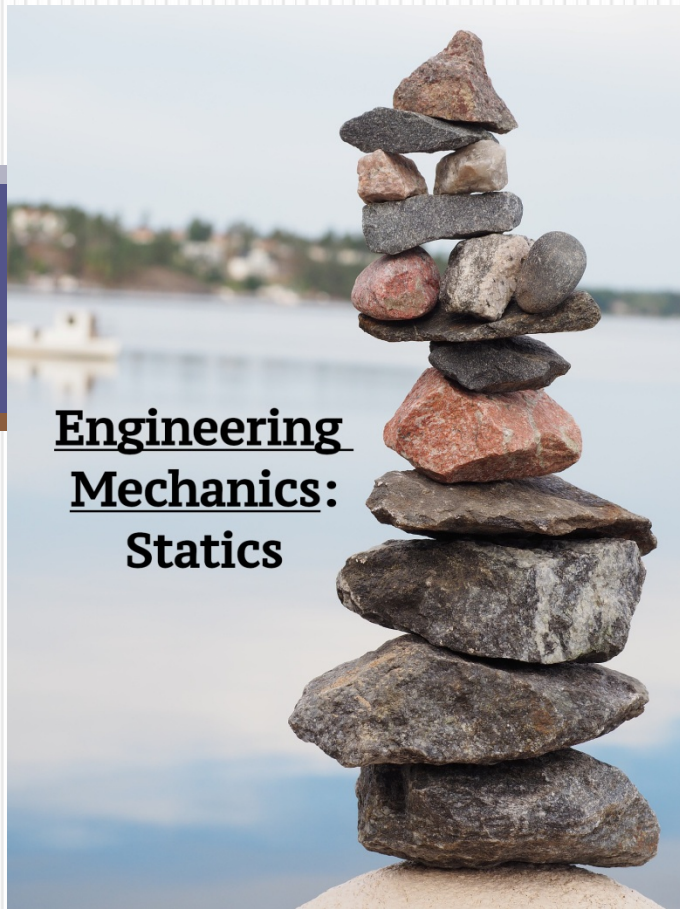


предмет
ТЕХНИЧКА МЕХАНИКА

Студијски програми
ИНЖЕЊЕРСТВО ЗАШТИТЕ ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ

II ПРЕДАВАЊЕ
СИСТЕМИ СУЧЕЉНИХ СИЛА
др Бобан Цветановић

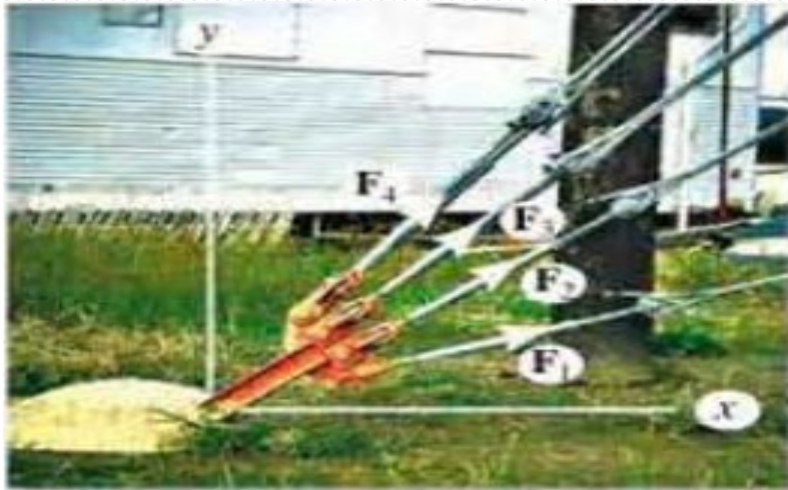


Engineering
Mechanics:
Statics

Предмет
МЕХАНИКА 1

студијски програми:
ИНДУСТРИЈСКО ИНЖЕЊЕРСТВО
ДРУМСКИ САОБРАЋАЈ

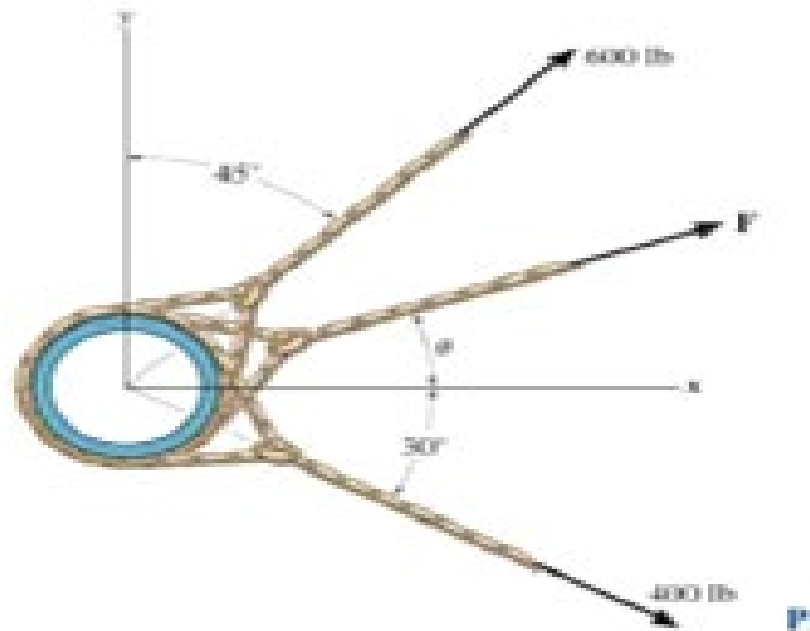
Предавање 2: СИСТЕМИ СУЧЕЉНИХ СИЛА



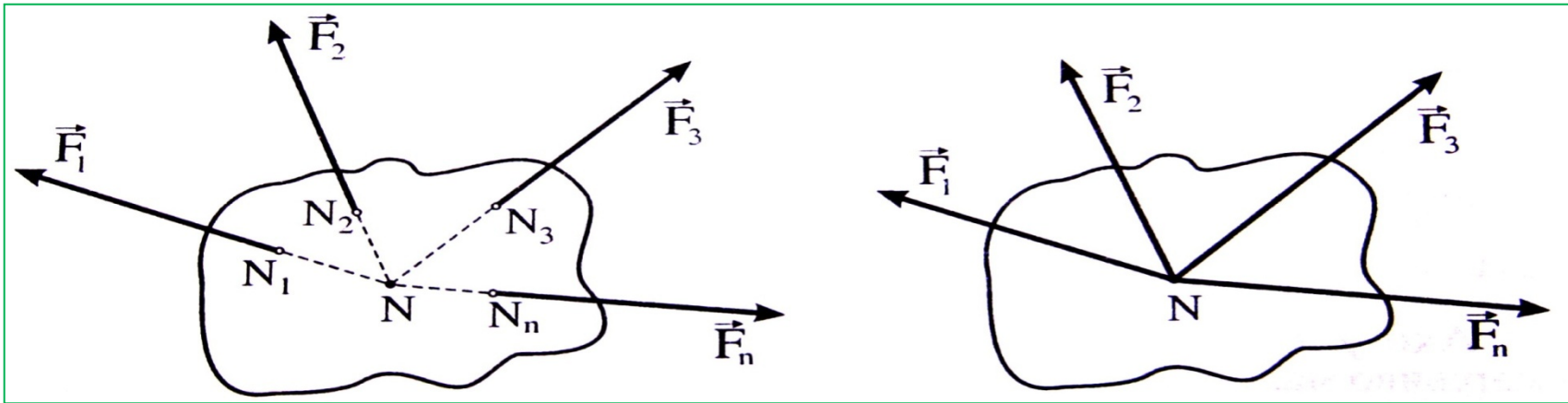
Наставник: др Бобан Цветановић
Сарадник: Гордана Јовић

