ТЕМА УРОКА:

«Плоская система сходящихся сил. Определение равнодействующей геометрическим способом»

Плоская система сходящихся сил

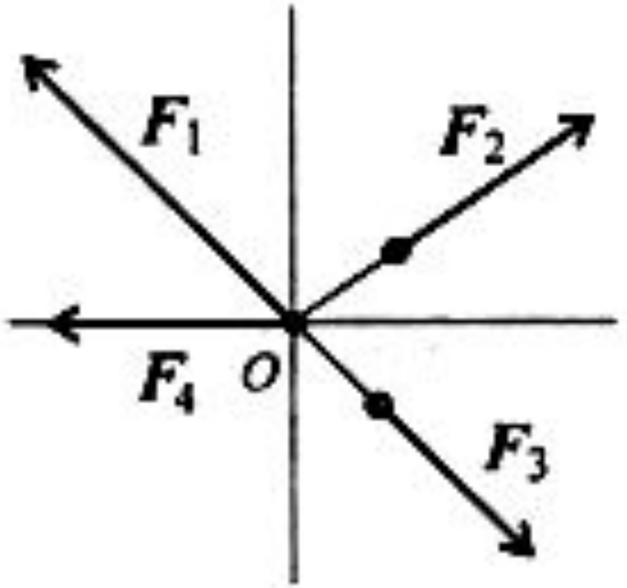


Рис. 2.1

- ***Система сил, линии действия которых пересекаются в одной точке, называется сходящейся*** (рис. 2.1).
- Необходимо определить равнодействующую системы сходящихся сил ($F_1; F_2; F_3; \ldots \ldots; F_n$), n — число сил, входящих в систему.
- По следствию из аксиом статики, все силы системы можно переместить вдоль линии действия, и все силы окажутся приложенными в одной точке.

Равнодействующая сходящихся сил.

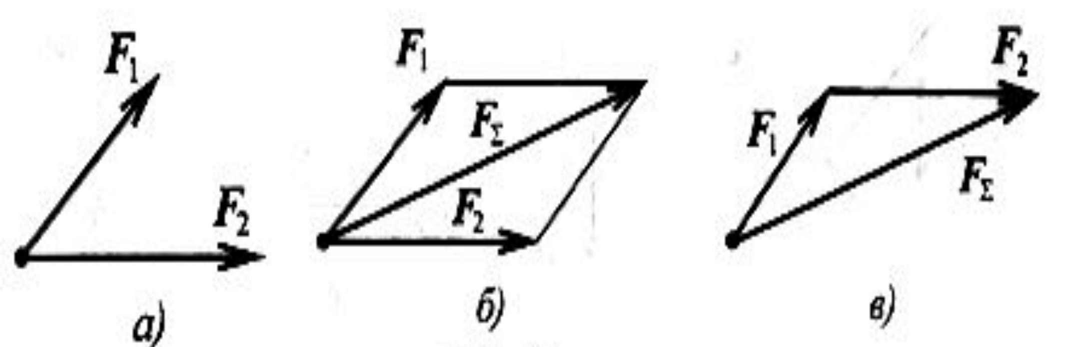
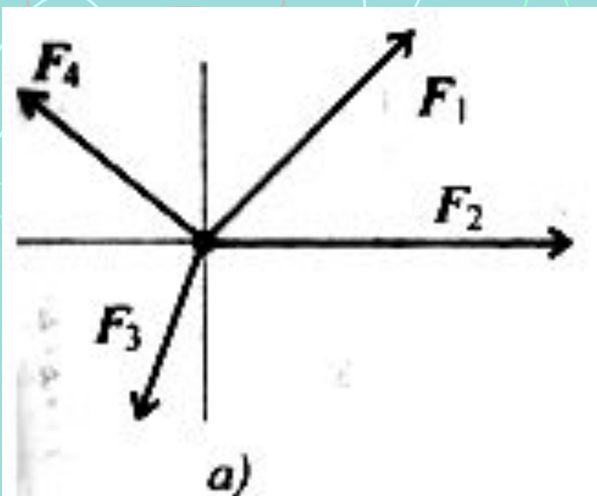


Рис. 2.2

- Равнодействующую двух пересекающихся сил можно определить с помощью параллелограмма или треугольника сил (4-я аксиома) (рис. 2.2).

- Используя свойства векторной суммы сил, можно получить равнодействующую любой сходящейся системы сил, складывая последовательно силы, входящие в систему. Образуется многоугольник сил (рис. 2.3). Вектор равнодействующей силы соединит начало первого вектора с концом последнего.
- При графическом способе определения равнодействующей век-торы сил можно вычерчивать в любом порядке, результат (величина и направление равнодействующей) при этом не изменится.



