

Раздел 1. Механика абсолютно твердого тела. Статика

Тема.1.1.Общие положения

Роль дисциплины «Техническая механика» в решении задач строительной практики.

Модель абсолютно твердого тела. Аксиомы статики о действии сил на твердое тело.

Цель урока

1) Роль дисциплины «Техническая механика» в решении задач строительной практики.



Механика – это наука о механическом движении материальных тел.

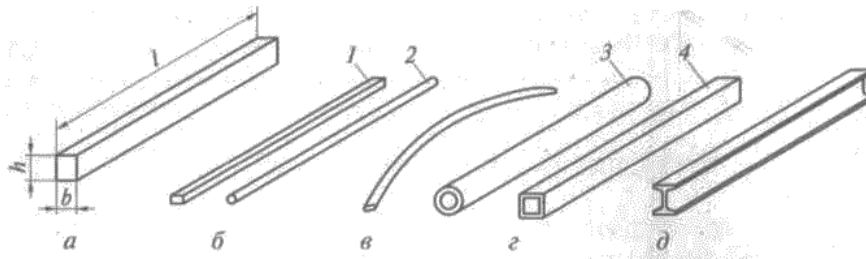
Статика –изучает равновесие тел под действием сил.

2) Модель абсолютно твердого тела.

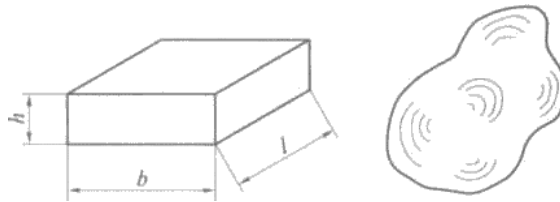
Абсолютно твердым называется тело, которое не изменяет формы и размеры под действием силы (не деформируется)

Стержень – это частный случай бруса, у которого $h, b \ll l$

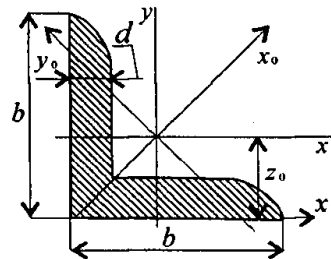
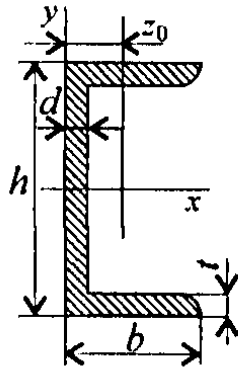
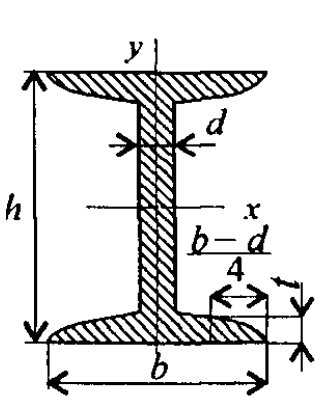
Брус –это тело, у которого $l \gg h, b$



Массив – это тело, у которого $l \approx h \approx b$



Прокатные профили



Двутавр

Швеллер

Уголок

(Прокатные профили смотрим в сортаменте)

Основные понятия статики.

☐ **Сила**– это мера механического действия на тело со стороны других тел.

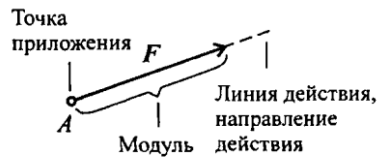
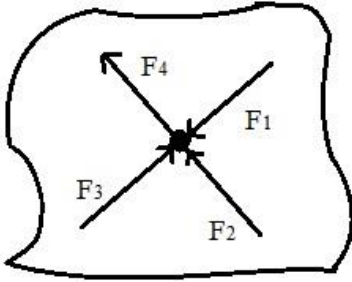


Рис. 1.1

☐ **Система сил** – это совокупность сил действующих на тело.