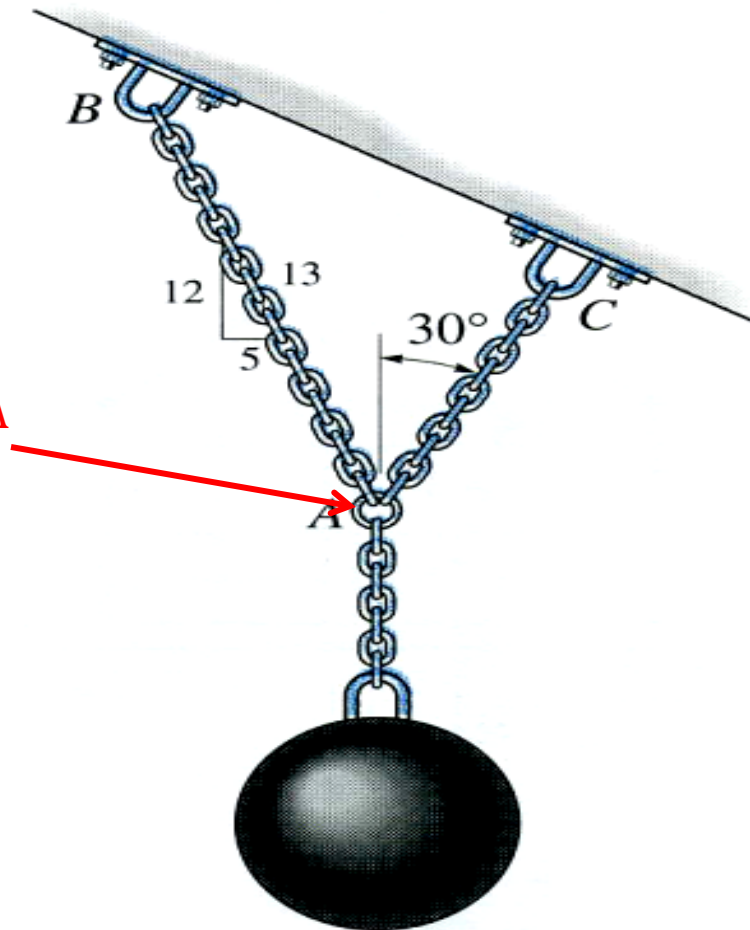
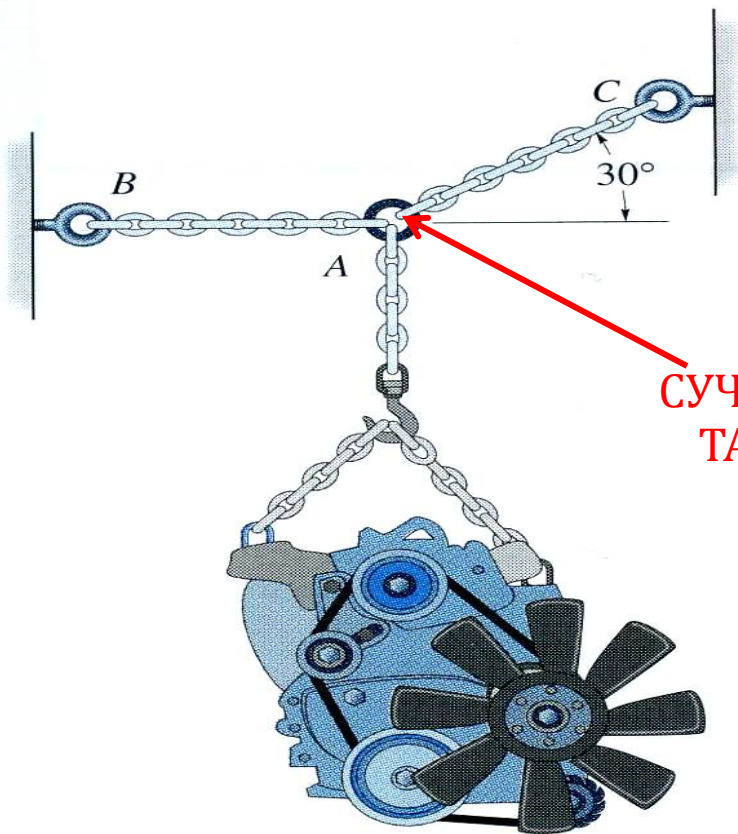
СИСТЕМ СУЧЕЉНИХ СИЛА У РАВНИ

