

# Плоска система збіжних сил

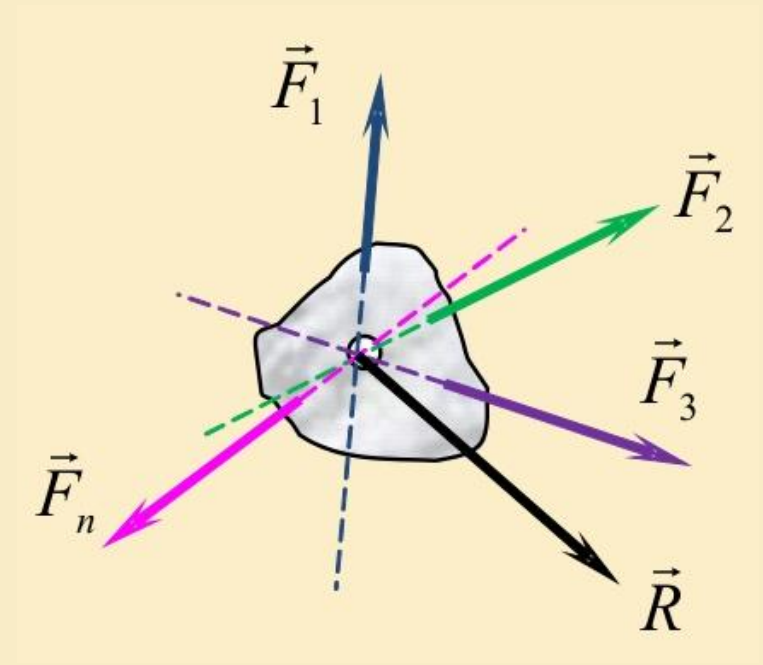
1. Збіжні сили. Геометричний спосіб додавання сил.
2. Розкладання сил. Проекції сили на вісь і на площину.
3. Аналітичний спосіб задавання та додавання сил.

# Збіжні сили.

Величина, що дорівнює геометричній сумі сил будь-якої системи, називається

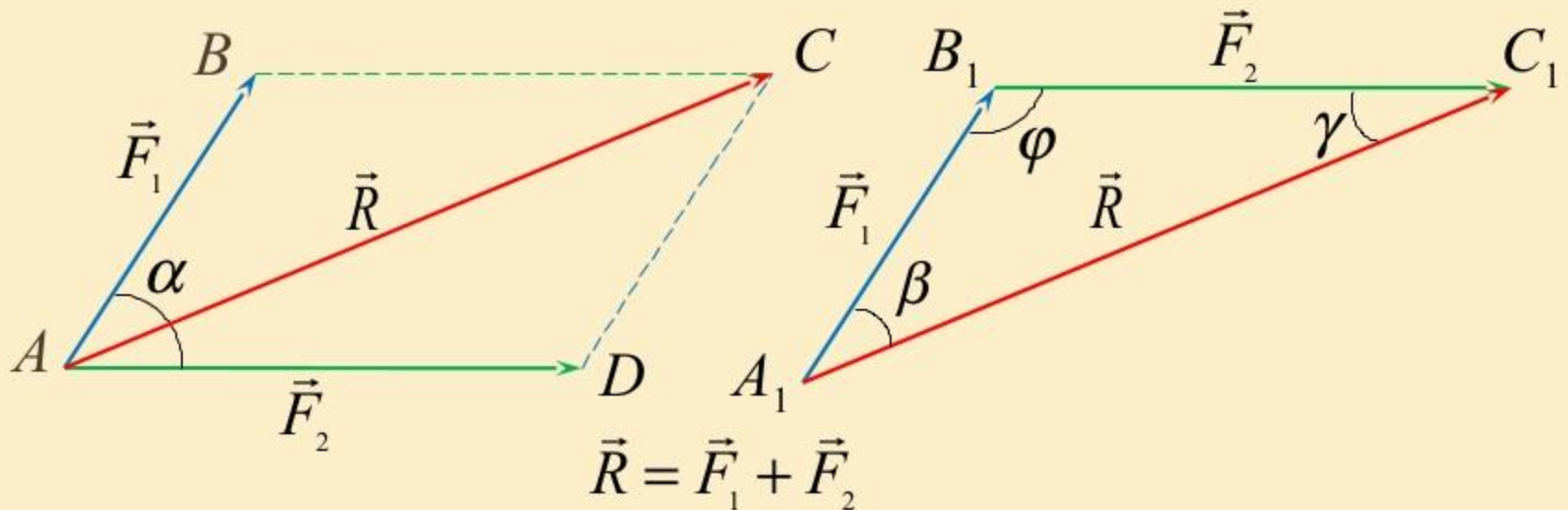
**головним вектором** даної системи сил.