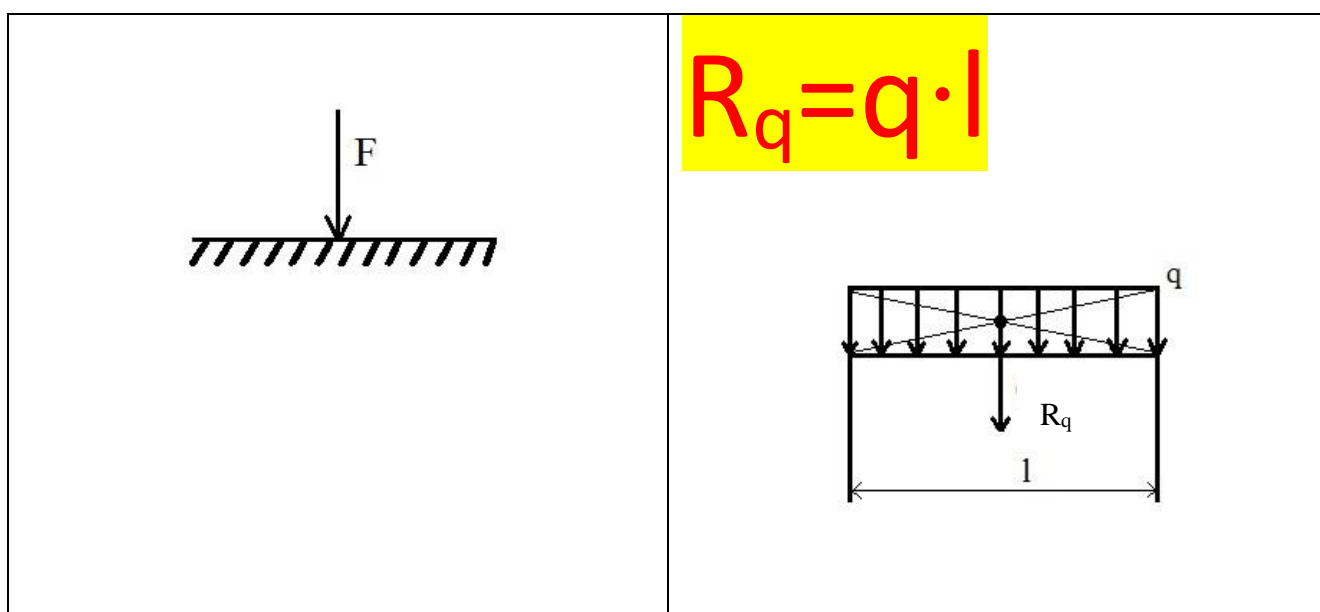
Система сил

$$F_{\text{равн}} = F_1 + F_2 + F_3 + F_4$$

☐ **Эквивалентная система сил**–это система сил действующая, так же как и заданная.

☐ **Уравновешенная система сил**– называется такая система, которая будучи приложенная к телу не изменяет его состояние.

☐ **Равнодействующая сила**– систему сил, действующую на тело, можно заменить одной, которая является равнодействующей.



q - интенсивность равномерно-распределённой нагрузки (кН/м)

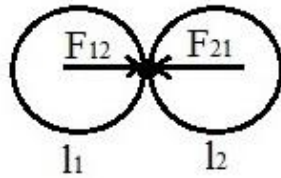
l - длина (м)

R_q -равнодействующая равномерно-распределённая нагрузка(кН)

3) Аксиомы статики

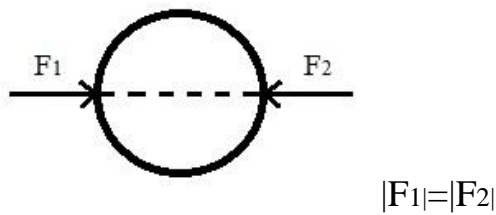
Аксиома 1

Если два тела механически воздействуют друг на друга, то в точке контакта возникает силы равные по величине, но противоположны по направлению. (Закон действия противодействия)



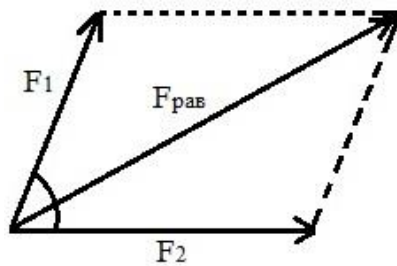
Аксиома 2

Свободно твёрдое тело, на которое действует две силы, равны по величине и направлены на одной прямой противоположные стороны, находятся в равновесии.

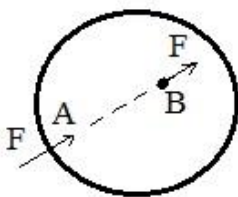


Аксиома 3

Равнодействующая двух сил приложена к точке под углом к друг другу, изображается диагональю параллелограмма.



Следствие аксиомы 2:



Вектор силы скользящий вдоль линии действия.

Задание на закрепление урока

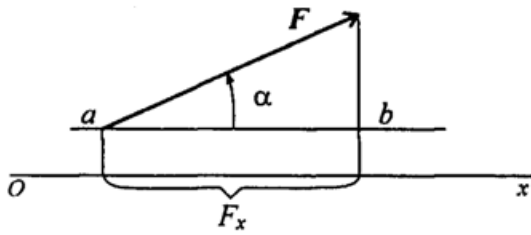
- Укажите на главный признак абсолютно твердого тела.
- С какой целью вводится модель твердого тела? Какими свойствами она наделяется?
- Как в механике подразделяют тела в зависимости от их формы?
- Дайте определение силы в статике.
- Какими признаками характеризуется понятие силы?
- Как графически изображается сила и как она обозначается в тексте?
- Что происходит, если два тела механически воздействуют друг на друга?
- В каком случае тело под действием двух сил будет находиться в равновесии?
- Можно ли в статике переносить силу по линии ее действия?
- Что означает сложение двух сил в статике?

Литература:

Сетков В.И Техническая механика

Тема: Сила и проекция силы на ось, правило знаков.