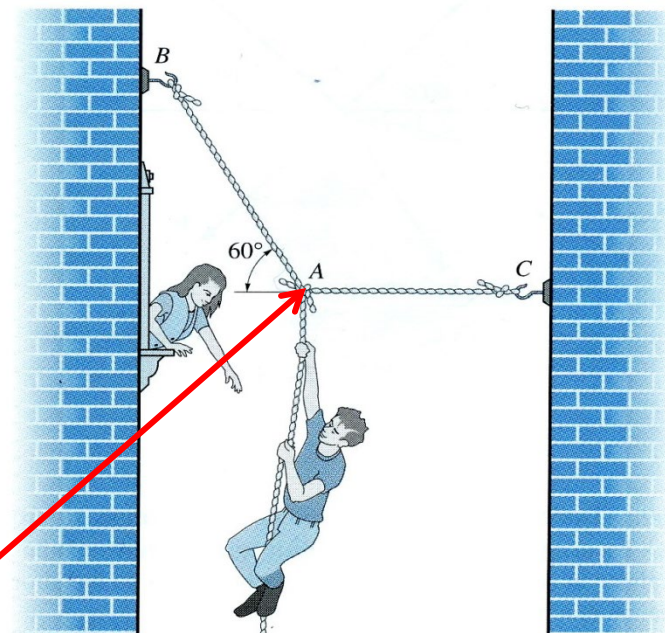
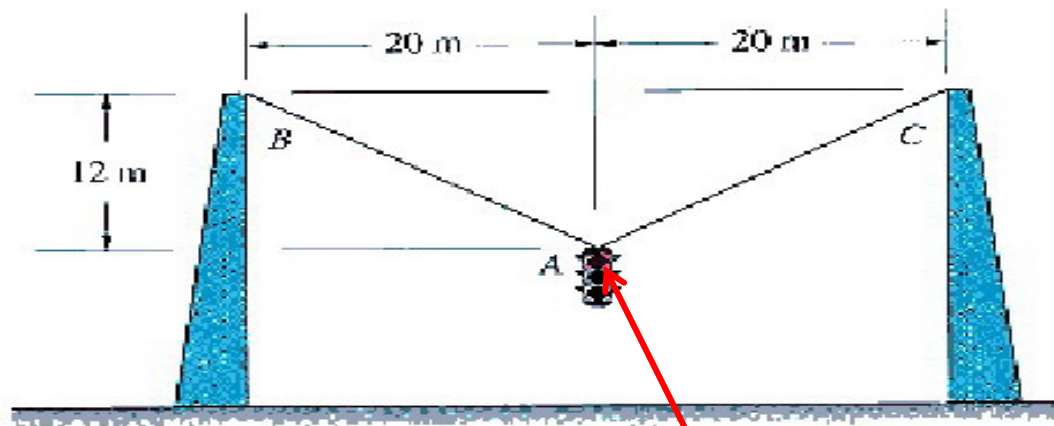
Силе чије се **нападне**
линије секу у једној
тачки чине **систем**
сучељних сила!



Ако више сила напада круто тело у више нападних тачака, при чему се нападне линије сила секу у једној тачки, дати систем сила се може заменити системом сила који на тело делује у **једној тачки** (користећи особину силе да је **клизећи вектор**).



