

ТЕМА ЛЕКЦИИ
«ПЛОСКАЯ СИСТЕМА
ПРОИЗВОЛЬНО
РАСПОЛОЖЕННЫХ СИЛ»

Лектор:

Бердюгина О.В.

2020 ГОД

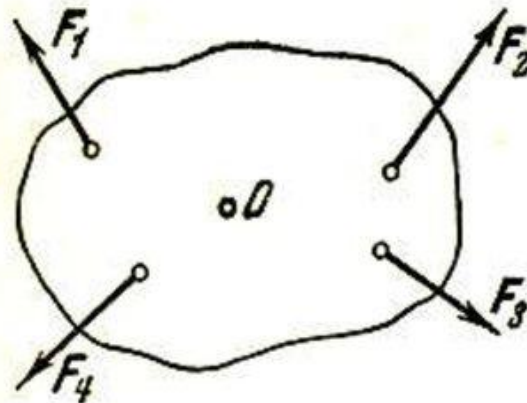
ПЛАН ЛЕКЦИИ

1. **Определение системы сил.**
2. **Виды воздействий, рассматриваемые в механике.**
3. **Теорема ВАРИНЬОНА.**
4. **Условия (уравнения) равновесия плоской системы сил.**
5. **План решения задач.**
6. **Варианты заданий «ПЛОСКАЯ СИСТЕМА СИЛ»**



Плоская система произвольно расположенных сил -

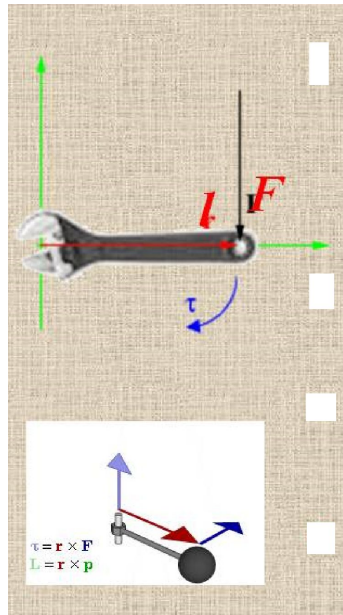
это система, у которой силы расположены в одной плоскости и линии их действия не пересекаются в одной точке



**ВИДЫ
ВОЗДЕЙСТВИЙ,
РАССМАТРИВАЕМЫЕ
В МЕХАНИКЕ**



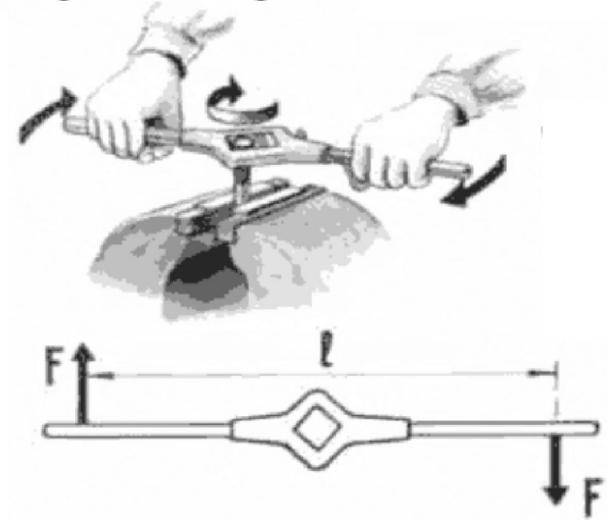
МОМЕНТ СИЛЫ



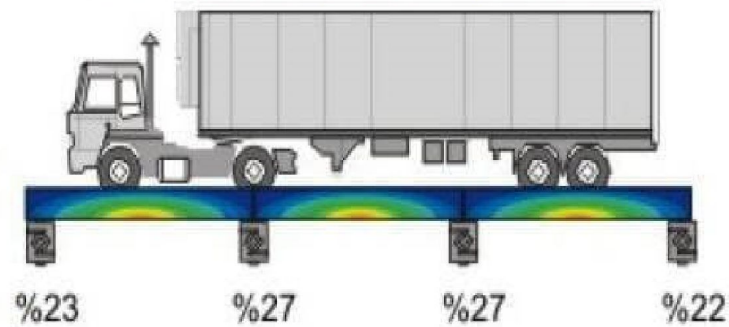
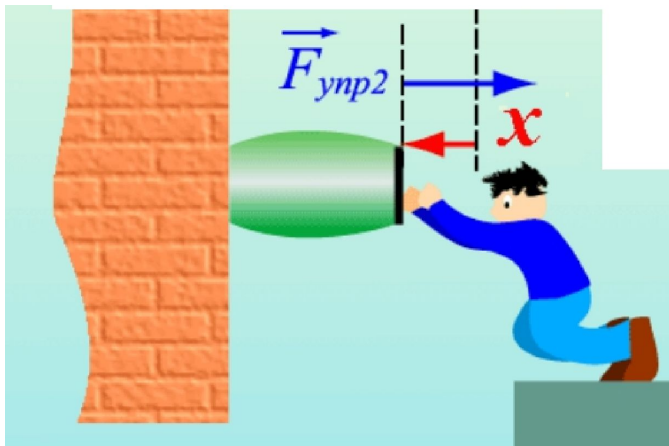
СИЛА

МОМЕНТ ПАРЫ СИЛ

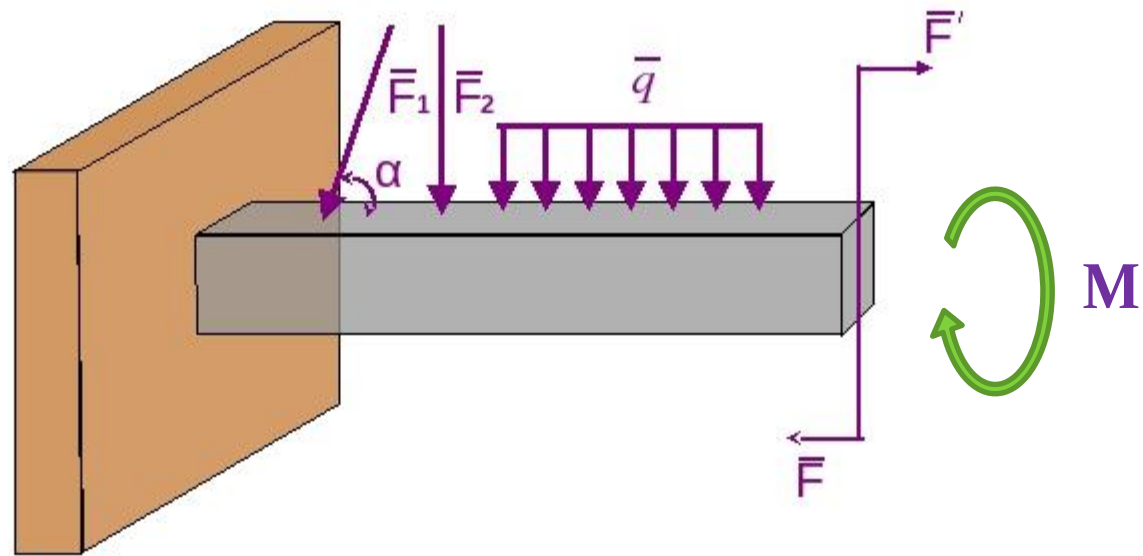
Нарезание резьбы плашкой



РАСПРЕДЕЛЁННАЯ НАГРУЗКА



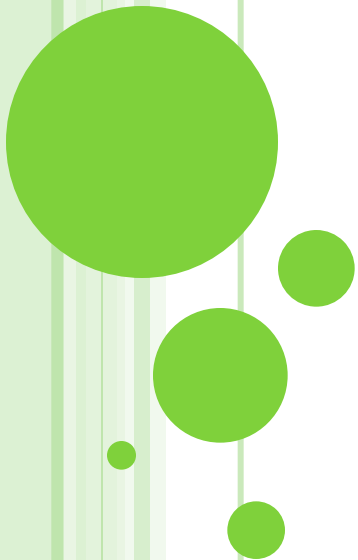
Равномерное распределение нагрузки на весах НЕколейного типа