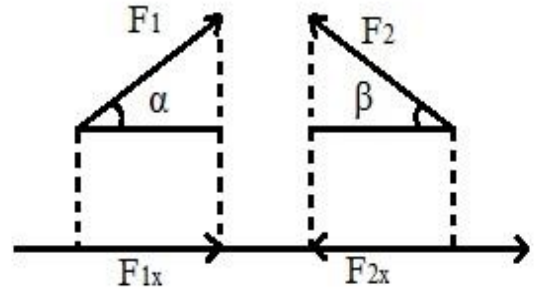
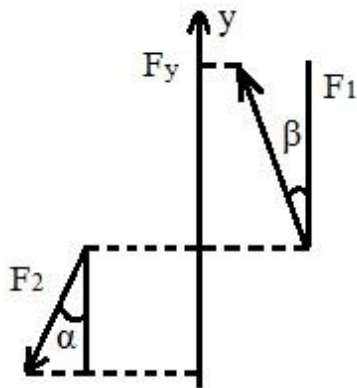
Проекция силы на ось определяется отрезком оси, отсекаемым перпендикулярами, опущенными на ось из начала и конца вектора



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

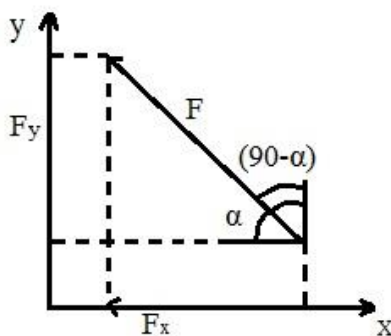
Проекция силы на ось равна произведению величины силы на \cos угла между силой и данной осью.

Правило знаков



$F_{1y} = F_1 \cdot \cos \beta$	$F_{1x} = F_1 \cdot \cos \alpha$
$F_{2y} = -F_2 \cdot \cos \alpha$	$F_{2x} = -F_2 \cdot \cos \beta$

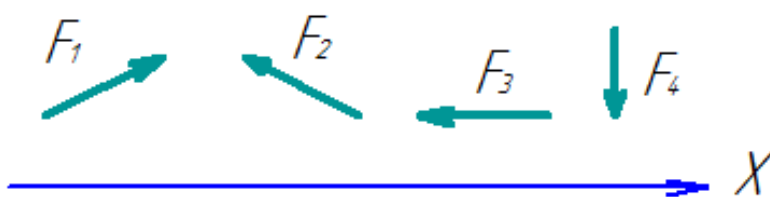
Проекция силы на взаимноперпендикулярные оси



$$F_x = -F \cdot \cos \alpha$$

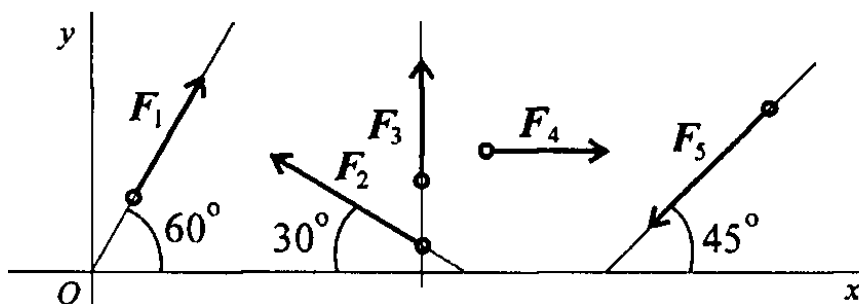
$$F_y = F \cdot \cos (90 - \alpha)$$

Запишите проекции сил на ось X и Y



Задание на закрепление урока

1. Определите проекции всех сил на ось OX, если $F_1=15$ кН, $F_2=25$ кН, $F_3=30$ кН, $F_4=42$ кН, $F_5=20$ кН



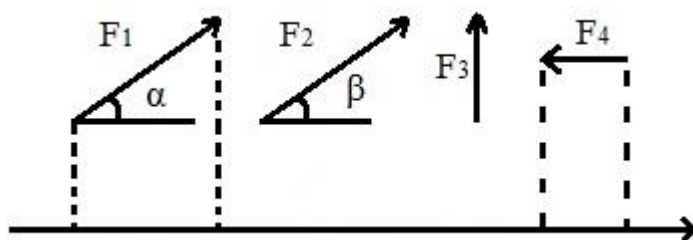
$$F_{1x} = F_1 \cdot \cos 60 = 15 \cdot \cos 60 = 7,5 \text{ кН}$$

$$F_{2x} = -F_2 \cdot \cos 30 = -25 \cdot \cos 30 = 21,65 \text{ кН}$$

$$F_{3x} = F_3 \cdot \cos 90 = 0$$

$$F_{4x} = F_4 \cdot \cos 0 = 42 \text{ кН}$$

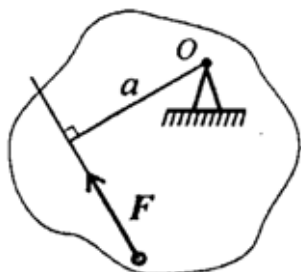
$$F_{5x} = -F_5 \cdot \cos 45 = -20 \cdot \cos 45 = -14,14 \text{ кН}$$



$$F_{1x} = -F_1 \cdot \cos \alpha; F_{2x} = F_2 \cdot \cos \beta; F_{3x} = 0; F_{4x} = -F_4$$

Тема: Момент силы относительно точки, правило знаков, единица измерения. Пара сил.

Сила, не проходящая через точку крепления тела, вызывает вращение тела относительно точки, поэтому действие такой силы на тело оценивается моментом.