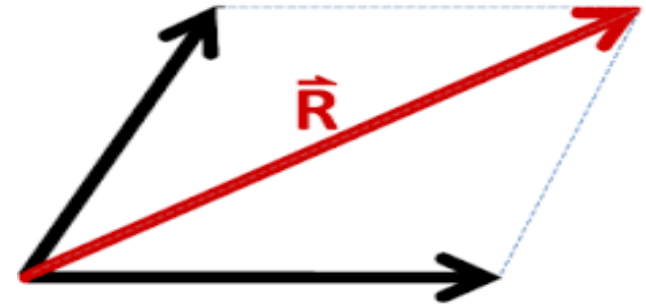
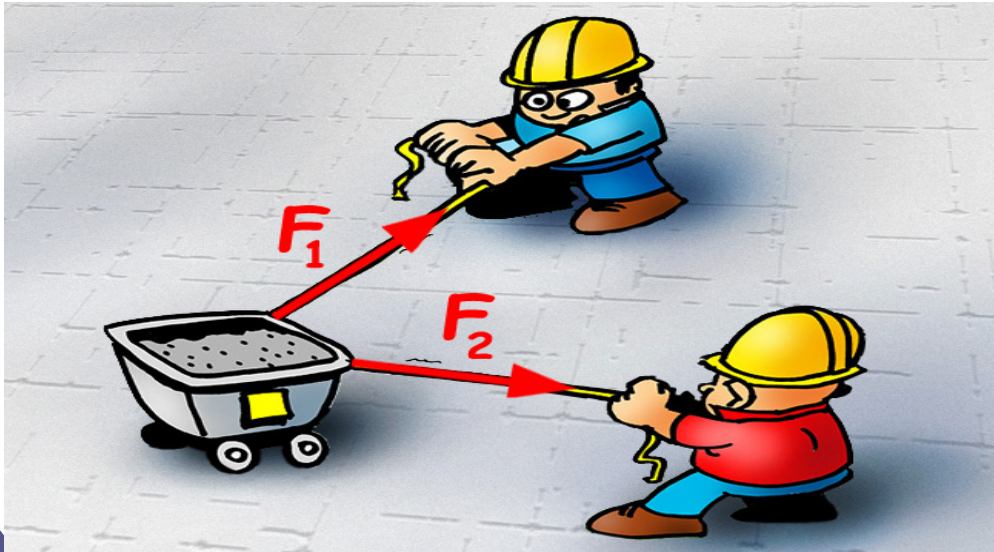




СУЧЕЉНА
ТАЧКА

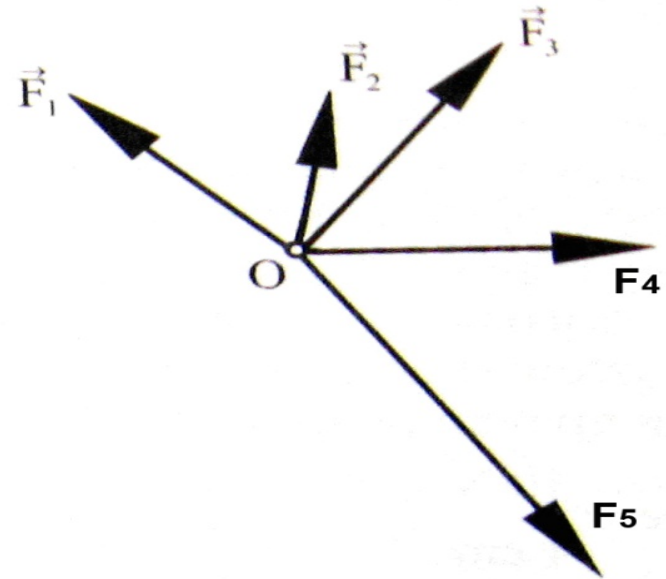
РЕЗУЛТАНТА СИСТЕМА СУЧЕЉНИХ СИЛА

Било који раван систем сучељних сила може се увек заменити једном еквивалентном силом – резултантом.

