

## **1.3. Связи. Реакции связей.**

- ✓ Основные понятия
- ✓ Типы плоских связей и их реакции
- ✓ Типы пространственных связей и их реакции

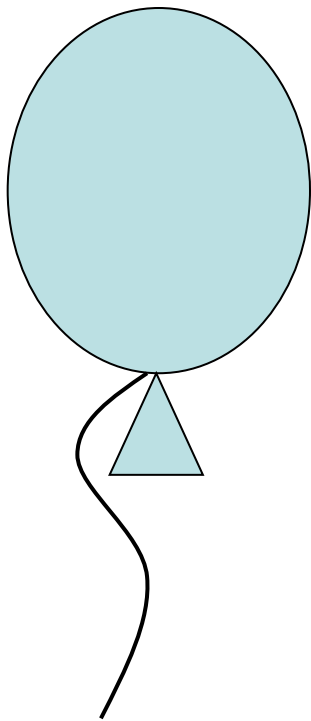
*Составитель: Солодовник Е.В.*

*esolodovnik@yandex.ru*

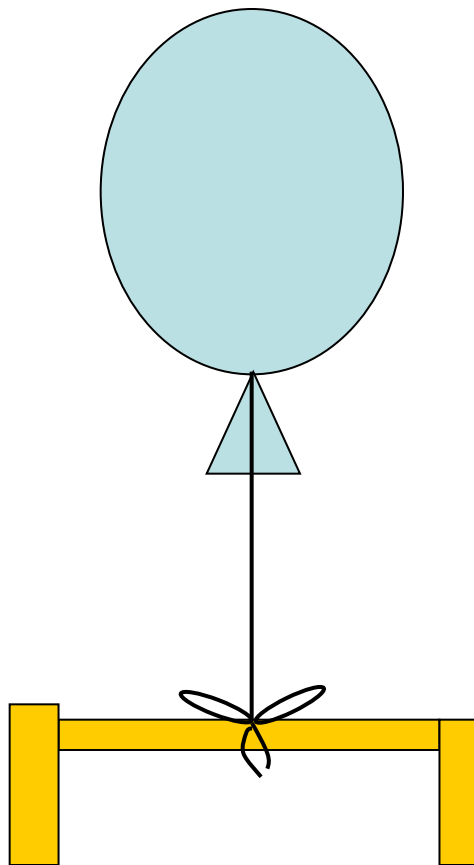
*Кафедра Механики деформируемого  
твёрдого тела*

*ТОГУ*

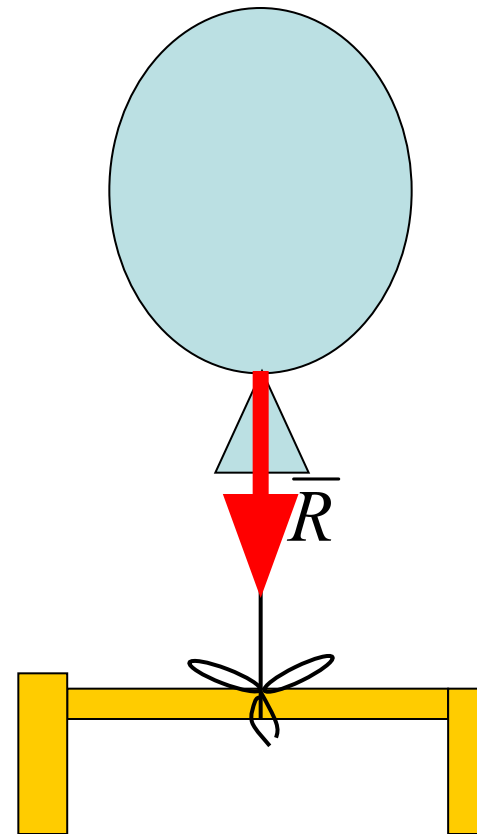
Тело, движение которого не ограничено другими телами, называется *свободным*



Тело, ограничивающее перемещение данного тела называется *связью*



Силы, с которыми связь действует на тело, называются *реактивными* или *реакциями связи*



## *Принцип освобожденности от связи.*

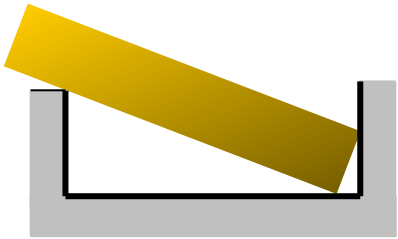
- Одна из основных задач статики состоит в определении реакций связей. Очень важно правильно определить направление реакции связи, от этого будет зависеть правильность дальнейшего расчета и результат решения в целом.
- Для определения направления реакции связи определяем направление, в котором связь препятствует перемещению - в противоположную сторону направлена реакция связи.
- Все методы решения задач статики справедливы для свободных тел, находящихся под действием сил, поэтому необходимо научиться несвободные тела делать свободными, используя принцип освобожденности от связей:

*Принцип освобожденности от связи – несвободное тело можно рассматривать как свободное, если отбросить связи и заменить их действие соответствующими реакциями.*

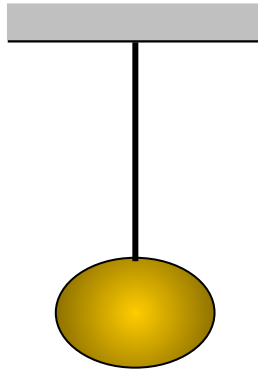
Реакции прикладываются к телу, равновесие которого рассматривается. Их направление зависит от вида связи.

## Типы плоских связей

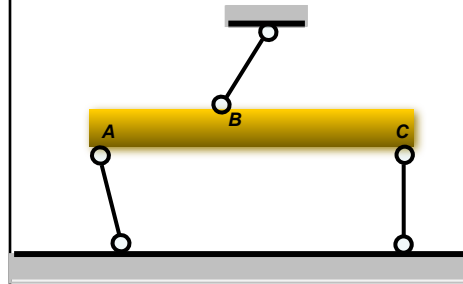
Гладкая поверхность, точечная опора



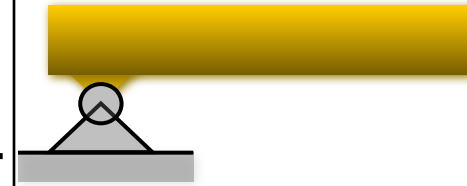
Гибкая связь



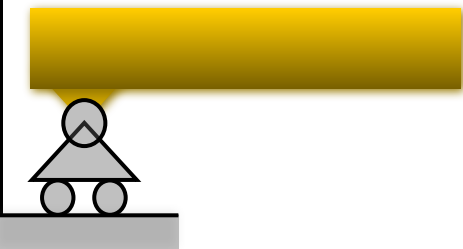
Невесомый стержень



Шарнирно-неподвижная опора



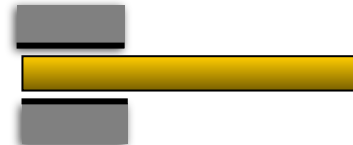
Шарнирно-подвижная опора



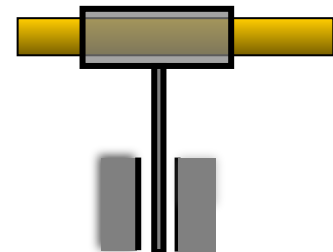
Жесткая заделка



Скользящая заделка



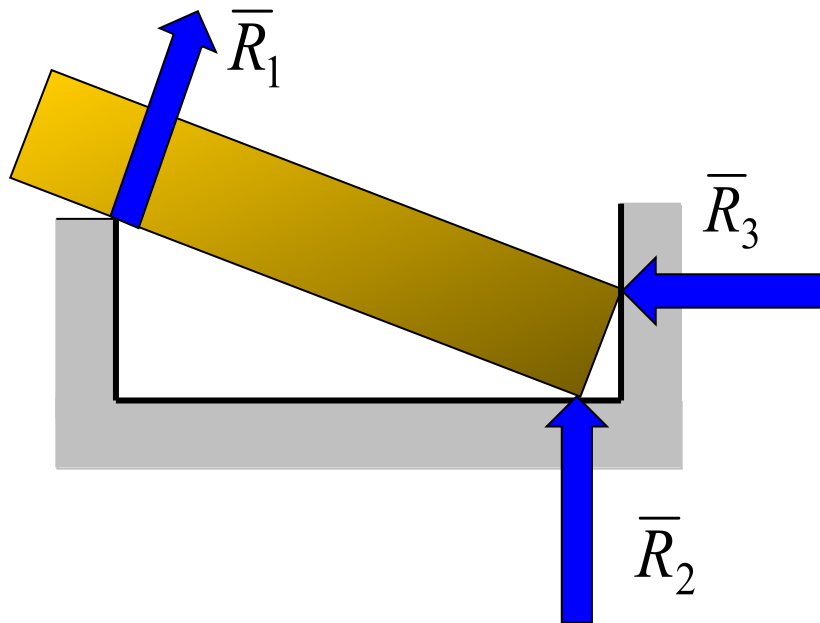
Подвижная заделка