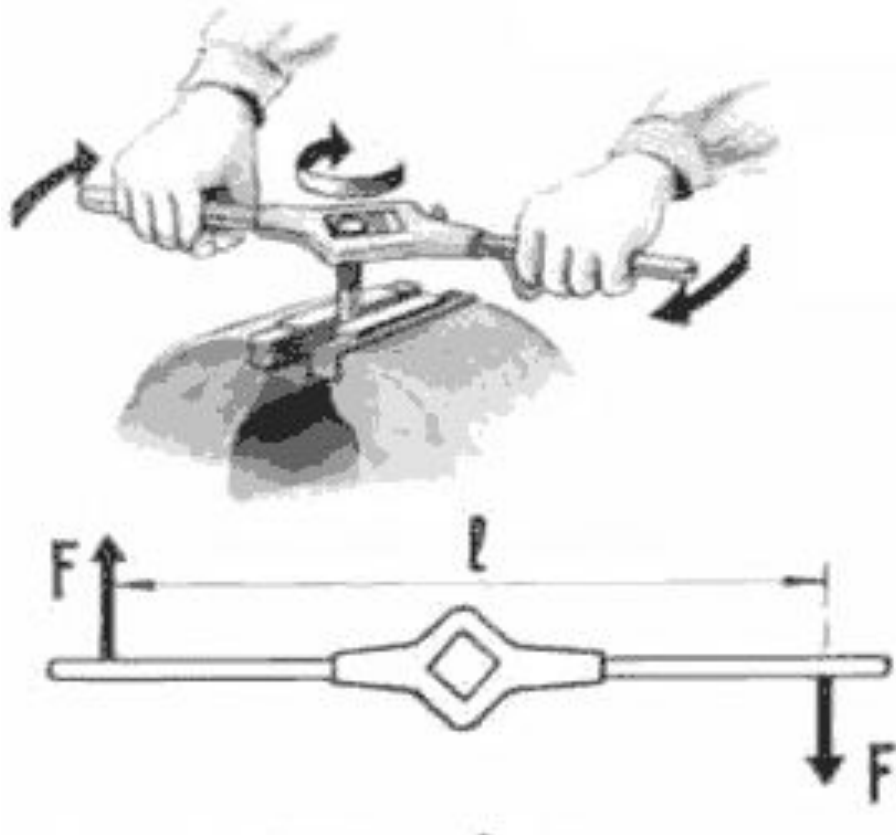
Если передача нагрузки происходит на пренебрежимо малой площадке (в точке), нагрузку называют *сосредоточенной*.

Часто нагрузка распределена по значительной площадке или линии (давление воды на плотину, давление снега на крышу и т.п.), тогда нагрузку считают *равномерно-распределенной*.

ПАРА СИЛ И МОМЕНТ СИЛЫ ОТНОСИТЕЛЬНО ТОЧКИ



1. ПАРА СИЛ – ЭТО СИСТЕМА ДВУХ, РАВНЫХ ПО МОДУЛЮ, ПРОТИВОПОЛОЖНЫХ ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ СИЛ.

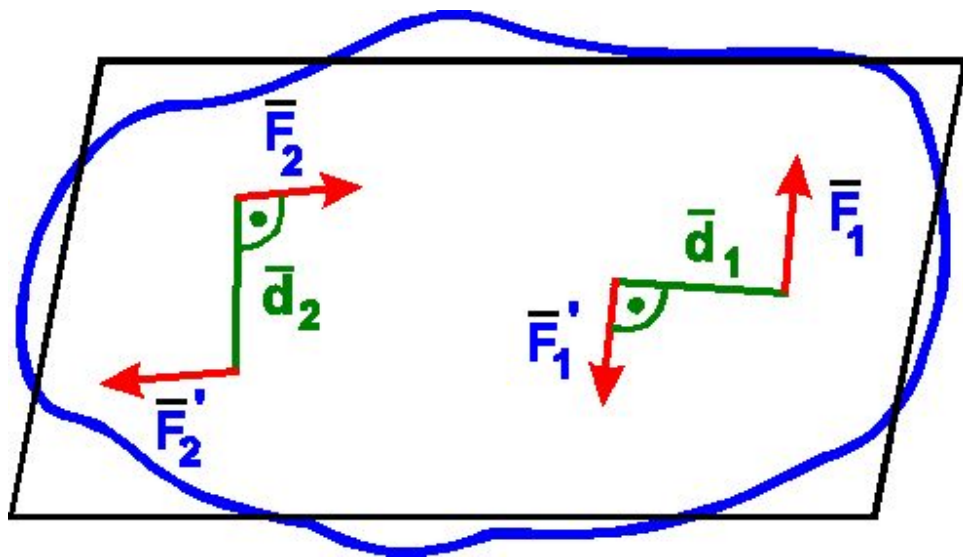


□ Эффект действия пары – вращение.

□ Вращение характеризуется моментом.



**МОМЕНТ ПАРЫ-ЭТО ПРОИЗВЕДЕНИЕ МОДУЛЯ
ОДНОЙ ИЗ СИЛ ПАРЫ НА ПЛЕЧО ПАРЫ.**



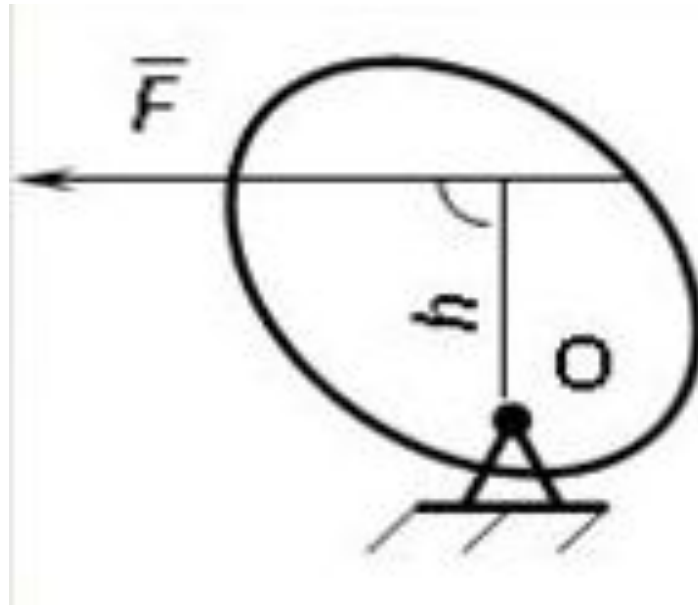
$$M(F_1; F_2) = \pm F \cdot d$$

$$[M] = \text{Н} \cdot \text{м}$$

«+» при вращении против часовой стрелки

«-» при вращении по часовой стрелке

ВРАЩАТЕЛЬНОЕ ДЕЙСТВИЕ СИЛЫ ХАРАКТЕРИЗУЕТСЯ МОМЕНТОМ.

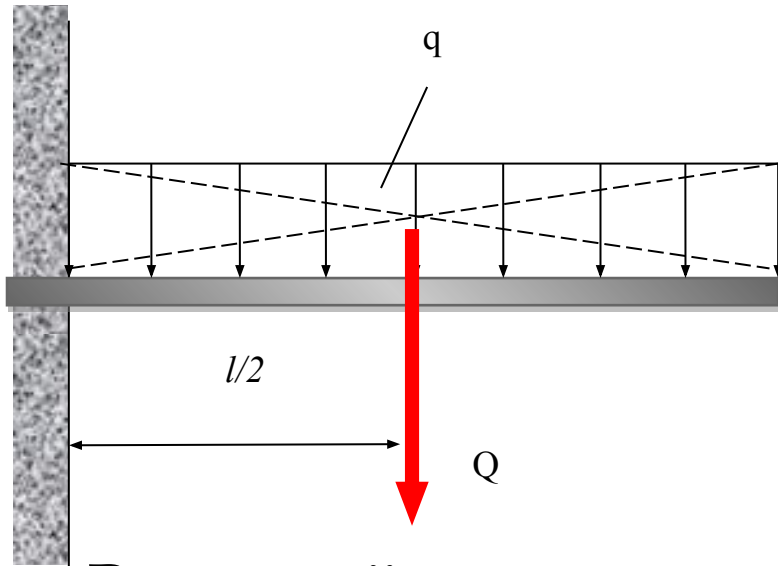


- Момент силы относительно точки - это произведение модуля силы на её плечо.***

$$M(F) = \pm F \cdot h \quad (\text{Н} \cdot \text{м})$$



РАСПРЕДЕЛЕННАЯ НАГРУЗКА



Равнодействующая
распределенной
нагрузки

$$Q = q \cdot l$$

q — интенсивность
нагрузки, кН/м;