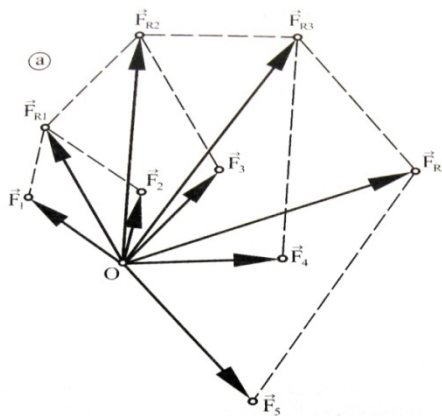
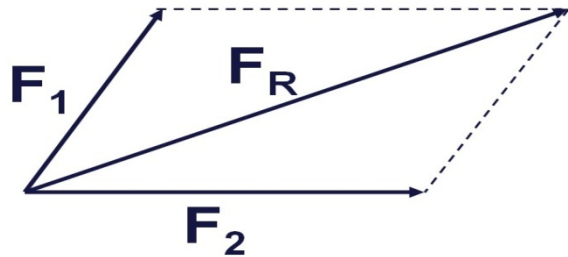


ГЕОМЕТРИЈСКИ (ГРАФИЧКИ) НАЧИНИ ОДРЕЂИВАЊА РЕЗУЛТАНТЕ

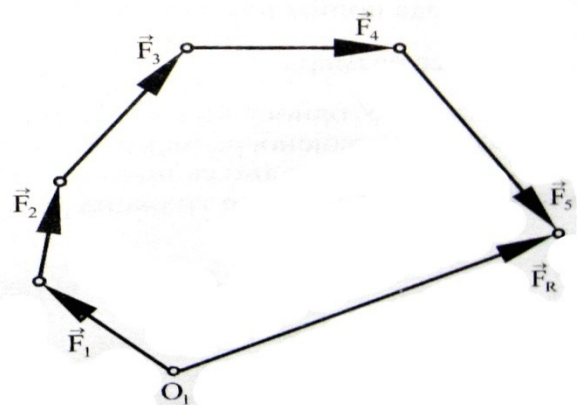
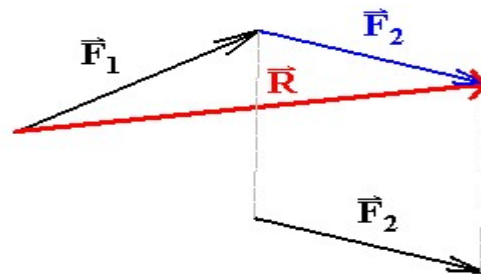
Дат је систем сучељних сила
са једном нападном тачком