## Типы плоских связей и их реакции

### 1. Идеально гладкая поверхность. Точечная опора.

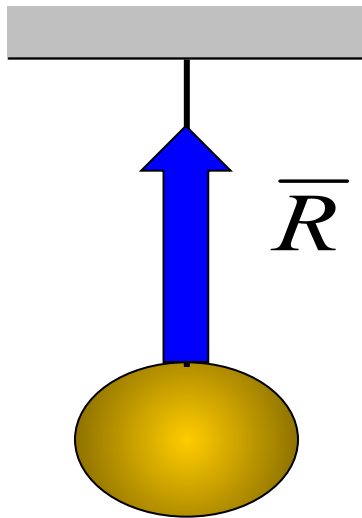
Связь дает одну реакцию. Реакция  $\vec{R}$  направлена перпендикулярно общей касательной плоскости, проведенной к соприкасающимся поверхностям тела и связи.



## Типы плоских связей и их реакции

### 2. Гибкая связь (нить)

В качестве гибкой связи может использоваться нерастяжимая невесомая нить, трос, цепь и т.д. Нить не дает телу удалиться от точки подвеса.



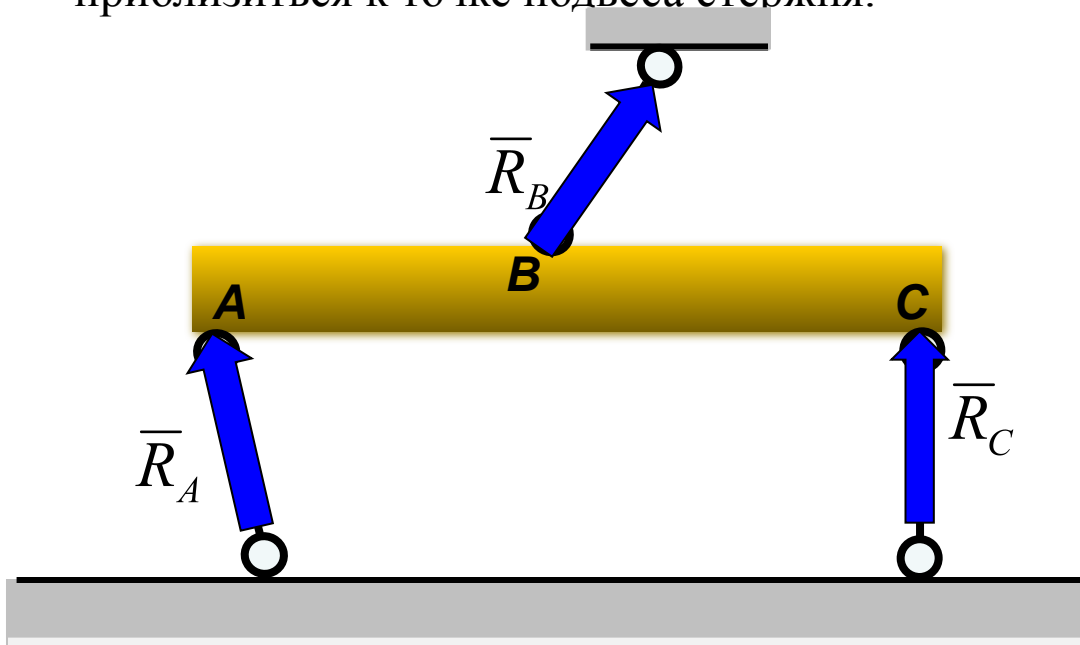
Нить дает **одну реакцию**. Реакция  $\vec{R}$  направлена от тела по нити.



## Типы плоских связей и их реакции

### 3. Стержень

Связь представляет собой невесомый стержень с шарнирами на концах. Стержень не позволяет прикрепленному к нему телу удалиться или приблизиться к точке подвеса стержня.