l — длина стержня, м

***Q прикладывается в
центре нагрузки и
направлена в сторону
показанных линий
интенсивности***



ТЕОРЕМА ВАРИНЬОНА



Пьер Вариньон

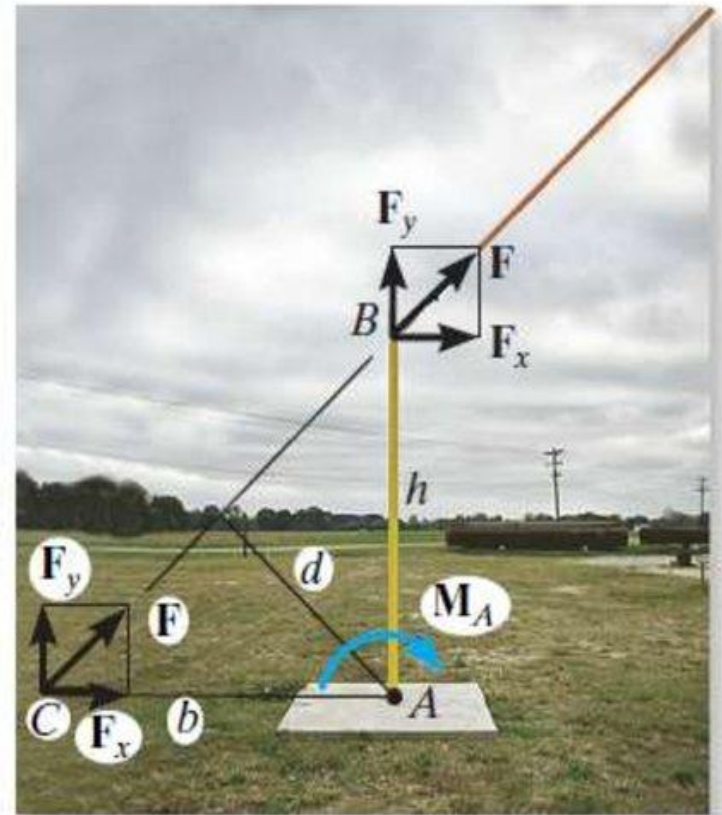


Пьер Вариньон (1654 — 22.12.1722), французский механик и математик, родился в г. Каенне во Франции. Изучал философию и математику.

Теорема Вариньона

Если система имеет равнодействующую, то ее момент относительно любого центра (или оси) равен сумме моментов всех сил системы относительно того же центра (или оси)

$$M_A(\bar{F}) = M_A(\bar{F}_x) + M_A(\bar{F}_y)$$



Второй вариант применения теоремы Вариньона показан на рис. 6:

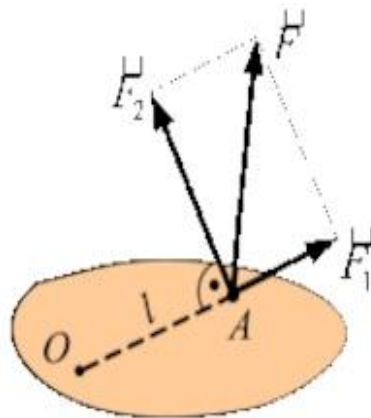


Рис. 6

$$m_O(\vec{F}) = m_O(\vec{F}_1) + m_O(\vec{F}_2) = m_O(\vec{F}_2) = F_2 l.$$



**УСЛОВИЯ
(УРАВНЕНИЯ)
РАВНОВЕСИЯ
ПЛОСКОЙ СИСТЕМЫ
СИЛ**



УСЛОВИЕ РАВНОВЕСИЯ ПРОИЗВОЛЬНОЙ ПЛОСКОЙ СИСТЕМЫ СИЛ

Первая форма уравнений равновесия

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_0^n F_{kx} = 0 \\ \sum_0^n F_{ky} = 0 \\ \sum_0^n m_A(F_k) = 0 \end{array} \right.$$

Вторая форма уравнений равновесия

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_0^n F_{ky} = 0 \\ \sum_0^n m_A(F_k) = 0 \\ \sum_0^n m_B(F_k) = 0 \end{array} \right.$$

Третья форма уравнений равновесия

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_0^n m_A(F_k) = 0 \\ \sum_0^n m_B(F_k) = 0 \\ \sum_0^n m_C(F_k) = 0 \end{array} \right.$$



УСЛОВИЕ РАВНОВЕСИЯ:

- «Для равновесия плоской произвольной системы сил, необходимо и достаточно, чтобы суммы проекций всех заданных сил на оси x и y равнялись нулю, а так же сумма моментов всех сил относительно **любой точки плоскости** тоже равнялась нулю.»
- ! Рациональнее для составления уравнения моментов лучше брать точку, в которой сходятся большее количество **неизвестных сил**

$$\sum F_{ix} = 0$$

$$\sum F_{iy} = 0$$

$$\sum M_0(\overset{\nabla}{F}_i) = 0$$



ПЛАН РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ



ПОРЯДОК РАСЧЕТА ПЛОСКОЙ ПРОИЗВОЛЬНОЙ СИСТЕМЫ СИЛ:

- 1) Изобразить тело, обозначив внешние (активные) силы, распределенные нагрузки заменить сосредоточенными силами.**
- 2) Выяснить виды связей, обозначить на рисунке реакции.**
- 3) Записать условия равновесия и составить уравнения равновесия.**
- 4) Найти неизвестные реакции, решив уравнения.**
- 5) Сделать проверку правильности решения.**



«ПЛОСКАЯ СИСТЕМА СИЛ»



Найти реакции опор заданной конструкции (рис. 1 - 5). На конструкцию действует равномерно распределенная нагрузка интенсивностью $q = 0,5$ кН/м и пара сил с моментом $m = 2$ кНм. В точке D к конструкции прикреплена нить, перекинутая через блок, к свободному концу которой подвешен груз E весом $P = 1,5$ кН. При вычисления считать $a = 2$ м, $b = 1,5$ м, $c = 1$ м, $\alpha = 30^\circ$, $\beta = 45^\circ$.