Вектор равнодействующей направлен *навстречу* векторам сил слагаемых. ***Такой способ получения равнодействующей называют геометрическим.***

Замечание. При вычерчивании многоугольника обращать внимание на параллельность сторон многоугольника соответствующем векторам сил.

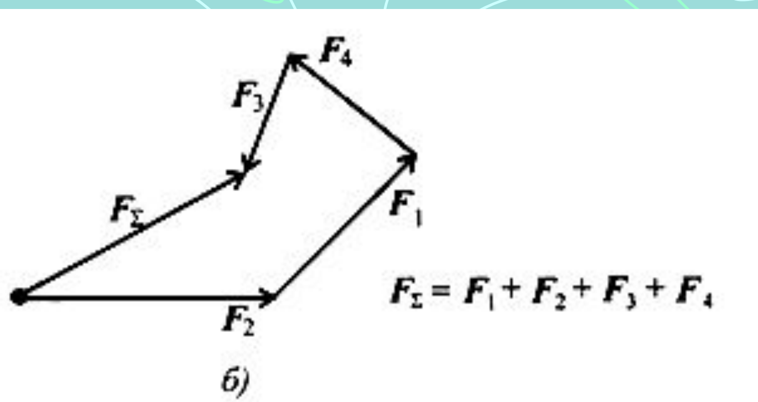


Рис. 2.3

Порядок построения многоугольника сил:

- Вычертить векторы сил заданной системы в некотором масштабе один за другим так, чтобы конец предыдущего вектора совпадал с началом последующего.
- Вектор равнодействующей замыкает полученную ломаную линию; он соединяет начало первого вектора с концом последнего и направлен ему навстречу.
- При изменении порядка вычерчивания векторов в многоугольнике меняется *вид* фигуры. *На результат порядок вычерчивания* ***не влияет.***

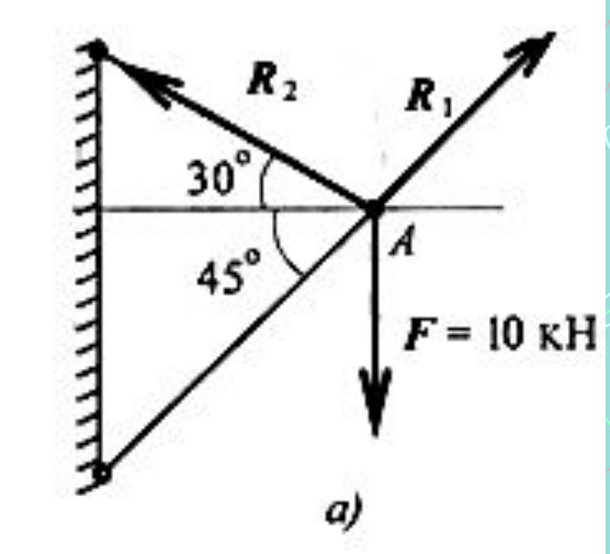
- ***Условие равновесия плоской системы сходящихся сил.*** При равновесии системы сил равнодействующая должна быть равна нулю, следовательно, при геометрическом построении конец последнего вектора должен *совпасть* с началом первого.
- ***Если плоская система сходящихся сил находится в равновесии, многоугольник сил этой системы должен быть замкнут.***
- ***Если в системе три силы, образуется треугольник сил.***

Решение задач на равновесие геометрическим способом

- ***Порядок решения задач:***
- Определить возможное направление реакций связей.
- Вычертить многоугольник сил системы, начиная с известных сил в некотором масштабе. (Многоугольник должен быть замкнут, все векторы-слагаемые направлены в одну сторону по обходу контура.)
- Измерить полученные векторы сил и определить их величину, учитывая выбранный масштаб.
- Для уточнения решения рекомендуется определить величины, векторов (сторон многоугольника) с помощью геометрических зависимостей.

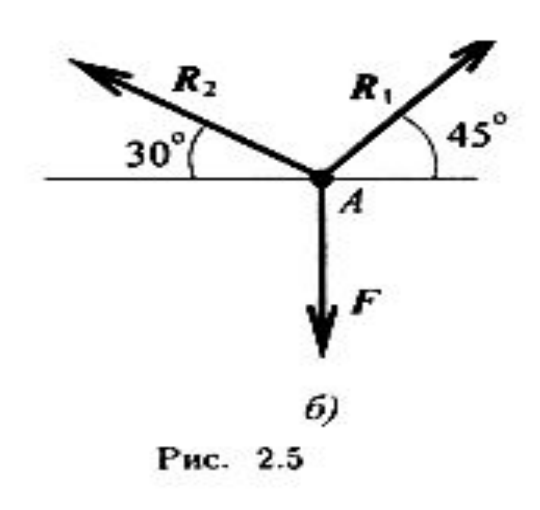
Пример 1. Груз подвешен на стержнях и находится в равновесии. Определить усилия в стержнях (рис. 2.5, а).