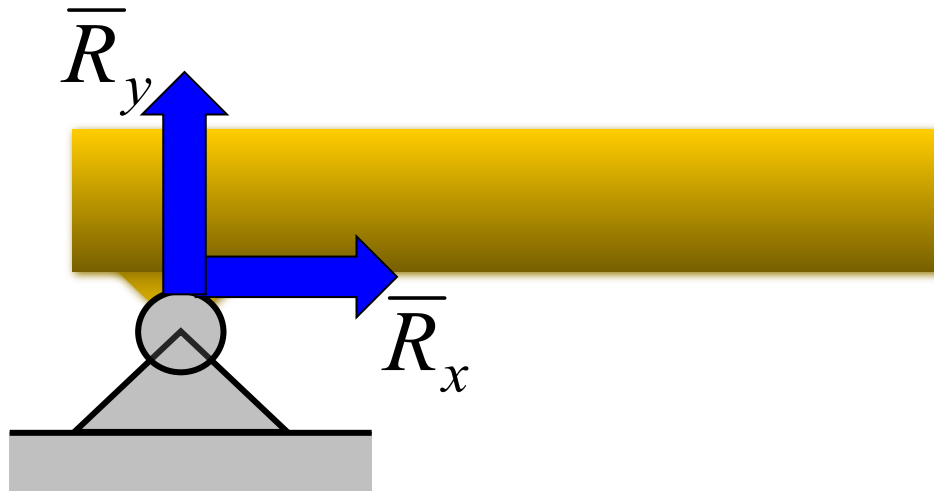
Стержень дает одну реакцию. Реакция  $\square R$  направлена вдоль стержня к телу или от тела.



## Типы плоских связей и их реакции

### 4. Шарнирно-неподвижная опора

- Связь представляет собой неподвижный цилиндрический шарнир, расположенный перпендикулярно плоскости рисунка. Шарнир запрещает телу все линейные перемещения в плоскости, но разрешает вращение.
- Реакция неподвижного шарнира проходит через центр шарнира перпендикулярно оси шарнира и имеет произвольное направление в плоскости.
- Реакцию неподвижного шарнира можно разложить на две составляющие, например,  $\vec{R}_x$  и  $\vec{R}_y$ , параллельные координатным осям.

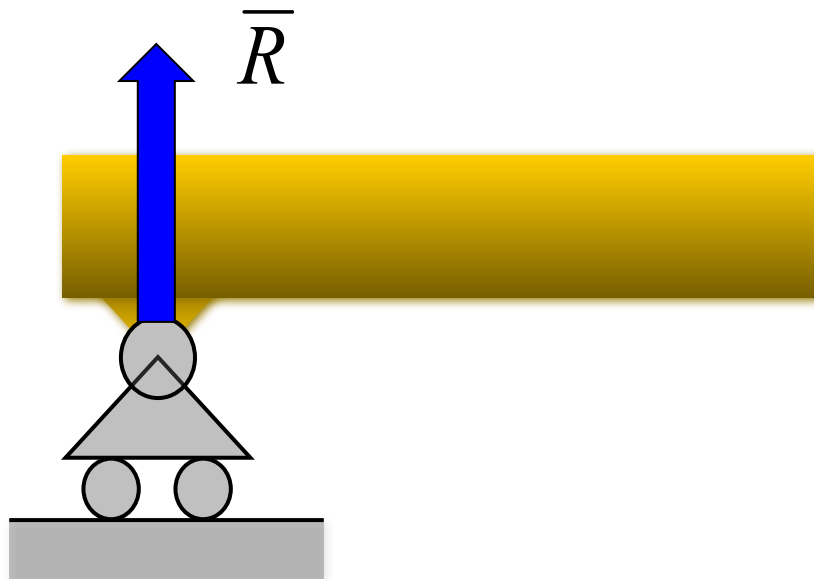




## Типы плоских связей и их реакции

### 5. Шарнирно-подвижная опора (катковая)

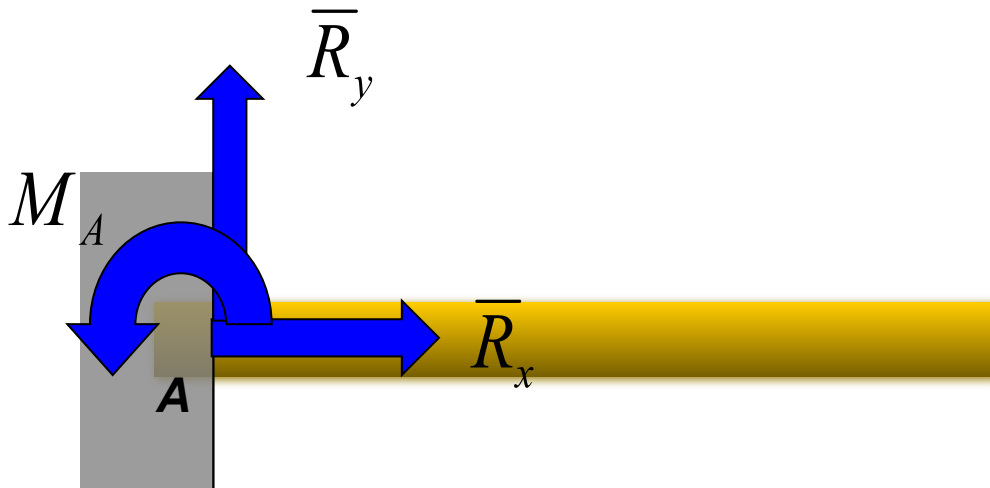
Связь представляет собой подвижный цилиндрический шарнир. Связь дает **одну реакцию**. Реакция  $\vec{R}$  подвижного шарнира проходит через центр шарнира **перпендикулярно поверхности, на которой находится каток**.