Метод паралелограма

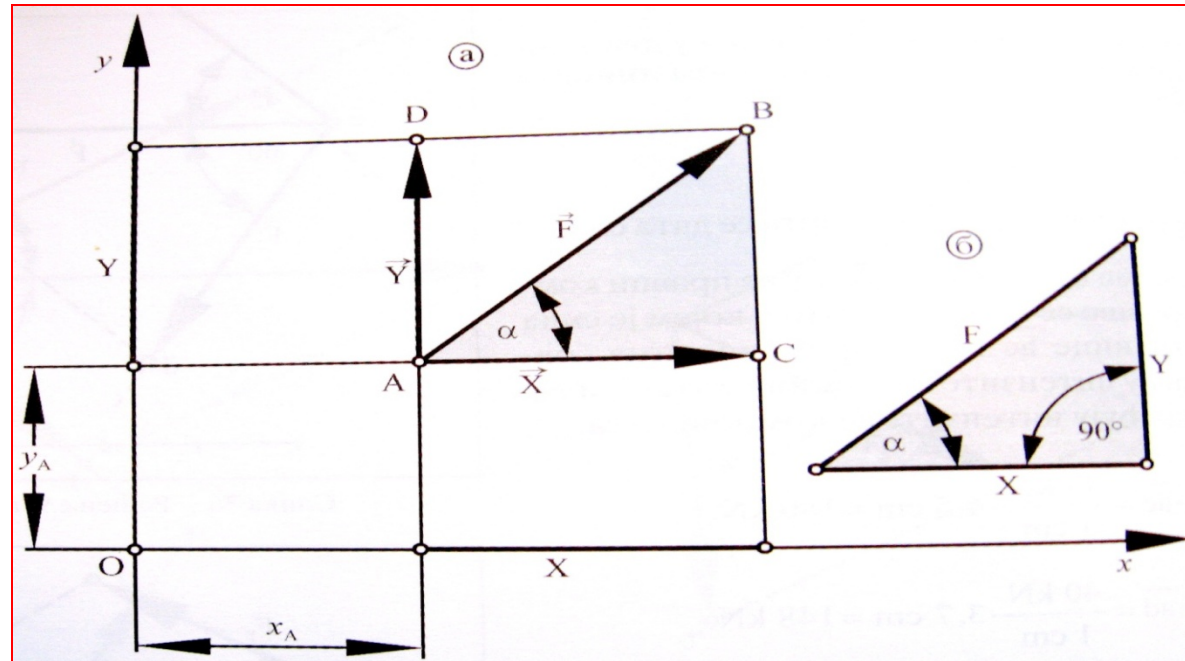


Метод полигона сила сила



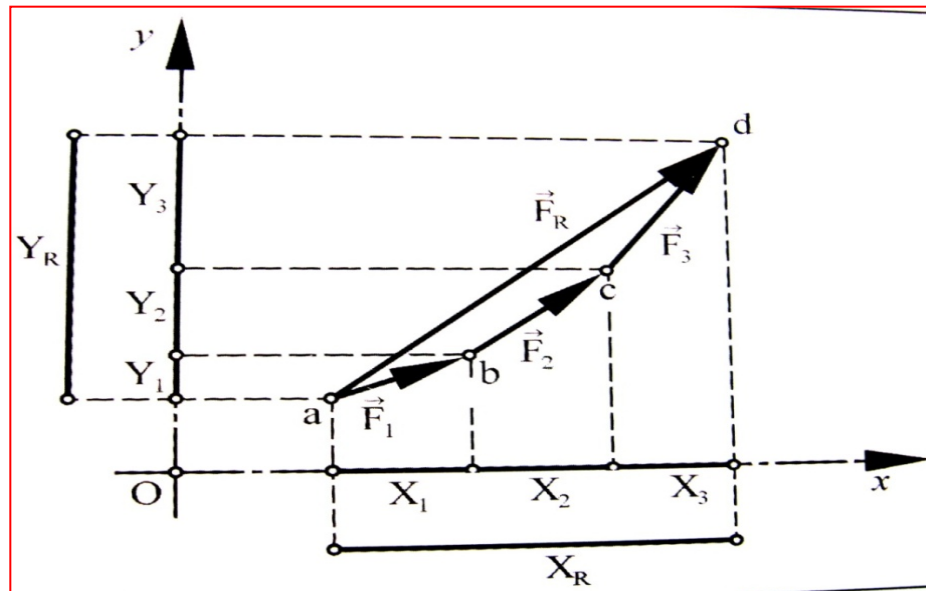
АНАЛИТИЧКИ НАЧИН ПРЕДСТАВЉАЊА СИЛЕ

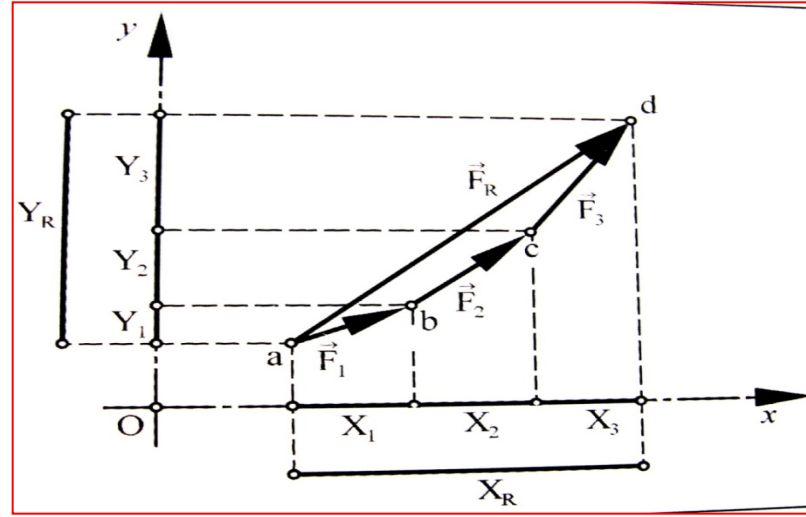
Ортогоналним пројектовањем силе на осе Декартовог координатног система добијају се одговарајуће пројекције-компоненте силе у X и Y правцу.