**Збіжними** називають сили, лінії дії яких перетинаються в одній точці.



# Геометричний спосіб додавання двох сил. Теорема косинусів, теорема синусів.

Додавання двох сил



$$R^2 = F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2 \cos \alpha$$

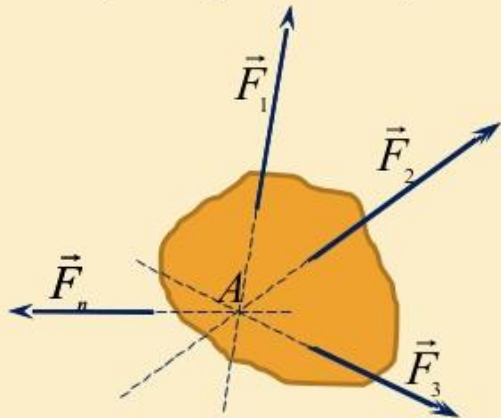
$$R^2 = F_1^2 + F_2^2 - 2F_1F_2 \cos \varphi$$

$$\frac{F_1}{\sin \gamma} = \frac{F_2}{\sin \beta} = \frac{R}{\sin \varphi}$$

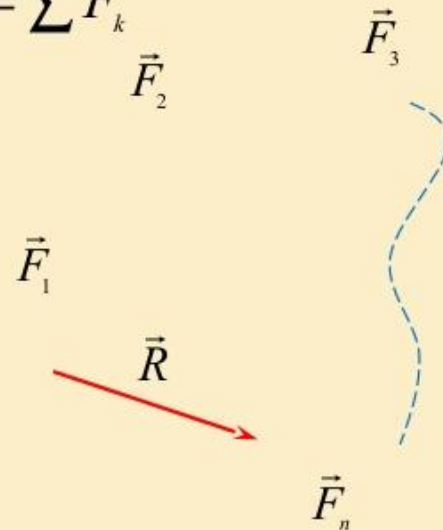
# Збіжні сили. Геометричний спосіб додавання системи сил