## Типы плоских связей и их реакции

### 6. Жесткая заделка

Балка (рама) с жесткой заделкой или жестким защемлением называется также *консолью*.



Жесткая заделка лишает балку всех трех степеней свободы: линейных перемещений вдоль осей X и Y и возможности поворота в плоскости этих осей.

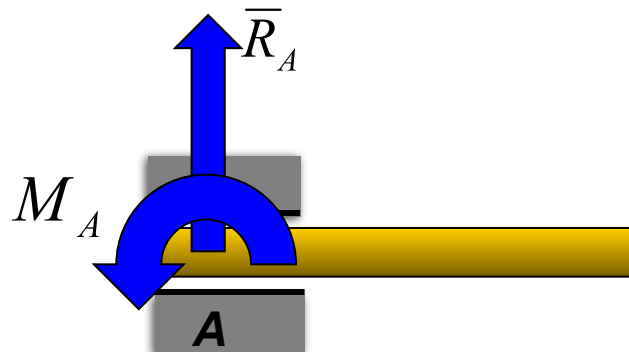
Соответственно в защемлении появляются три неизвестные величины: реакции  $\square R_x$ ,  $\square R_y$  и реактивный момент заделки  $M_A$ .



## Типы плоских связей и их реакции

### 7. Скользящая заделка

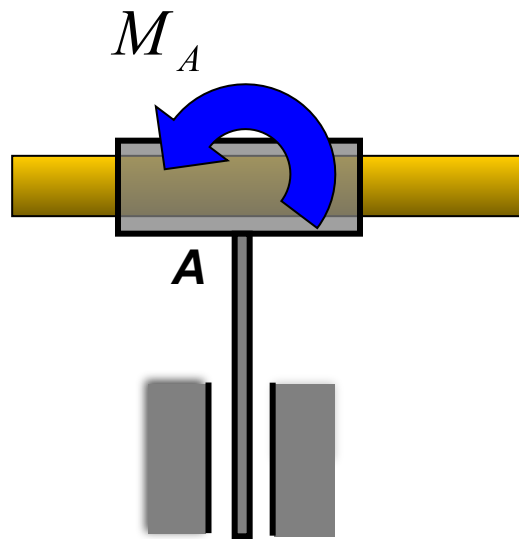
Скользящая заделка препятствует вращению стержня внутри трубки и его перемещению перпендикулярно стенкам трубки. Связь дает две реакции: реактивный момент  $M_A$  и одну реактивную силу  $\bar{R}_A$ , направленную перпендикулярно стенкам трубки, в которой находится стержень.



## Типы плоских связей и их реакции

### 8. Подвижная заделка

Связь представляет собой **составную скользящую заделку**.

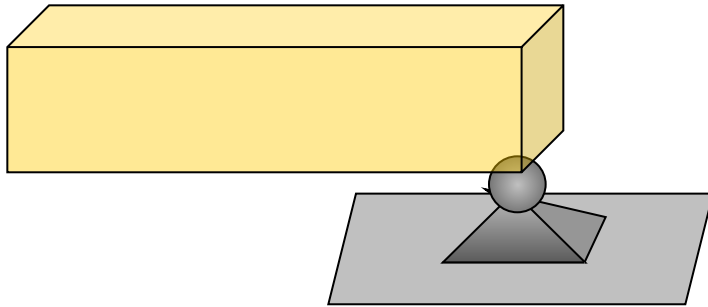


Связь дает одну реакцию:  
реактивный момент  $M_A$ .