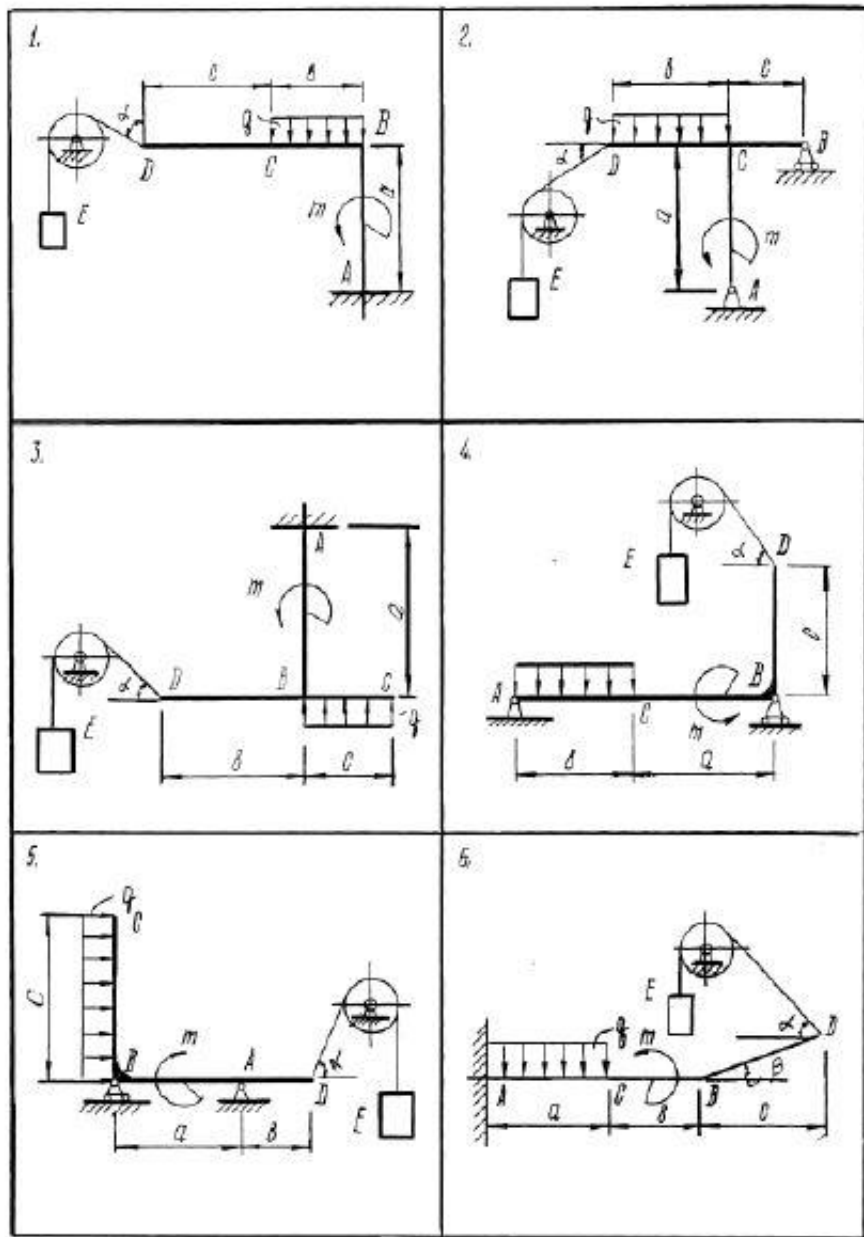


Рис. 1

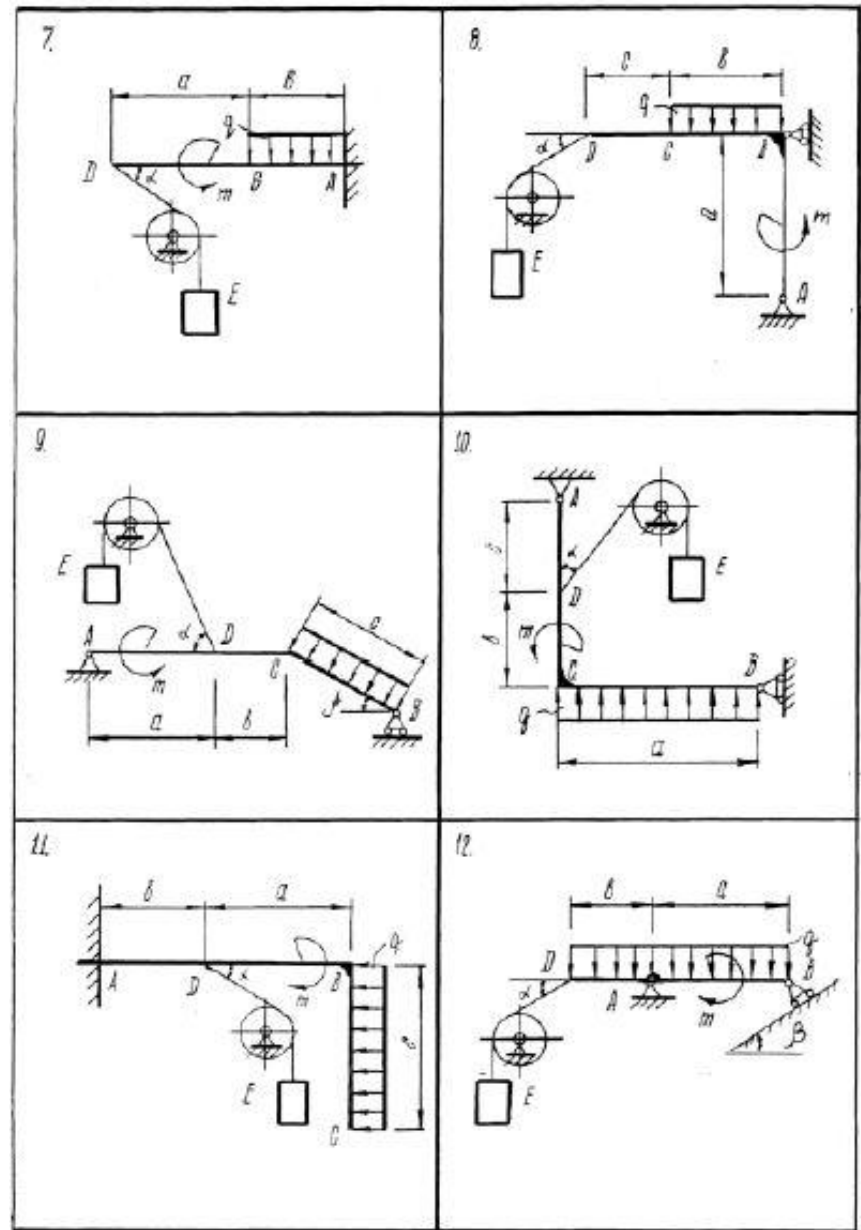


Рис. 2

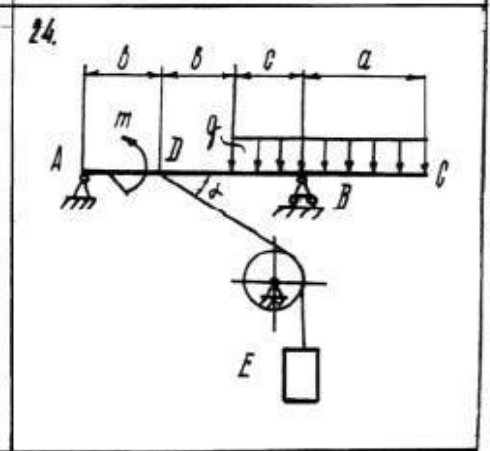
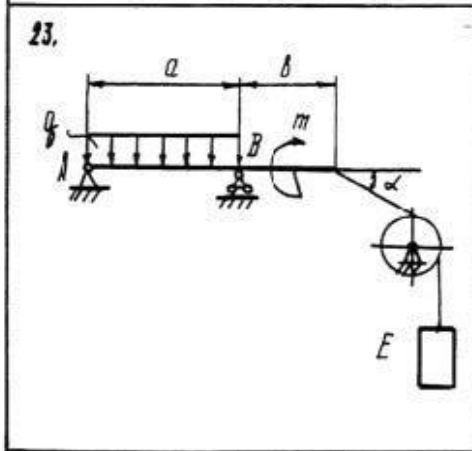
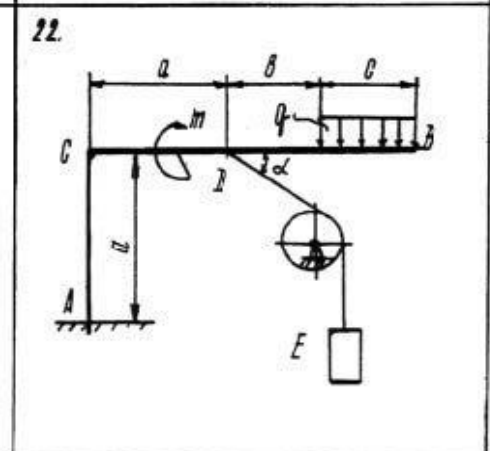
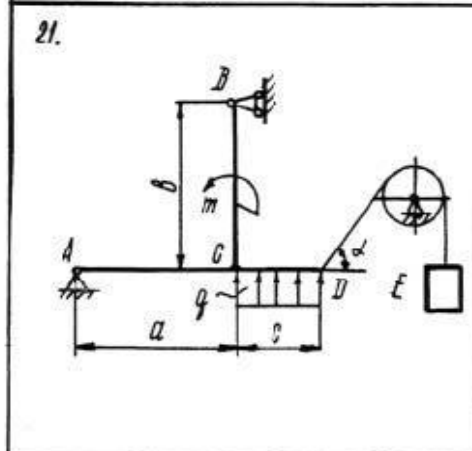
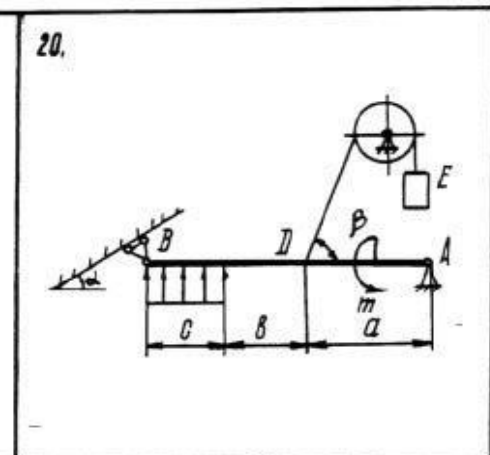
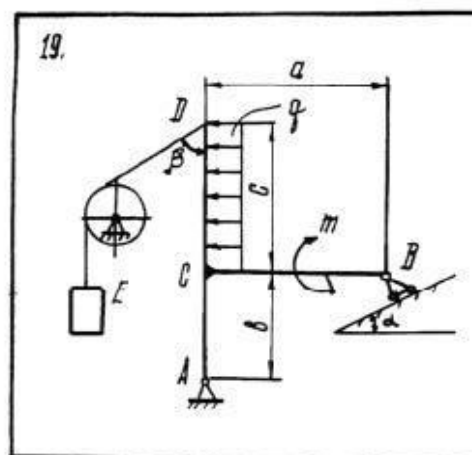