Момент силы относительно точки равен произведению силы на плечо (плечо – кратчайшее расстояние от линии действия силы до точки).

$$M_0(F) = F \cdot a;$$

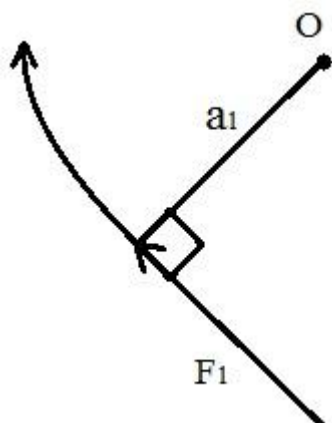
Единица измерения момента силы

a - плечо, м; F-сила (Н)

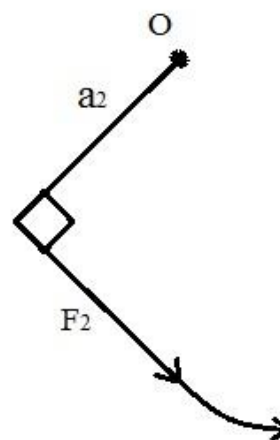
$$M(F) = F \cdot a$$

$$M(F) - [Н \cdot м; кН \cdot м]$$

Правило знаков

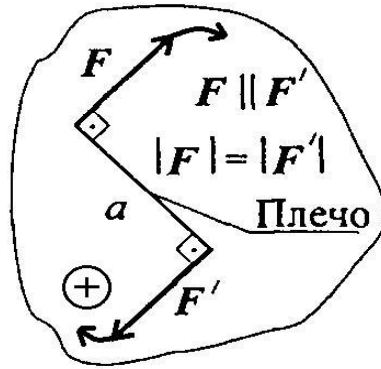


$$M_0(F_1) = F_1 \cdot a_1$$



$$M_0(F_2) = -F_2 \cdot a_2$$

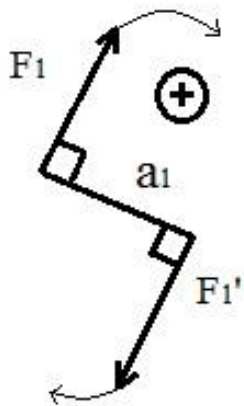
Пара сил, момент пары сил



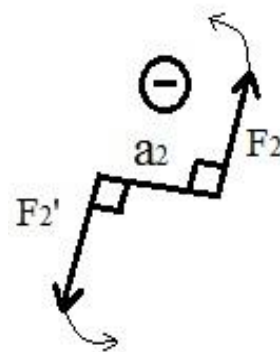
Парой сил называется система двух сил параллельных, равных и противоположно-направленных.

$M(F, F') = F \cdot a$; где $M(F, F')$ – [кН·м; Н·м]

Правило знаков



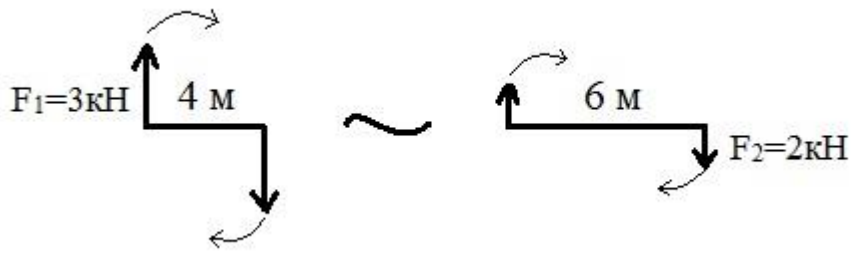
$$M(F_1, F_1') = F_1 \cdot a_1$$



$$M(F_2, F_2') = -F_2 \cdot a_2$$

Свойства пар

1. Эквивалентность пар



Эквиваленты

$$M(F_1; F_1') = M(F_2; F_2')$$

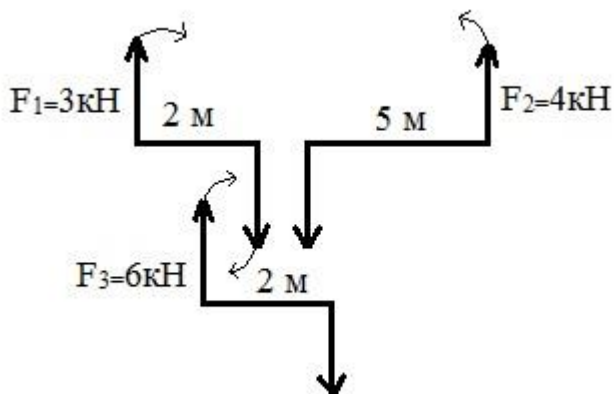
$$M(F_1; F_1') = 3 \cdot 4 = 12 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$M(F_2; F_2') = 2 \cdot 6 = 12 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

2. Сложение пар

а)

$M(F_2;$



$\sum M$

Определение пары сил:

$$M(F_1; F_1') = 3 \cdot 2 = 6 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

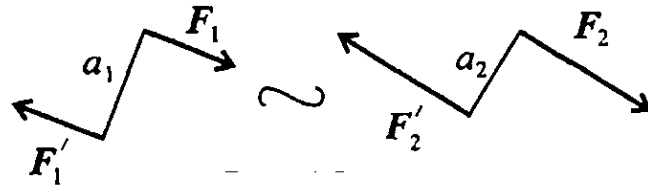
$$M(F_2; F_2') = -4 \cdot 5 = -20 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$M(F_3; F_3') = 6 \cdot 2 = 12 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

б) Определяем равнодействующий (резльтирующий) момент пары сил:

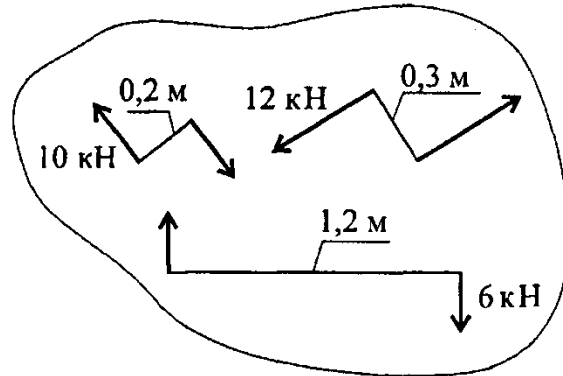
$$M(F, F') = 6 - 20 + 12 = -2 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Пример 1. Дана пара сил $|F_1| = |F'_1| = 42 \text{ кН}$; плечо 2 м. Заменить заданную пару сил эквивалентной парой с плечом 0,7 м

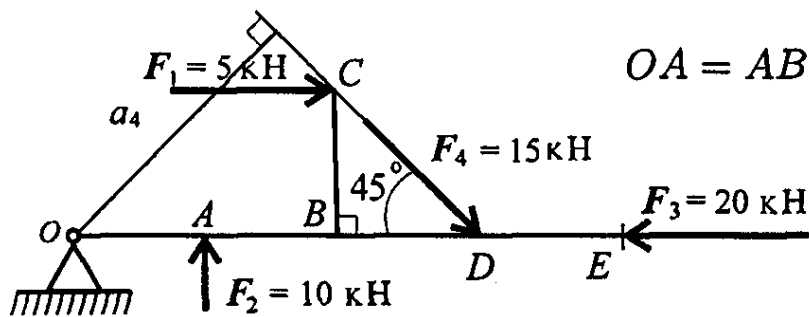


Пример 2. Дана система пар сил результирующей пары.

. Определить момент



Пример 3. Рассчитать сумму моментов сил относительно точки O



$$OA = AB = BD = DE = CB = 2 \text{ м.}$$

Задания на закрепление урока

1. Какие силы из системы сил (рис. 1) образуют пары?

$$F_1 = F_2 = F_4; F_3 = F_6; F_5 = 0,9F_6.$$

2. Определите момент изображенной на рис. 2 пары сил.

$$|F| = |F'| = 5 \text{ кН}.$$

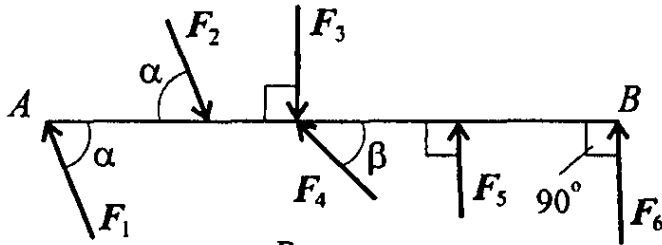


Рис. 1

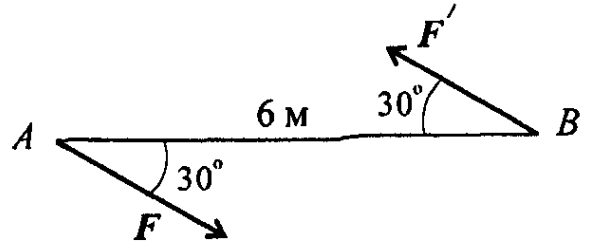
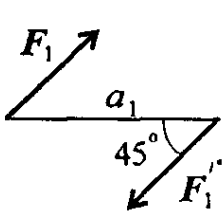
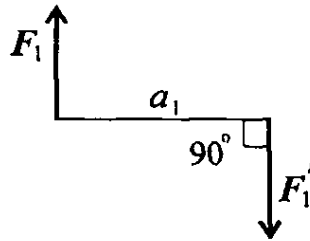


Рис. 2

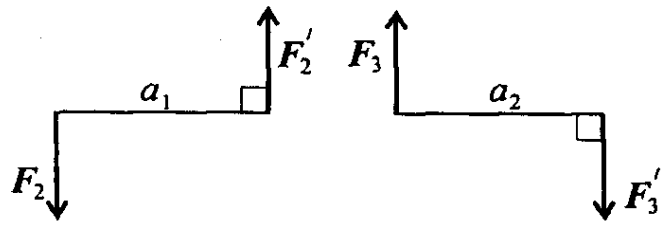
3. Какие из изображенных пар (рис. 3) эквивалентны, если $F_1 = F_2 = 8 \text{ кН}$; $F_3 = 6,4 \text{ кН}$; $a_1 = 2 \text{ м}$; $a_2 = 2,5 \text{ м}$?



а)



б)



в)

г)

Рис. 3

4. Какую силу необходимо приложить в точке C (рис. 4.), чтобы алгебраическая сумма моментов относительно точки O была равна нулю? $OA = AB = BC = 5 \text{ м}$; $F_1 = 7,8 \text{ кН}$; $F_2 = 3 \text{ кН}$.