# Типы пространственных связей

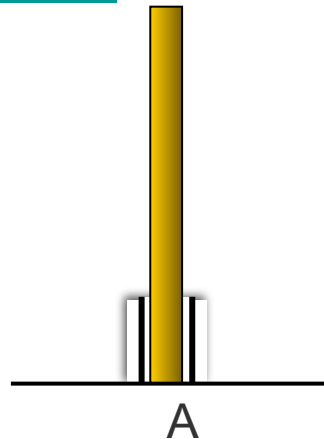
Сферический шарнир



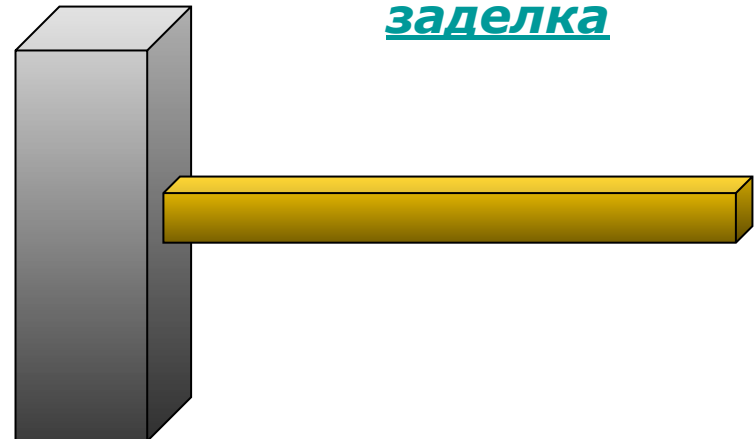
Подшипник



Подпятник



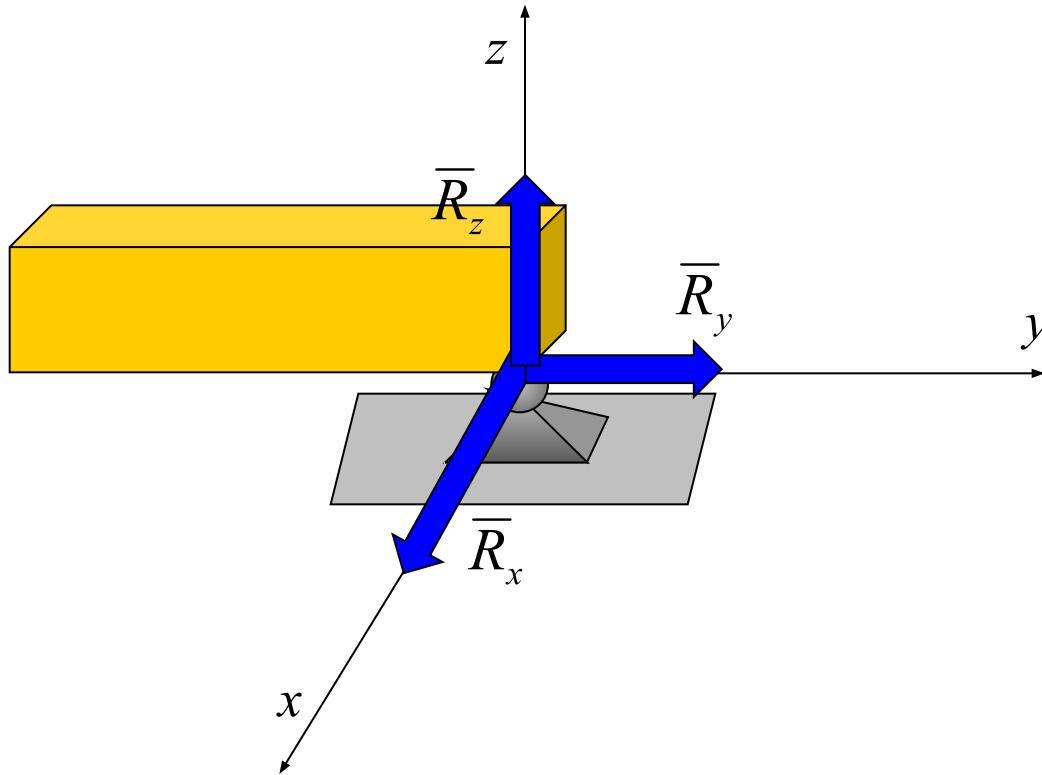
Жесткая заделка



# Типы пространственных связей и их реакции

## 1. Сферический шарнир

Связь представляет собой неподвижный сферический шарнир. Шарнир запрещает телу все линейные перемещения в пространстве, но разрешает вращение.



Реакция неподвижного шарнира проходит через центр шарнира и имеет произвольное направление.

