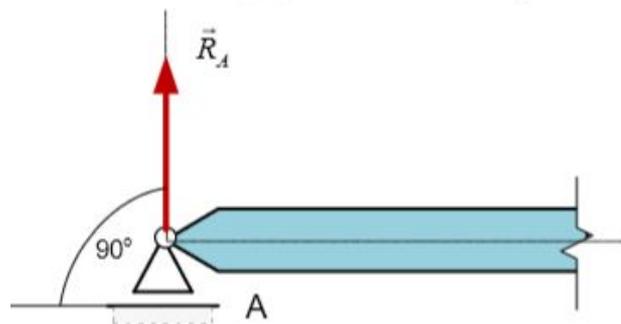
Такой тип опоры обычно реализуется в виде опоры на катках

Наличие катков позволяет опоре свободно перемещаться вдоль поверхности, поэтому, как и в случае взаимодействия тела с гладкой поверхностью, реакция имеет известное направление — она перпендикулярна опорной поверхности.

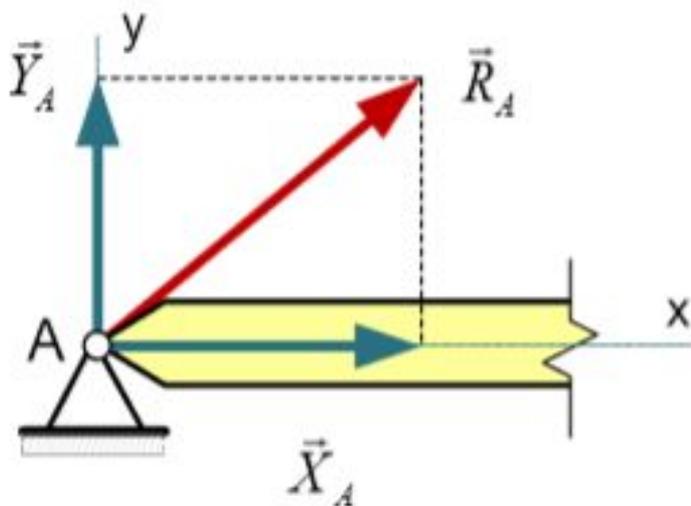


5. Шарнирно-неподвижная опора.

Если тело прикреплено к поверхности (другому телу) с помощью неподвижного цилиндрического шарнира, то реакция имеет неизвестное направление в плоскости действия и угол α может быть любым.



В этом случае силу \vec{R}_A неизвестного направления удобно разложить на две неизвестные силы \vec{X}_A и \vec{Y}_A , направленные по координатным осям.



При этом
$$\vec{R}_A = \vec{X}_A + \vec{Y}_A$$

и
$$R_A = \sqrt{X_A^2 + Y_A^2}$$

Силы \vec{X}_A и \vec{Y}_A называются составляющими силы \vec{R}_A по осям x и y.

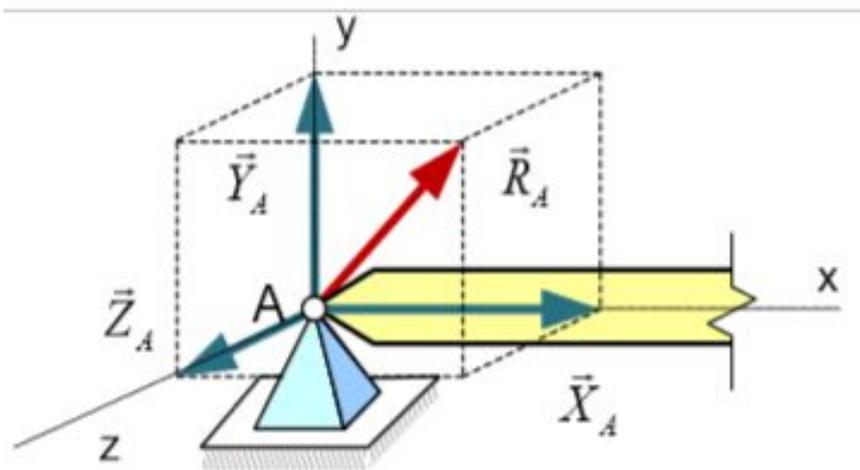
6. Шаровая шарнирно-неподвижная опора.

Для шарового (сферического) шарнира реакция может иметь любое направление в пространстве.