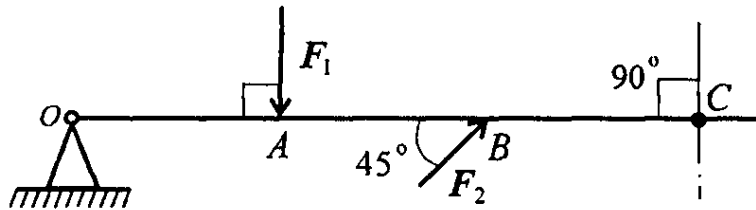
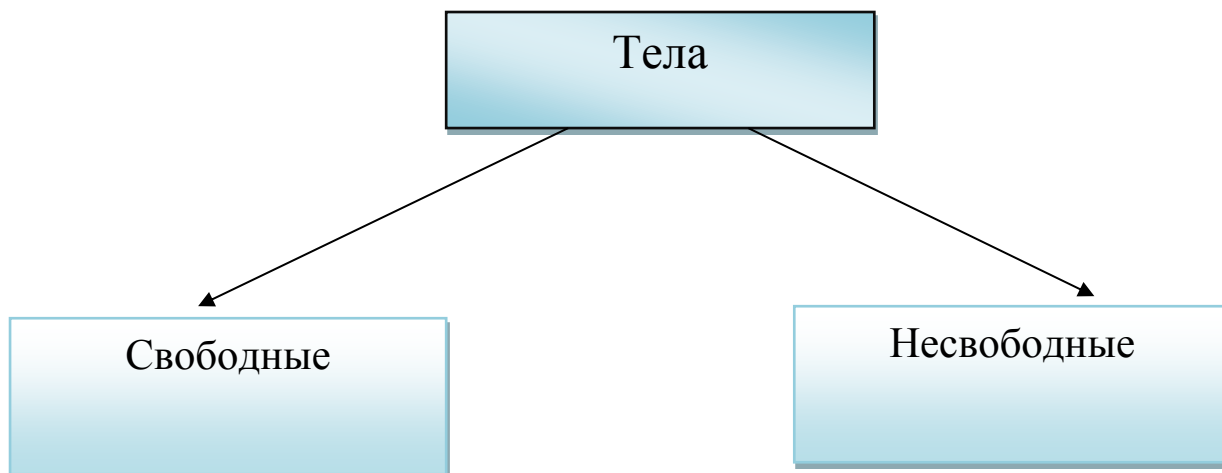


Рис. 4.

**Тема: Свободные и несвободные тела. Связи и их реакции.
Виды опор балок, ферм, рам.**

Все законы и аксиомы статики справедливы для свободного твердого тела.



Свободные тела – это тела перемещение, которого неограниченно.

Несвободные (связями) тела – это тела перемещение, которых ограничено другим телом.

Связь – это тело, препятствующее перемещению других тел.

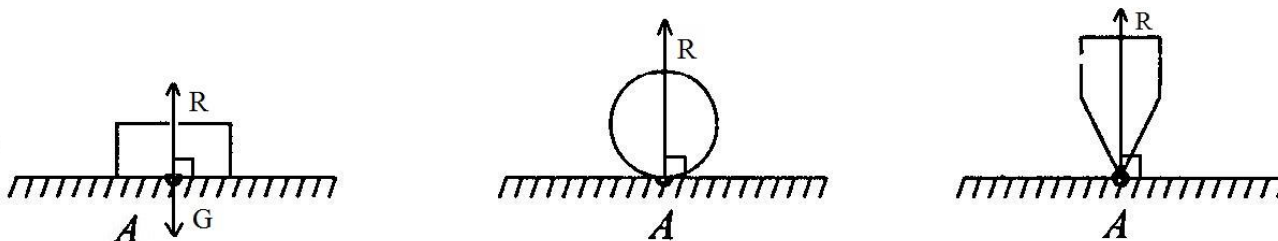
Реакциями связей – это сила, действующая от связей.

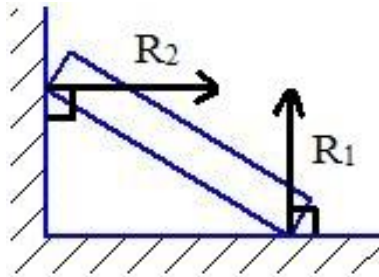
Принцип освобождения от связей

Любое несвободное тело можно превратить в свободное, если приложить реакцию связи.