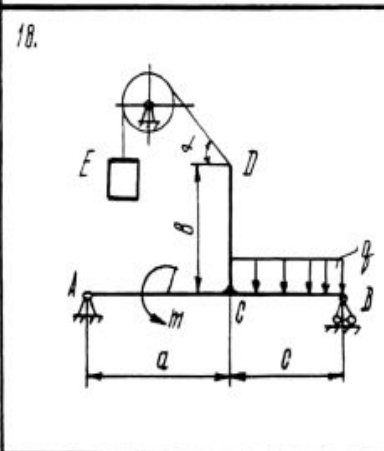
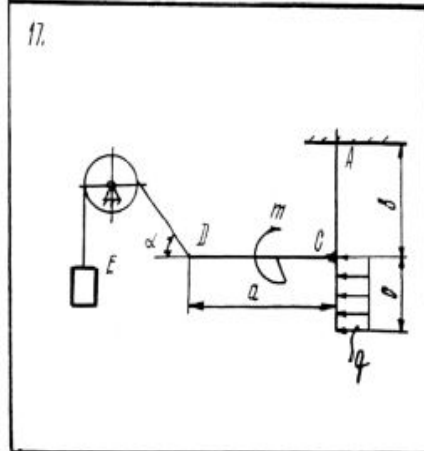
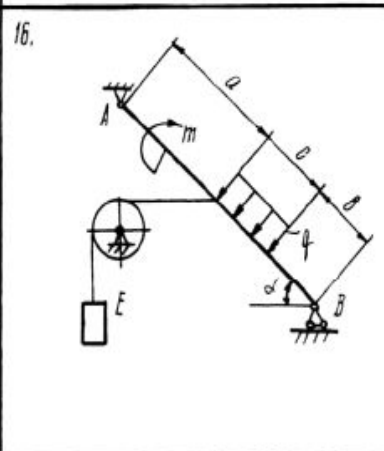
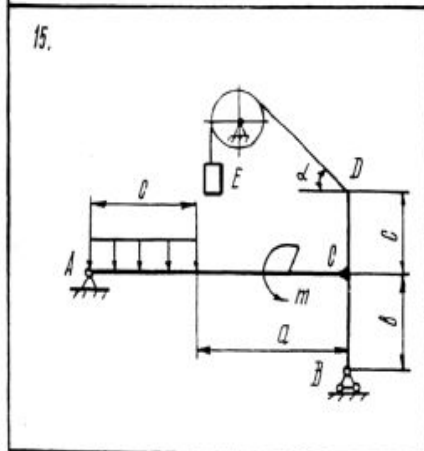
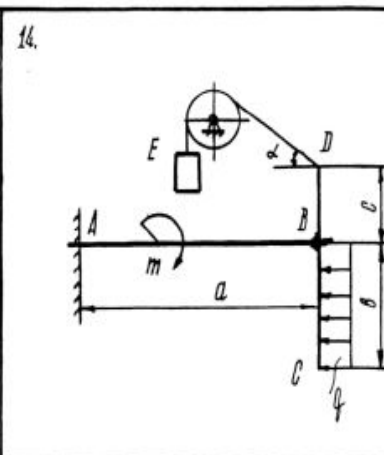
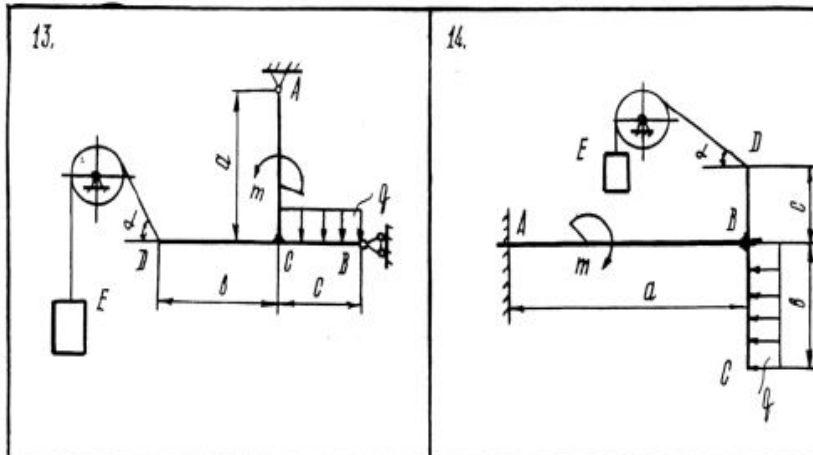


Рис. 3

Рис. 4

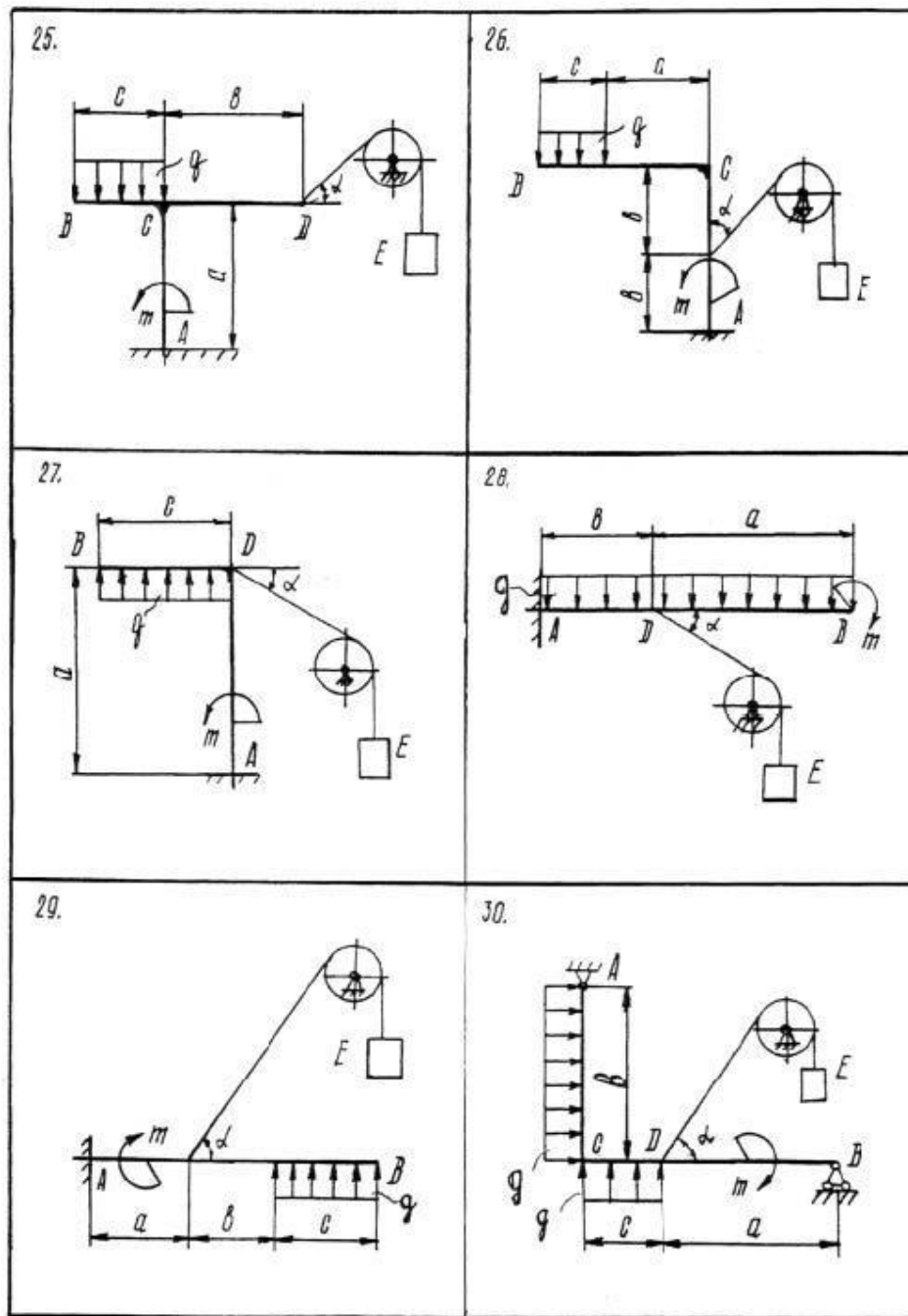
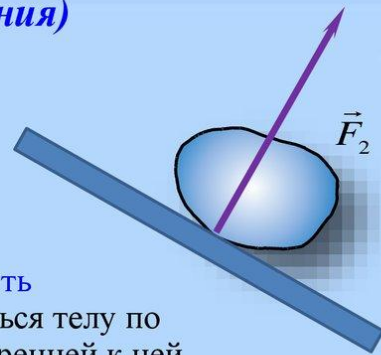