В этом случае ее следует разложить на три составляющие по осям: X_A , Y_A и Z_A

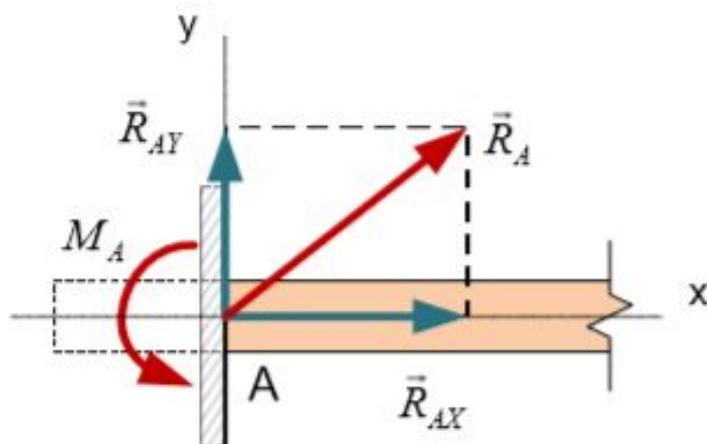
При этом
$$\vec{R}_A = \vec{X}_A + \vec{Y}_A + \vec{Z}_A$$

и
$$R_A = \sqrt{X_A^2 + Y_A^2 + Z_A^2}$$



7. Жёсткая заделка

Движение тела может быть ограничено жёсткой заделкой в какой-либо опоре



Жёсткая заделка препятствует любому поступательному перемещению тела, поэтому направление её реакции заранее определить нельзя и сначала определяют её составляющие \vec{R}_{AX} и \vec{R}_{AY} .

Кроме того, жёсткая заделка препятствует повороту тела, поэтому, кроме силовой реакции, на тело действует ещё момент заделки M_A , уравновешивающий стремление нагрузок повернуть тело в заделке.

2.3. СТЕПЕНИ СВОБОДЫ, ЧИСЛО СТЕПЕНЕЙ СВОБОДЫ

Движение тел в пространстве можно представить в виде комбинации элементарных форм движения:

-движение вдоль прямолинейной оси

-поворот относительно некоторой оси.

Возможность совершения телом одного из таких элементарных движений называется

степенью свободы.

Количество элементарных форм движения, в виде комбинации которых может быть представлено движение тела, называется

числом степеней свободы.

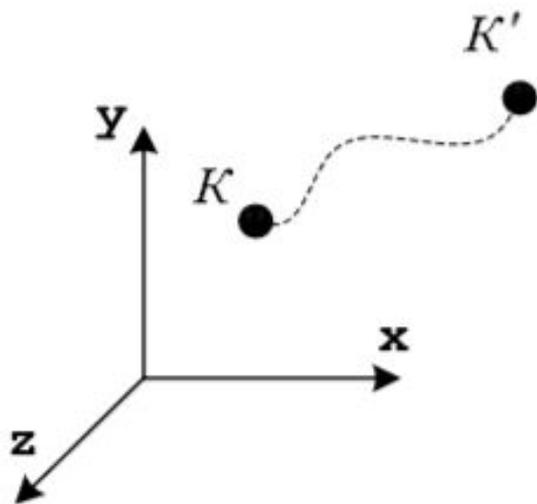
Чтобы конструкция под действием внешних сил находилась в покое, форма опор и их количество должны быть подобраны таким образом, чтобы исключить все степени свободы тела.

Материальная точка

Движение свободной материальной точки в пространстве может быть представлено в виде комбинации трех элементарных видов движения, а на плоскости, -- только двух.

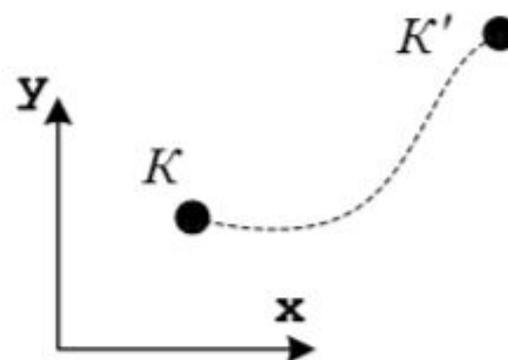
В пространстве

3 степени свободы



На плоскости

2 степени свободы

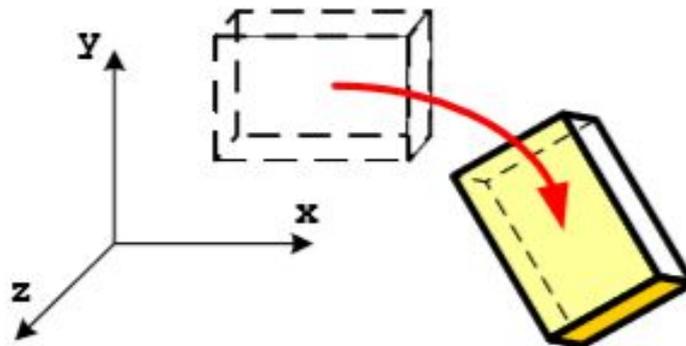


Материальное тело

Свободное материальное тело, двигаясь в пространстве или на плоскости, не только смещается по направлению координатных осей, но может также и поворачиваться.

В пространстве

6 степеней свободы



На плоскости

3 степени свободы