Додавання системи сил

$$\vec{R} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n$$



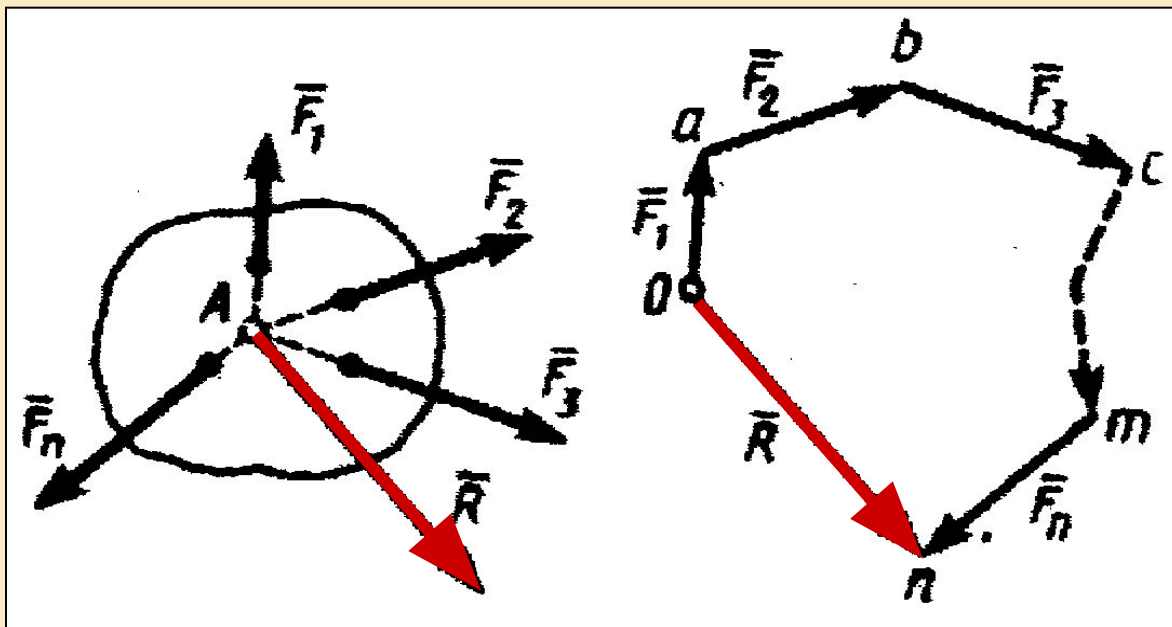
$$\vec{R} = \sum \vec{F}_k$$



Фігура, яка побудована з векторів заданої системи сил, що діють на тіло, називається **силовим** (векторним) **багатокутником**.

Геометричну суму або головний вектор даної системи сил зображають стороною, яка замикає силовий багатокутник, що побудований із сил цієї системи.

# Геометричний спосіб додавання сил



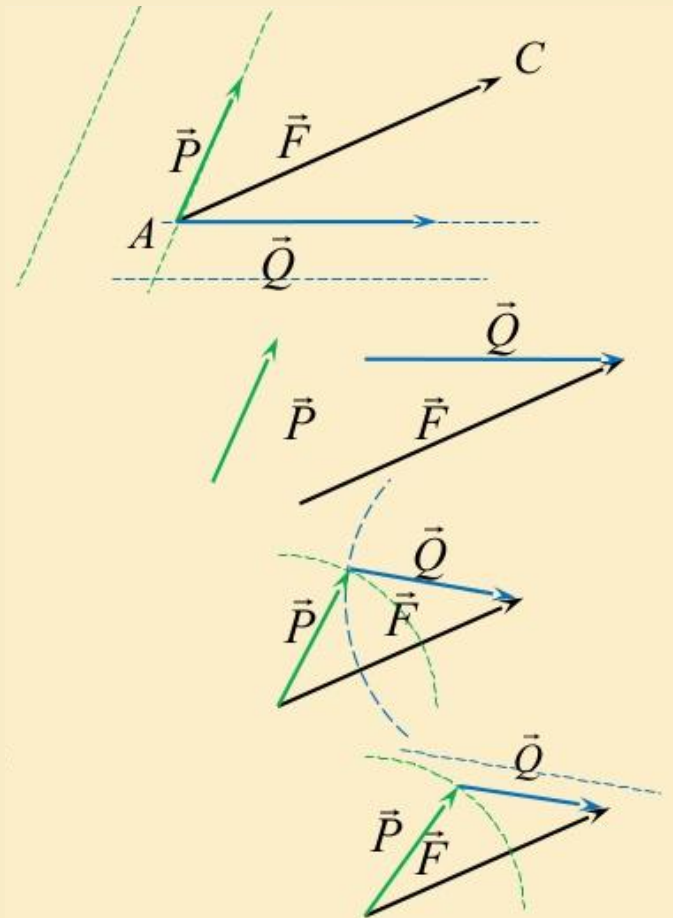
$$\vec{R} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_n = \sum_{i=1}^n \vec{F}_k$$