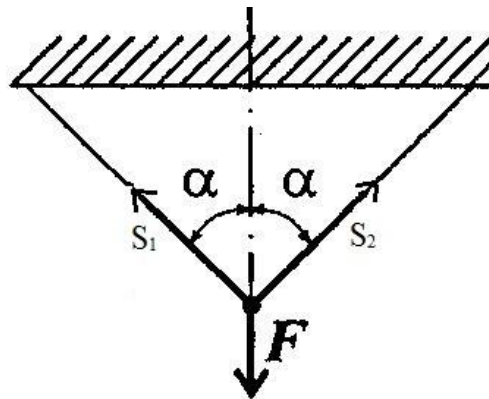
ВИДЫ СВЯЗЕЙ

1. Гладкая опора

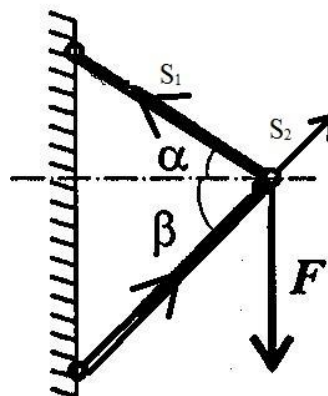




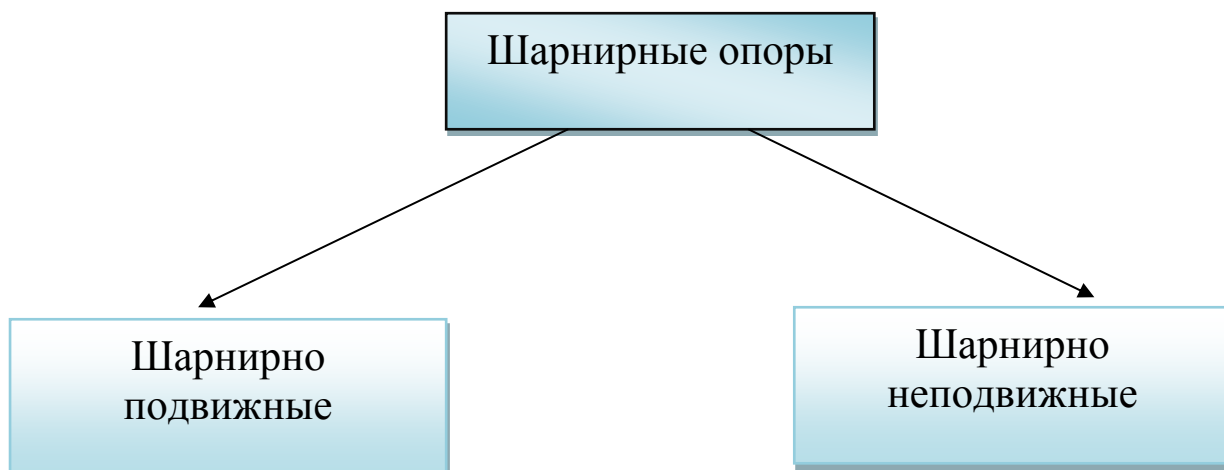
2. Гибкая связь (канат, верёвка, нить, трос)