Решение



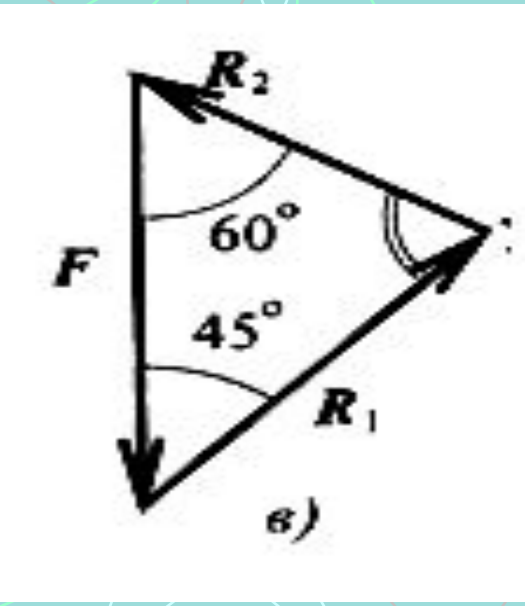
- 1. Усилия, возникающие в стержнях крепления, по величине равны силам, с которыми стержни поддерживают груз (5-я аксиома статики) (рис. 2.5, а).
- Определяем возможные направления реакций связей «жесткие стержни».

  $\gamma = 180^0 - 60^0 - 45^0$
- Усилия направлены вдоль стержней.



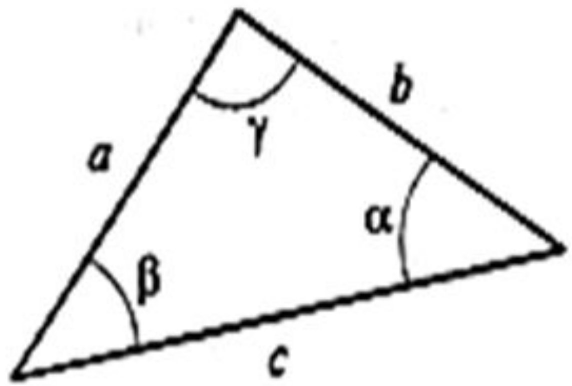
2. Освободим точку *A* от связей, заменив действие связей их реакциями (рис. 2.5, б).

3. Система находится в равновесии. Построим треугольник сил. Построение начнем с известной силы, вычертив вектор ***F*** в некотором масштабе.



Из концов вектора ***F*** проводим линии, параллельные реакциям и $\boldsymbol{R_1}$ и $\boldsymbol{R_2}$. Пересекаясь, линии создадут треугольник (рис. 2.5, в). Зная масштаб построений и измерив длину сторон треугольника, можно определить величину реакций в стержнях.

$$\frac{a}{\sin\alpha}=\frac{b}{\sin\beta}=\frac{c}{\sin\gamma}.$$



Для данного случая:

$$\frac{F}{\sin 75^\circ}=\frac{R_1}{\sin 60^\circ}=\frac{R_2}{\sin 45^\circ};$$

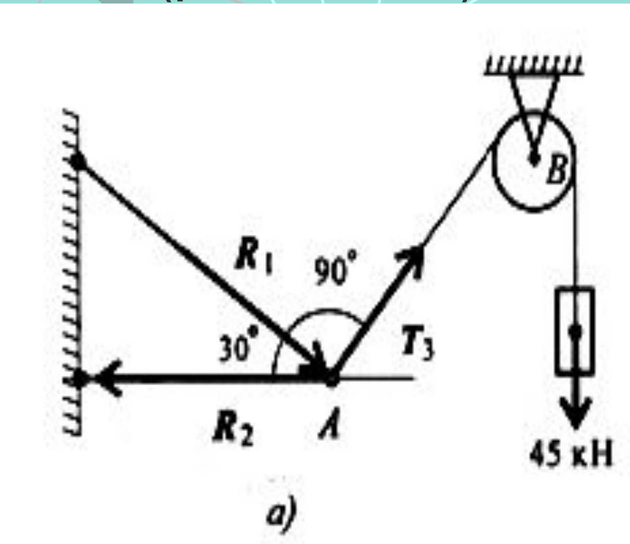
$$\frac{R_1}{\sin 60^\circ}=\frac{F}{\sin 75^\circ};\quad R_1=\frac{F\sin 60^\circ}{\sin 75^\circ};$$