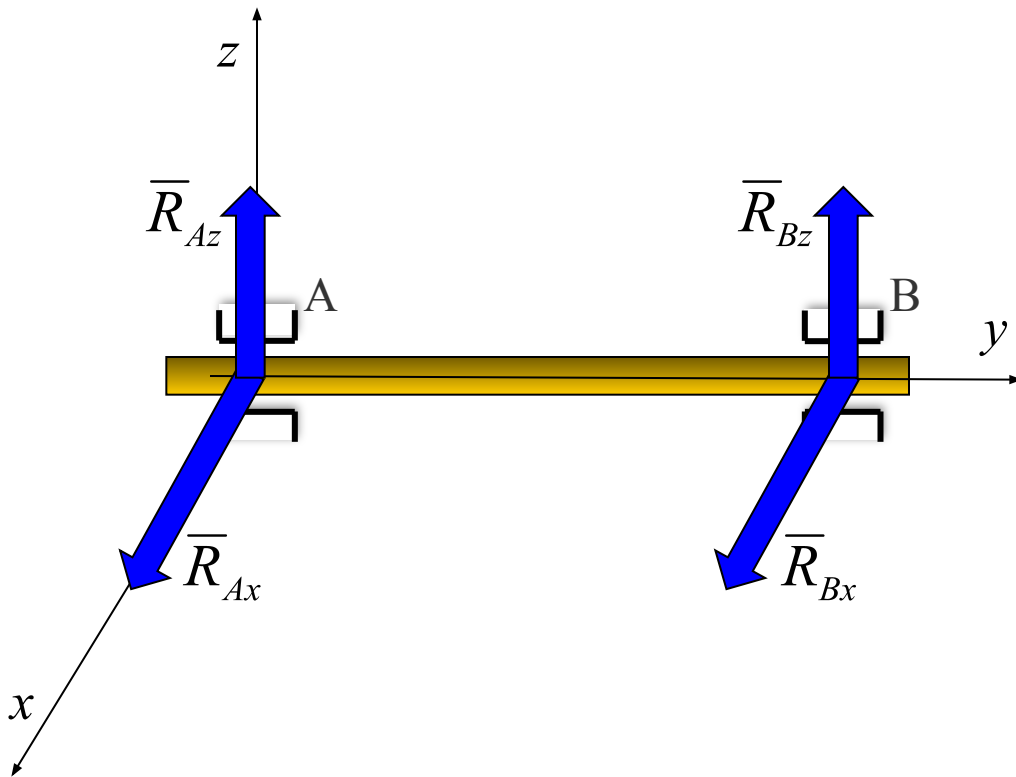
Реакцию неподвижного шарнира можно разложить на три составляющие  $R_x$ ,  $R_y$  и  $R_z$ , параллельные координатным осям.



# Типы пространственных связей и их реакции

## 2. Подшипник

Подшипник представляет собой **цилиндрический шарнир**, произвольно расположенный в пространстве.



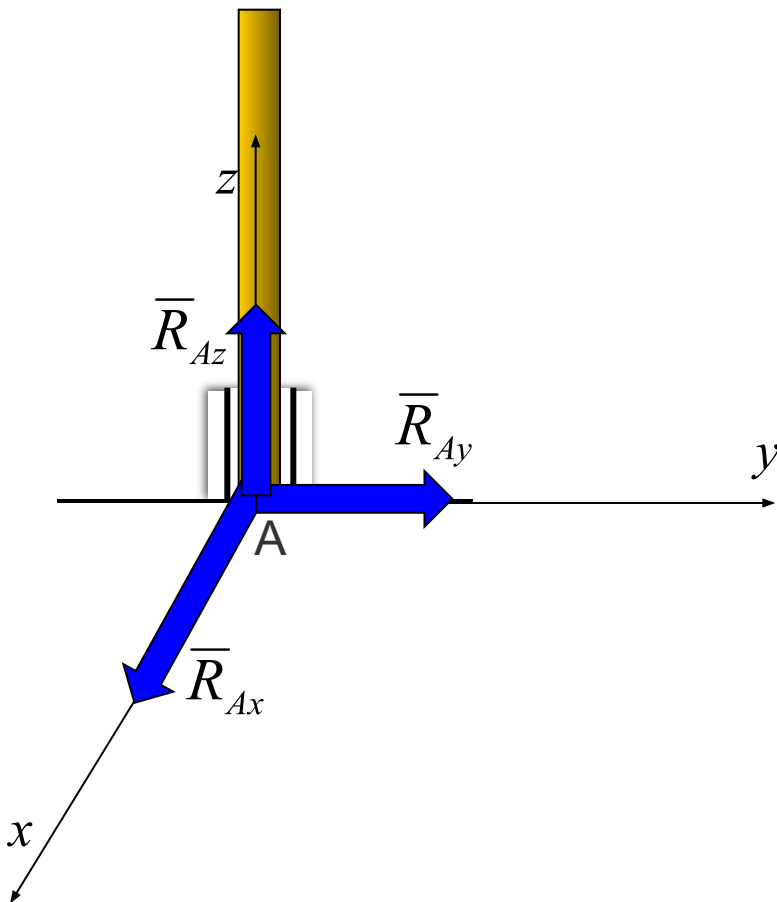
Реакция подшипника расположена **в плоскости, перпендикулярной к его оси** (на рисунке -  $Oy$ ).