# Розкладання сил. Проекції сили на вісь і на площину

- Задавання двох напрямків, по яких повинні діяти складові;

$$\vec{P} + \vec{Q} = \vec{F}$$

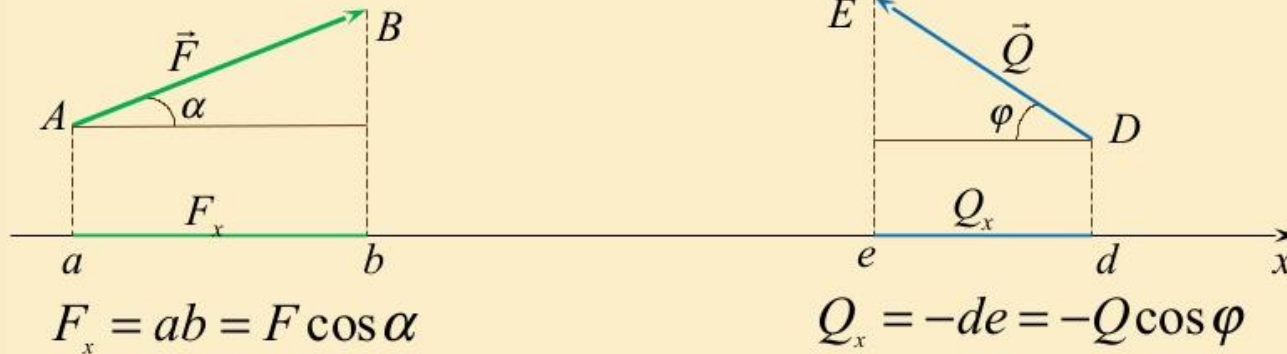
- Задавання модуля і напрямку однієї із складових сил;
- Задавання модулів обох складових сил;
- Задавання модуля однієї складової сили і напрямку другої.



# Проекції сили на вісь

Проекція сили на вісь – скаляр.

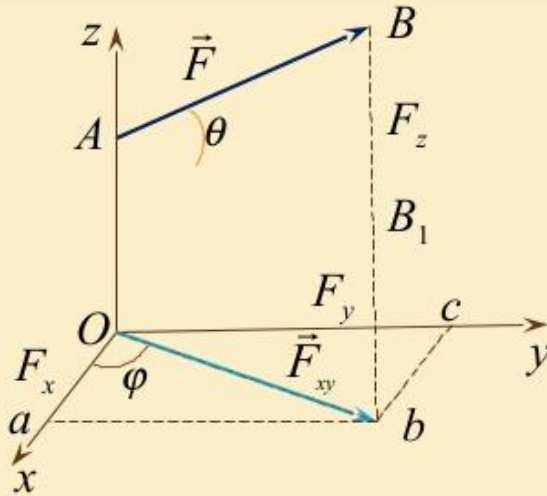
Проекцією сили на вісь, називається скалярна величина, яка дорівнює довжині відрізка, взятого з відповідним знаком, що обмежується проекціями точок початку і кінця вектора сили.



Проекція сили на вісь має позитивний знак, якщо переміщення від проекції точки початку вектора до проекції точки кінця вектора відбувається в додатному напрямі осі, і негативний знак - якщо у від'ємному.

Проекція сили на вісь дорівнює добутку модуля сили на косинус кута між напрямом вектора сили і додатнім напрямом осі.

# Проекції сили на площину



$$F_{xy} = F \cos \theta$$

Проекцією сили  $F$  на площину  $Oxy$  називається **вектор**  $F_{xy} = Ob$ , який обмежений проекціями точок початку і кінця вектора сили  $F$  на цю площину.