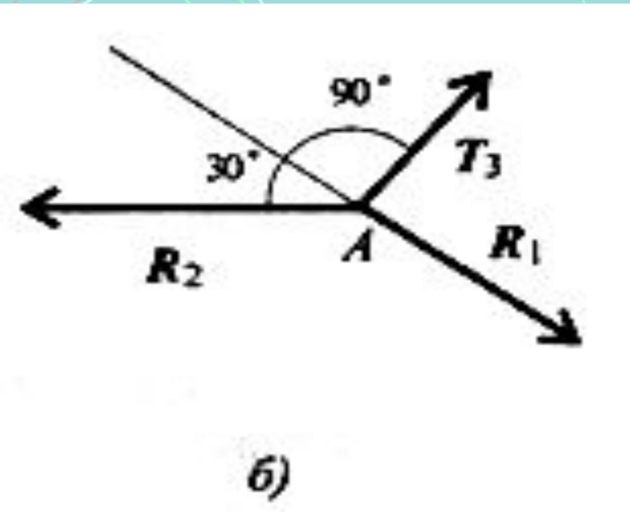
$$R_1=\text{―――――}=\quad\text{кН};$$

$$\frac{R_2}{\sin 45^\circ}=\frac{F}{\sin 75^\circ};\quad R_2=\frac{F\sin 45^\circ}{\sin 75^\circ};\quad R_2=\text{―――――}=\quad\text{кН}.$$

- Для более точных расчетов можно воспользоваться геометрическими соотношениями, в частности теоремой синусов: отношение стороны треугольника к синусу противоположного угла — величина постоянная:
- **Замечание.** Если направление вектора (реакции связи) на заданной схеме и в треугольнике сил не совпало, значит, реакция на схеме должна быть направлена в противоположную сторону.

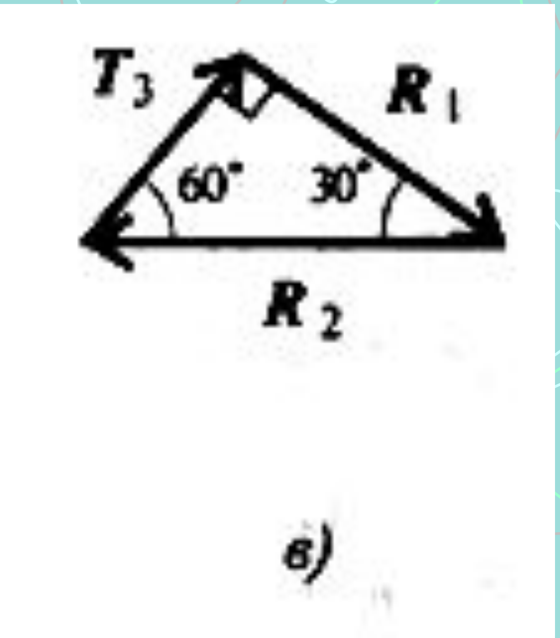
Пример 2. Груз подвешен на стержнях и канатах и находится в равновесии. Определить усилия в стержнях (рис. 2.6, а).





Решение

- 1. Нанесем на схему возможные направления усилий, приложенных в точке А. Реакции стержней — вдоль стержней, усилие от каната — вдоль каната от точки А к точке В.
- 2. Груз находится в равновесии, следовательно, в равновесии находится точка А, в которой пересекаются три силы. Освободим точку А от связей и рассмотрим ее равновесие (рис. 2.6, б).
- ***Замечание.*** Рассмотрим только силы, приложенные к точке А. Груз растягивает канат силой 45 кН по всей длине, поэтому усилие от каната известно: Т3 = 45 кН.



- 3. Строим треугольник для сил, приложенных в точке А, начиная с известной силы T_3. Стороны треугольника параллельны предполагаемым направлениям сил, приложенных в точке А.
- Образовался прямоугольный треугольник (рис. 2.6, е).
- 4. Неизвестные реакции стержней можно определить из соотношений в прямоугольном треугольнике:

$$T_3 = 45\ \text{кН}; \quad R_2 = \frac{T_3}{\sin 30^\circ}; \quad R_2 = \qquad \text{кН};$$

$$R_1 = R_2 \sin 60^\circ; \quad R_1 = \qquad \cong \quad \text{кН}.$$

Замечание. При равновесии векторы сил в треуголь нике направлены один за другим (обходим треугольник по часовой стрелке). Сравним направления сил в треугольнике с принятыми в начале расчета на рис. 2.6, а. Направления совпали, следовательно, направления реакций определены верно.