Реакцию подшипника можно представить **двумя составляющими** (например  $\square R_x$  и  $\square R_z$ ), параллельными координатным осям.



### 3. Подпятник

Реакция подпятника имеет произвольное направление и ее можно разложить на **три составляющие**  $\square R_x$ ,  $\square R_y$  и  $\square R_z$ , параллельные координатным осям.

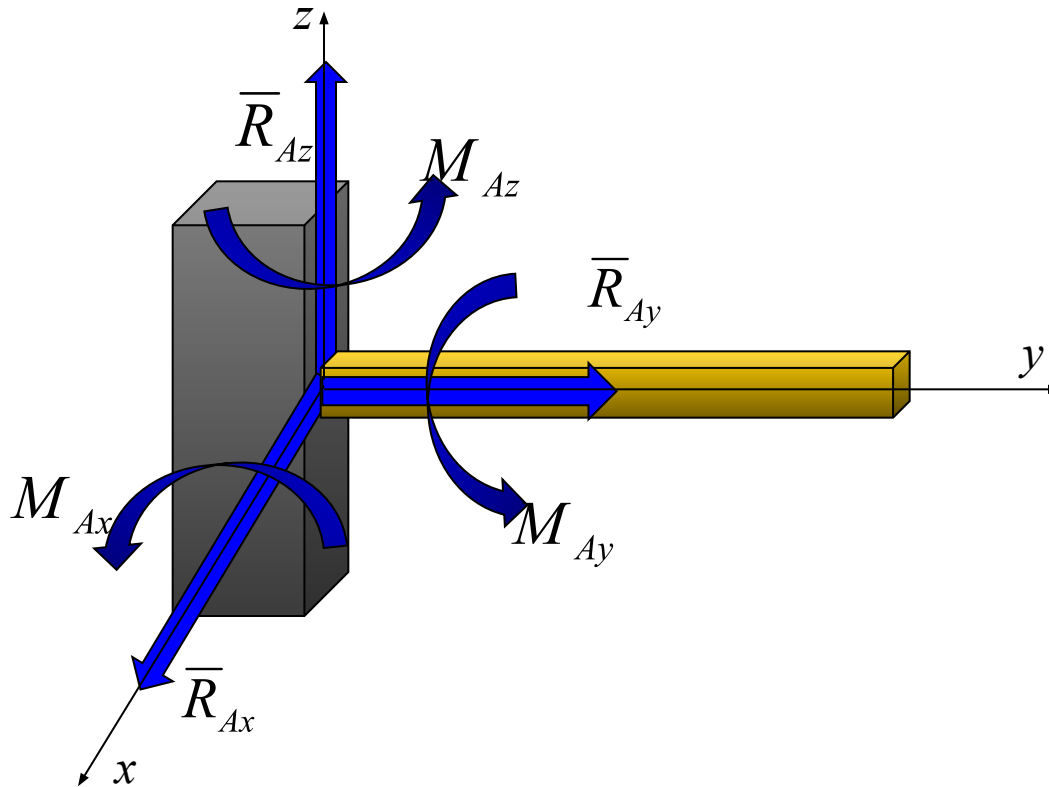




## Типы пространственных связей и их реакции

### 4. Жесткая заделка

Жесткая заделка в пространстве лишает балку всех шести степеней свободы: трех линейных перемещений вдоль осей координат и трех поворотов относительно этих осей.



Соответственно в пространственной жесткой заделке будут шесть реакций: три составляющие реакций  $\square R_{Ax}$ ,  $\square R_{Ay}$  и  $\square R_{Az}$  и три реактивных момента  $M_{Ax}$ ,  $M_{Ay}$ ,  $M_{Az}$ .