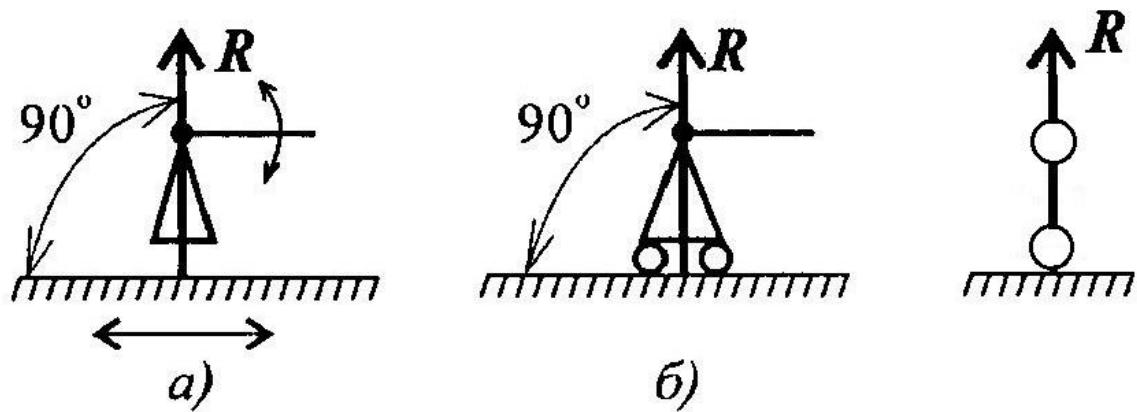
3. Жёсткий стержень



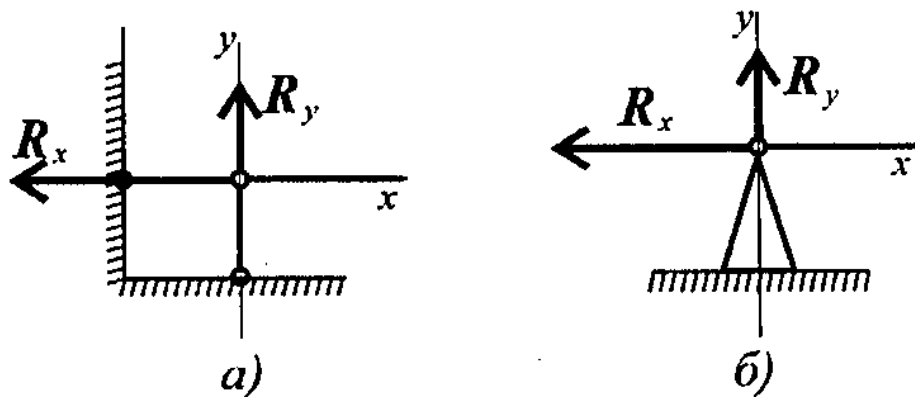
4. Шарнирная опора



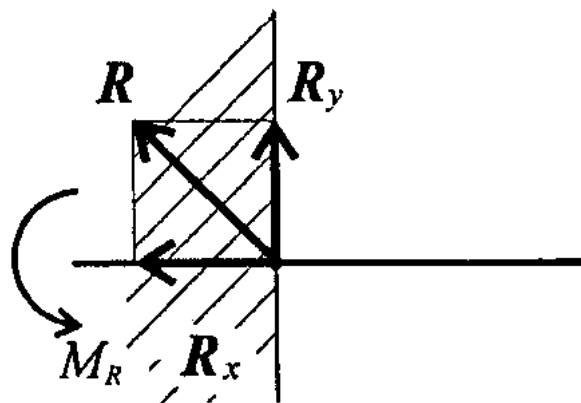
4.1. Шарнирно подвижные



4.2. Шарнирно неподвижные

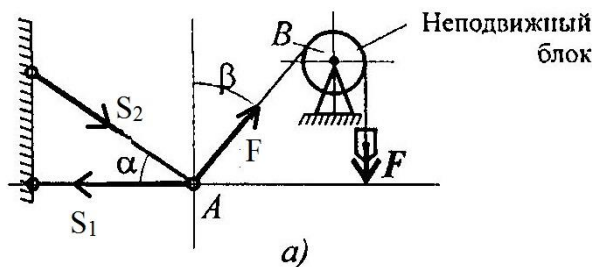


5. Жёсткая заделка

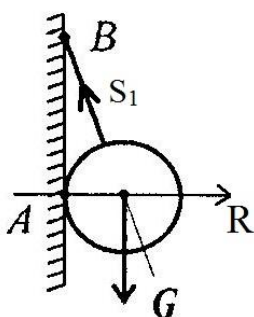


M_R – реактивный момент

Пример 1. Груз подвешен на стержнях и канатах и находится в равновесии. Изображена система сил, действующих на шарнир А.

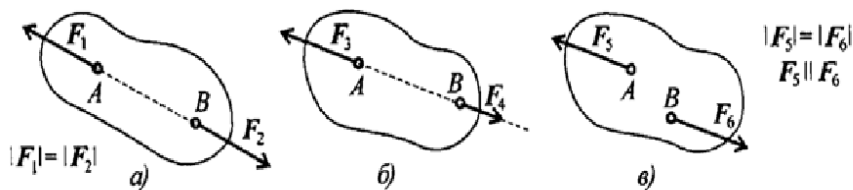


Пример 2. Шар подвешен на нити и опирается на стену. Показаны нити и гладкая опора.

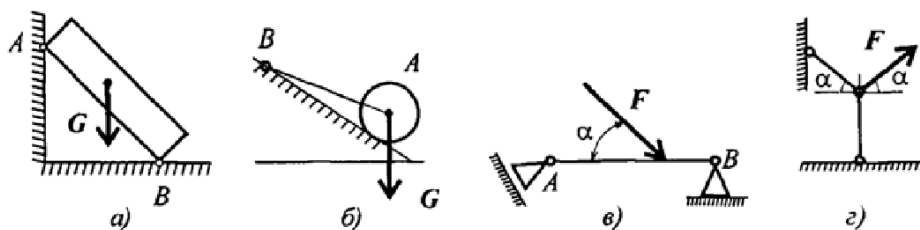


Задание на закрепление урока

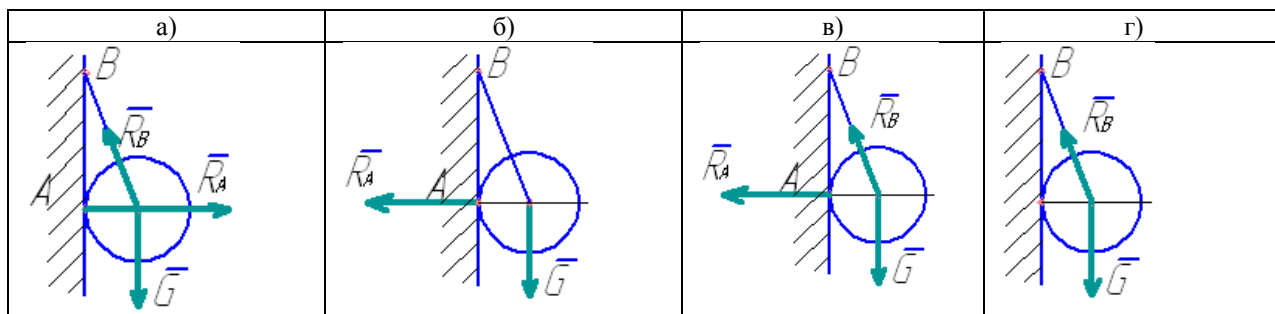
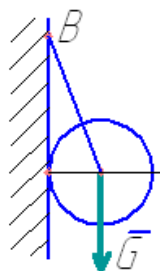
1. Какая из приведенных систем сил уравновешена?



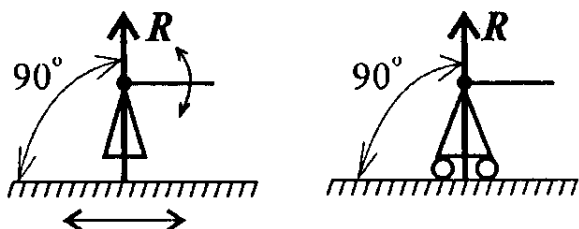
2. Укажите возможное направление реакций в опорах



3. Шар подвешен на нити и опирается на стену. Определить реакции нити и гладкой опоры (стенки).



4. Как называется данная опора?



- А) неподвижный шарнир
- Б) подвижный шарнир
- В) жесткая «заделка»
- Г) нет правильного ответа

5. Чем отличаются активные силы от реакции?

Силы, независящие от связей, называют активными, а реакции связи – пассивными силами.

6. Какие реальные конструкции соответствуют жесткой заделке (консоли)?

Балкон в доме.