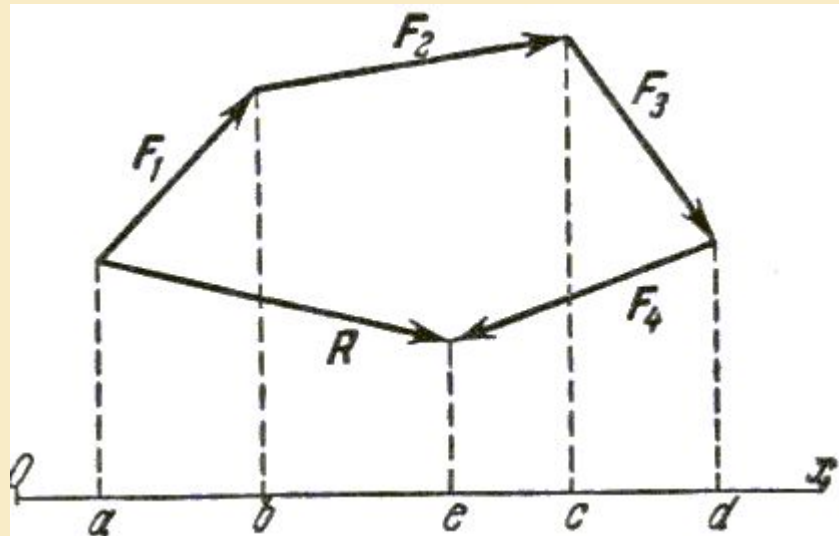
$$F_x = F_{xy} \cos \varphi = F \cos \theta \cos \varphi$$

$$F_y = F_{xy} \sin \varphi = F \cos \theta \sin \varphi$$

$$F_z = F \sin \theta$$



# Аналітичний спосіб задавання та додавання сил



## Аналітичний спосіб додавання сил

Проекція вектора суми на будь-яку вісь дорівнює алгебраїчній сумі проєкцій векторів, що додаються, на ту саму вісь.

$$\vec{R} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n$$

$$\vec{R} = \sum_{k=1}^n \vec{F}_k$$

$$R_x = \sum F_{kx}$$

$$R_y = \sum F_{ky}$$

$$R_z = \sum F_{kz}$$

$$R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2 + R_z^2}$$

$$\cos \alpha = \frac{R_x}{R}$$

$$\cos \beta = \frac{R_y}{R}$$

$$\cos \gamma = \frac{R_z}{R}$$

# Умова рівноваги плоскої системи збіжних сил в аналітичній та геометричній формах

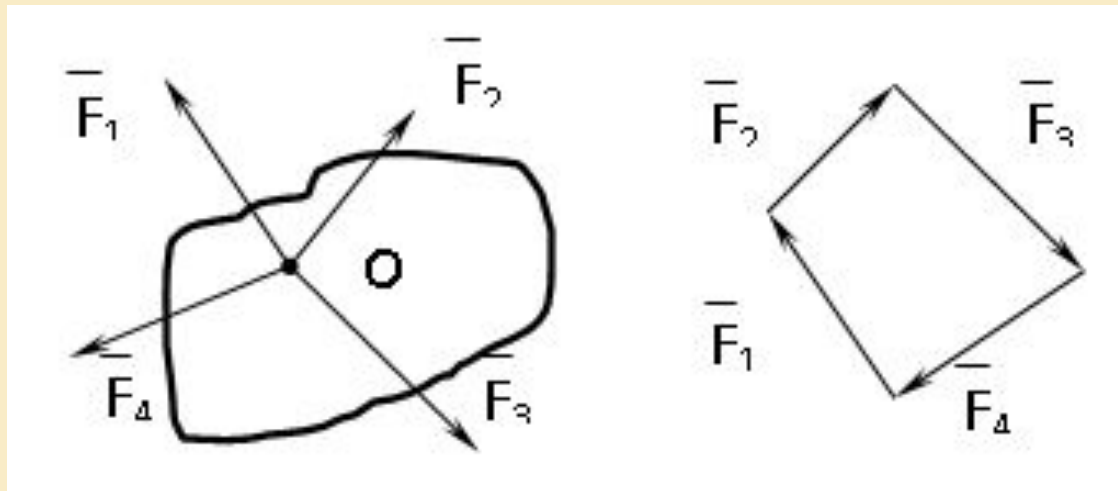
## Теорема 1. Аналітична умова рівноваги