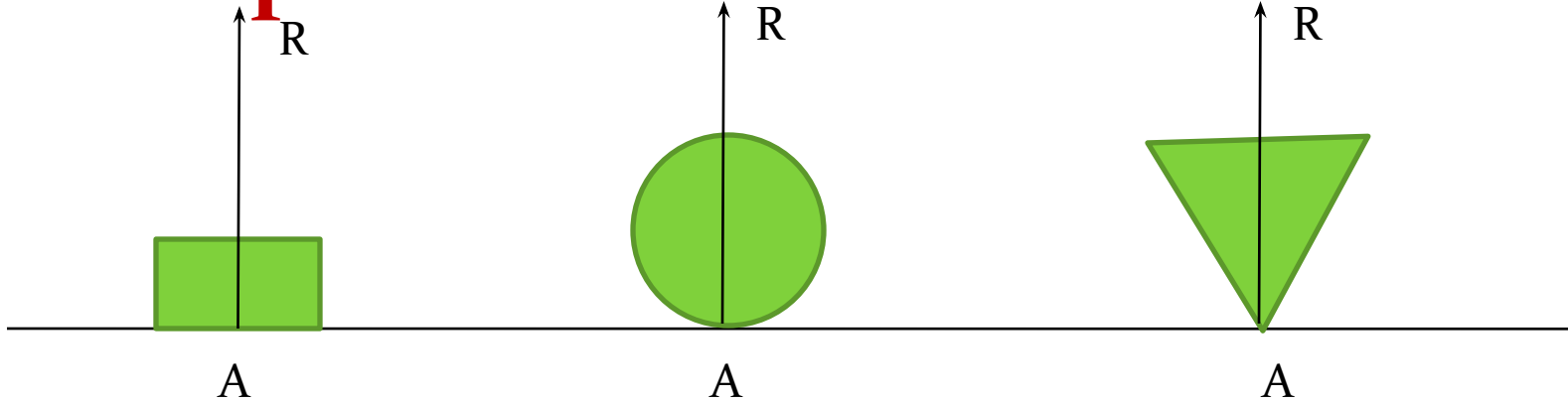
Рис. 5

Виды связей: Идеально гладкая поверхность

(поверхность без трения)

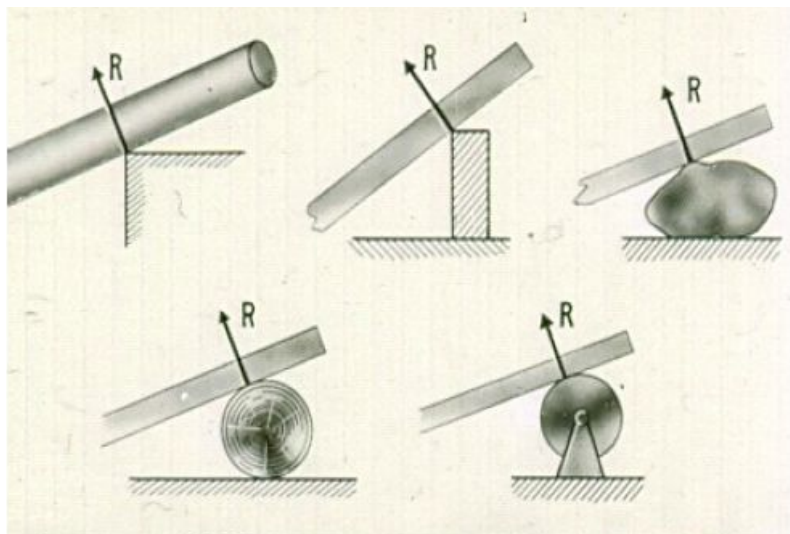
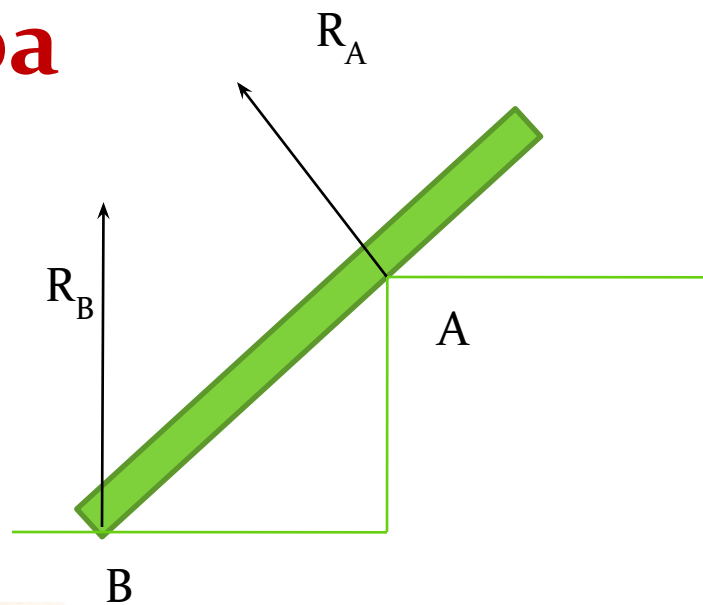


Гладкая поверхность не дает перемещаться телу по направлению внутренней к ней нормали. Следовательно реакция связи направлена по внешней нормали к гладкой поверхности.



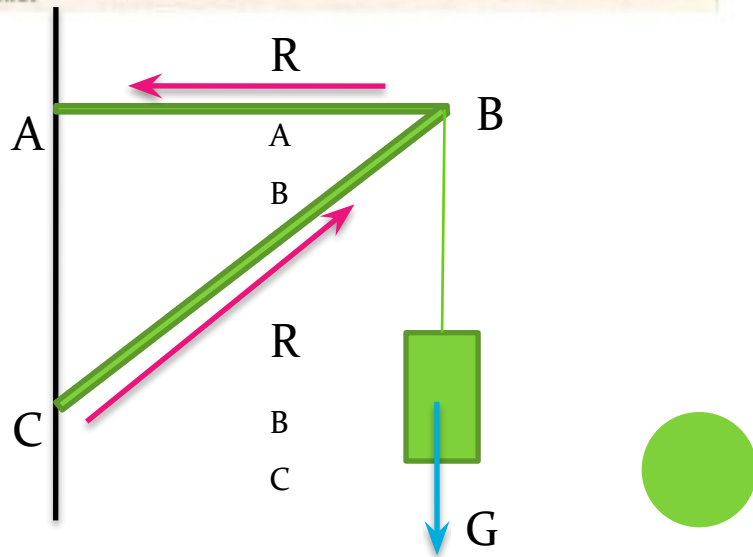
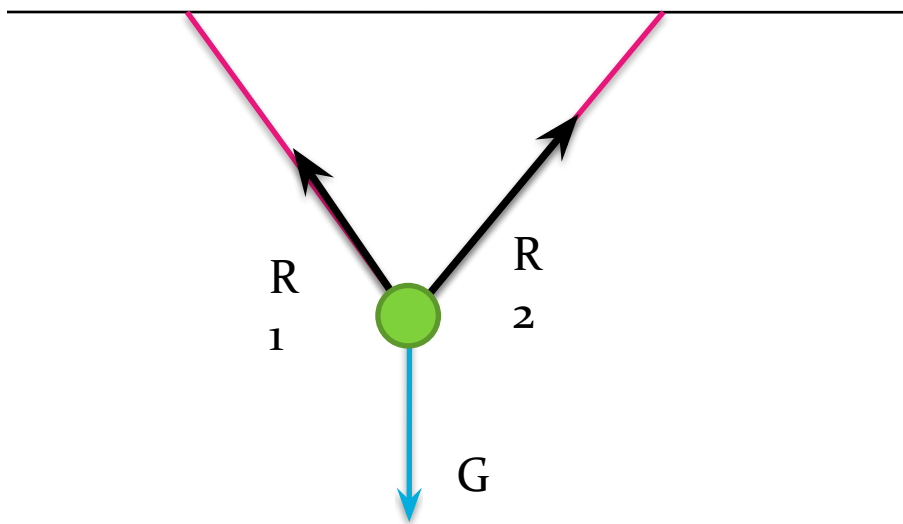
Виды связей:

Точечная опора



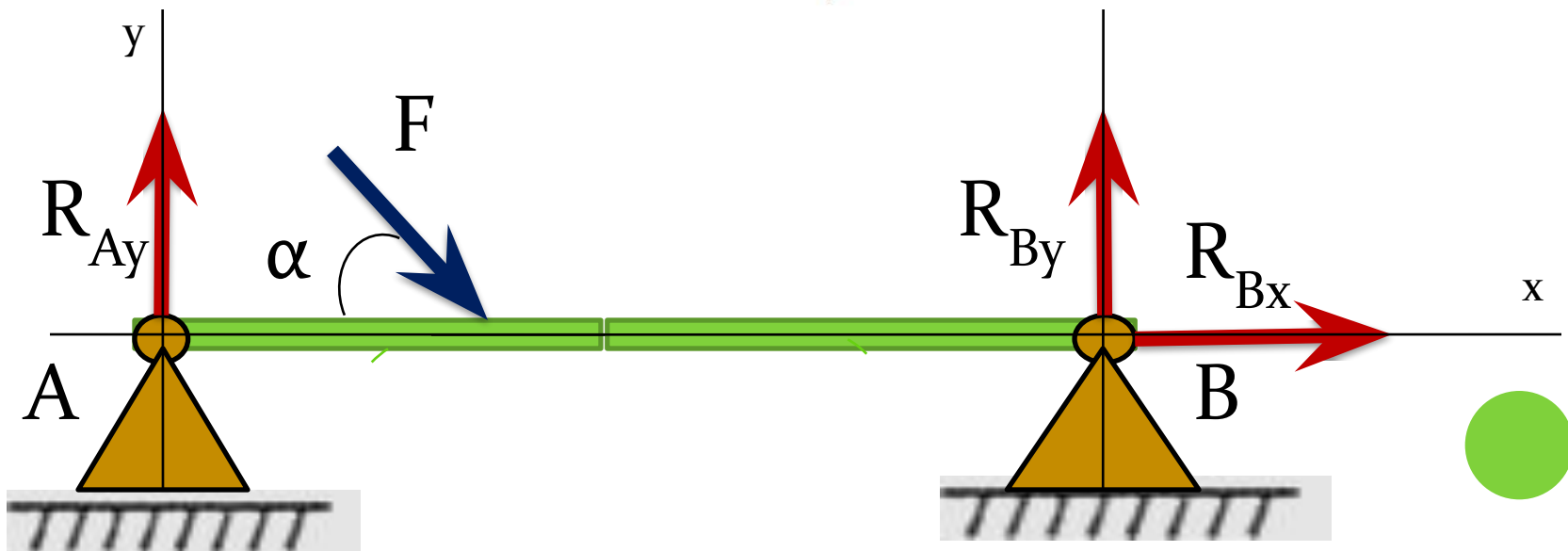
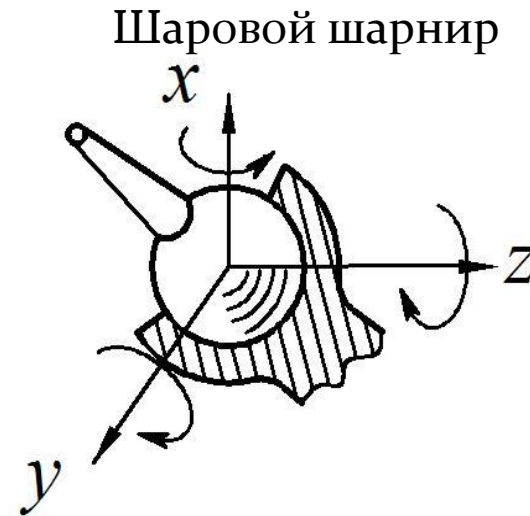
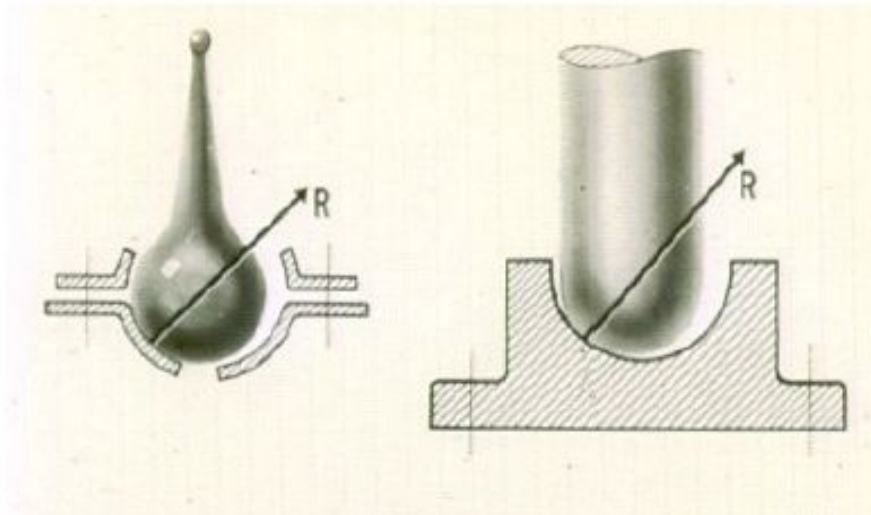
Виды связей:

- Идеальная (нерастяжимая, гибкая) нить
- Идеальный (несгибаемый) стержень



ШАРНИРНАЯ ОПОРА

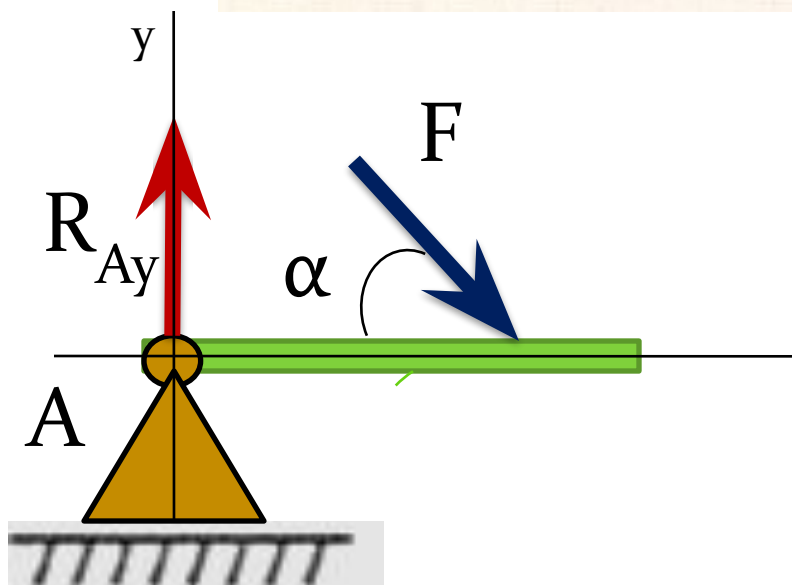
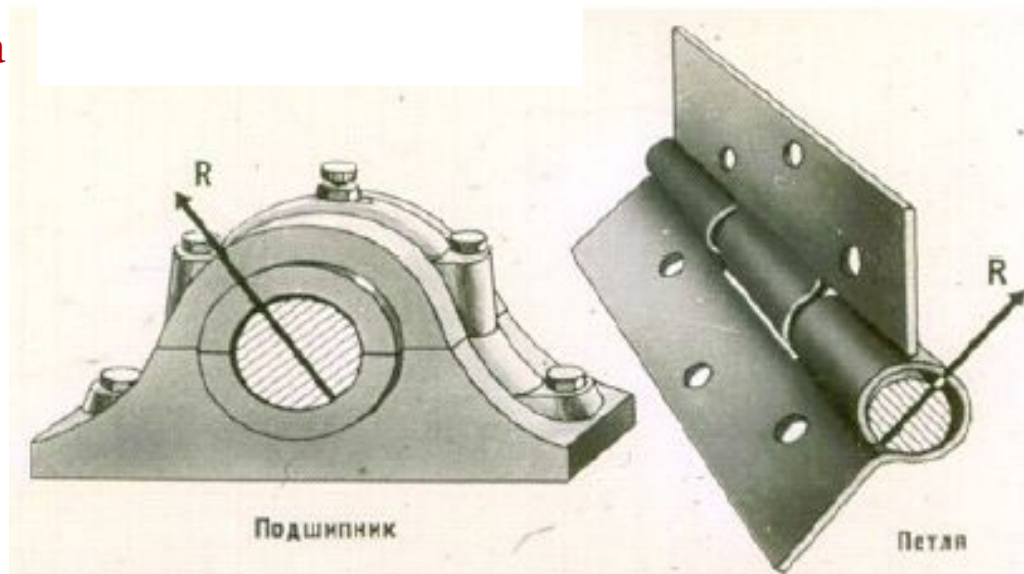
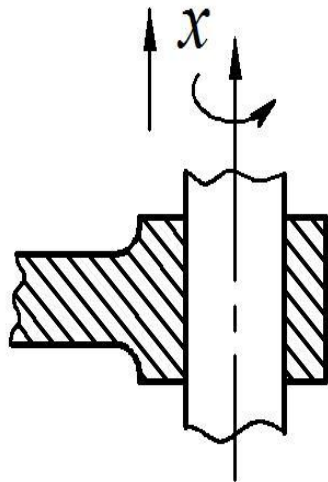
Шарнирно-неподвижная опора