Для рівноваги прикладеної до твердого тіла системи збіжних сил необхідно і достатньо, щоб рівнодійна цих сил дорівнювала нулю.

$$R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2} \quad \sum F_{kx} = 0, \quad \sum F_{ky} = 0$$

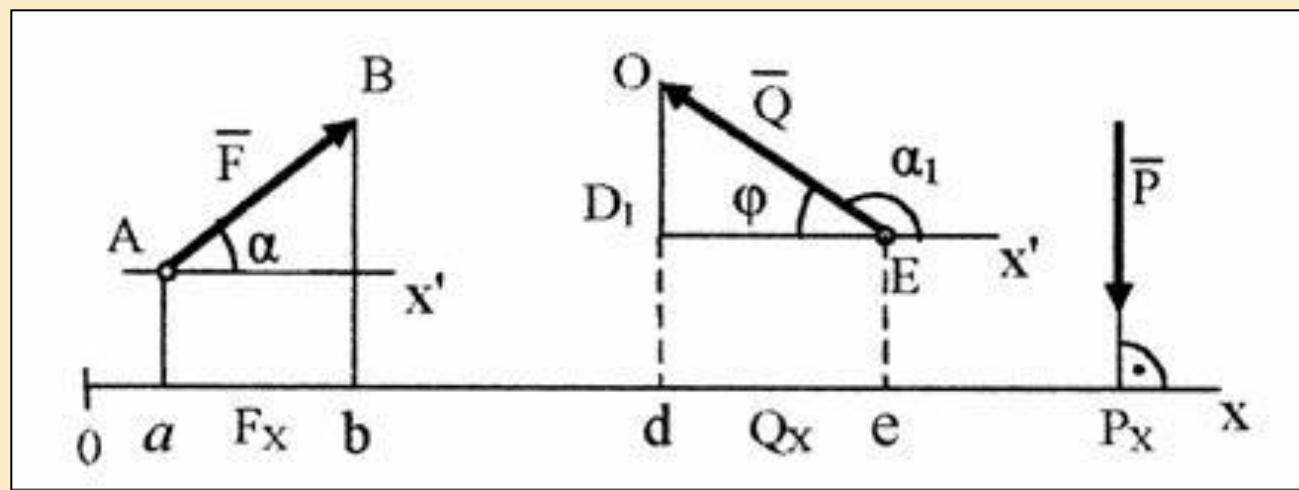
## Теорема 2. Геометрична умова рівноваги

Для рівноваги системи збіжних сил необхідно і достатньо, щоб силовий багатокутник, побудований на цих силах, був замкнутий.



# Закріплення матеріалу:

1. Вказати який вектор силового многокутника є рівнодіючою силою?
2. Що можна сказати про многокутник сил, у випадку рівноваги системи сил?
3. Який многокутник сил відповідає зрівноваженій системі збіжних сил?



# Рекомендована література

- Никитин Н.Н. Теоретическая механика. М., ВШ, 2007
- Федулina А.И. Теоретична механіка: Навч. посібник. [Текст] – К.: Вища школа, 2005. – 319 с.,іл.
- Аркуша А.И., Фролов М.И. Техническая механика: Учебник для машиностроительных спец. Техникумов., [Текст] – М.: Высшая школа, 1983. – 447 с., ил.
- Мещерський І. В. Сборник задач по теоретической механике: Учебное пособие. – 35-е изд., перераб., [Текст] – М.:Наука, 1981. – 480с.