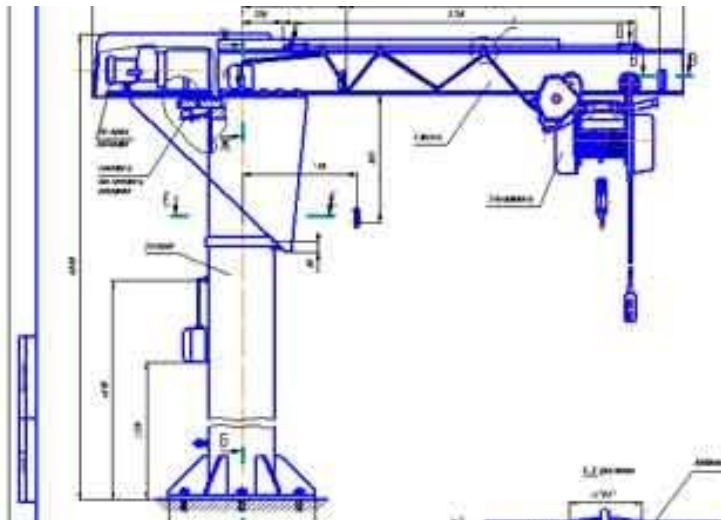
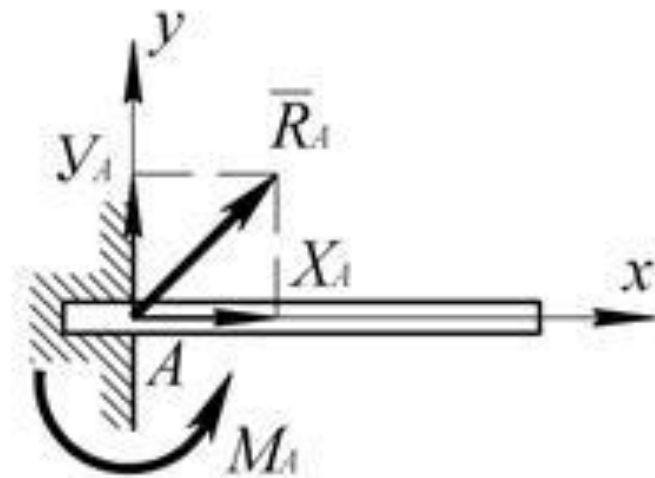
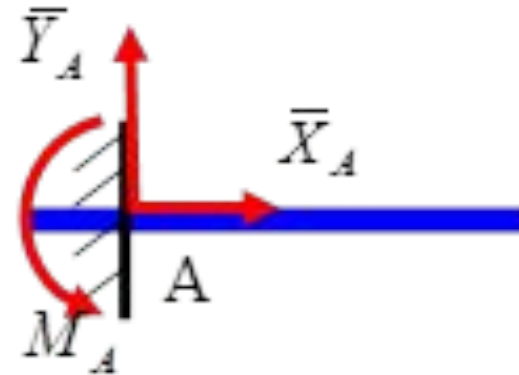
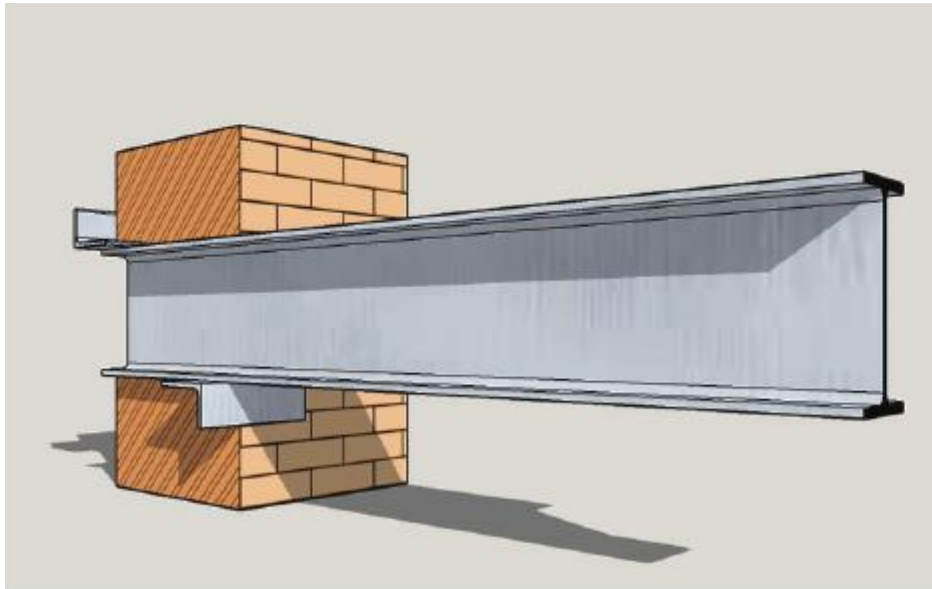
ШАРНИРНАЯ ОПОРА

Шарнирно-подвижная опора

Цилиндрический шарнир



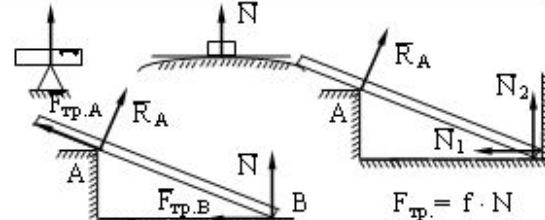
ЗАЦЕМЛЕНИЕ (ЖЕСТКАЯ ЗАДЕЛКА)



НАИМЕНОВАНИЕ
СВЯЗИ

УСЛОВНЫЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ СВЯЗЕЙ
И РЕАКЦИИ СВЯЗЕЙ

1. ГЛАДКАЯ
ПОВЕРХНОСТЬ
(ОСТРИЕ, УСТУП)



2. НЕГЛАДКАЯ
ШЕРОХОВАТАЯ
ПОВЕРХНОСТЬ

3. НЕВЕСОМЫЙ
СТЕРЖЕНЬ

4. ГИБКАЯ НИТЬ
(трос, цепь, канат ...)

5. ШАРНИРНО-
ПОДВИЖНАЯ ОПОРА

6. ШАРНИРНО - НЕ-
ПОДВИЖНАЯ ОПОРА
(цилиндрический
шарнир)
В ЗАДАЧАХ
НА ПСС и ППСС

7. ШАРОВОЙ
(СФЕРИЧЕСКИЙ)
ШАРНИР

8. ПОДПЯТНИК

9. ЗАЩЕМЛЯЮЩАЯ
ОПОРА
(ЖЕСТКАЯ ЗАДЕЛКА)
В ПЛОСКОСТИ
И В ПРОСТРАНСТВЕ