АНАЛИТИЧКИ НАЧИН ОДРЕЂИВАЊА РЕЗУЛТАНТЕ

Ортогоналним пројектовањем
свих сила на координатне осе
Декартовог система добијају се
одговарајуће пројекције
компоненте сила у x и y правцу.





Пројекција резултанте система сучељних сила на произвољну координатну осу једнака је алгебарском збиру пројекција компонената на исту координатну осу:

$$X_R = X_1 + X_2 + \dots + X_n = \Sigma X_i$$

$$Y_R = Y_1 + Y_2 + \dots + Y_n = \Sigma Y_i$$

Ако су познате пројекције резултанте X_R и Y_R онда се могу одредити и интензитет, правац и смер резултанте F_R

$$F_R = \sqrt{X_R^2 + Y_R^2} \quad \text{и} \quad \operatorname{tg} \alpha_R = \frac{Y_R}{X_R}$$

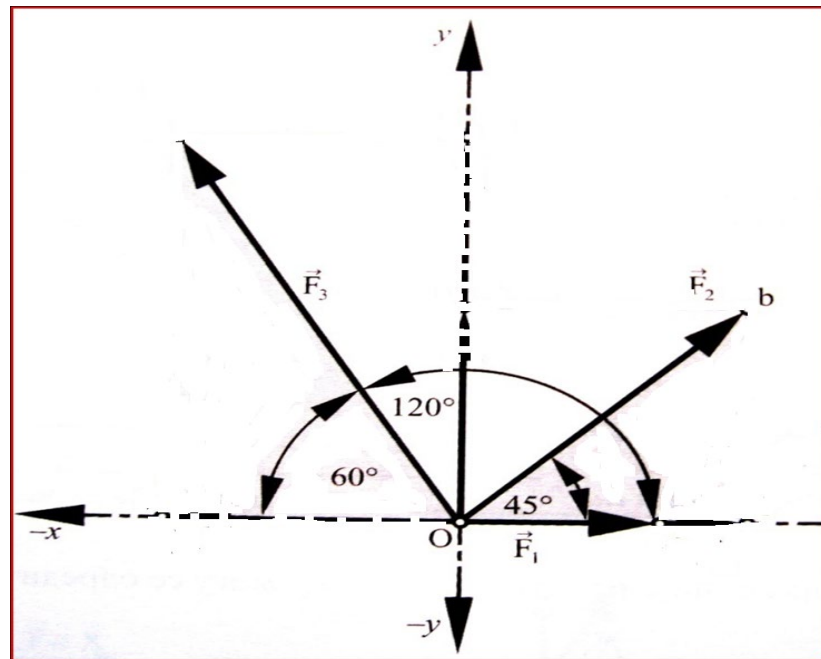
ПРИМЕР

Аналитичким поступком
одредити резултанту система од
три сучељне силе ако је:

$$F_1 = 10\text{N}, \alpha_1 = 0^\circ$$

$$F_2 = 20\text{N}, \alpha_2 = 45^\circ$$

$$F_3 = 30\text{N}, \alpha_3 = 120^\circ$$



РЕШЕЊЕ

Пројекције сила на дате осе

$$X_1 = F_1 \cdot \cos \alpha_1 = 10 \cdot \cos 0^\circ = 10 \text{ N},$$

$$Y_1 = F_1 \cdot \sin \alpha_1 = 10 \cdot \sin 0^\circ = 0 \text{ N}$$

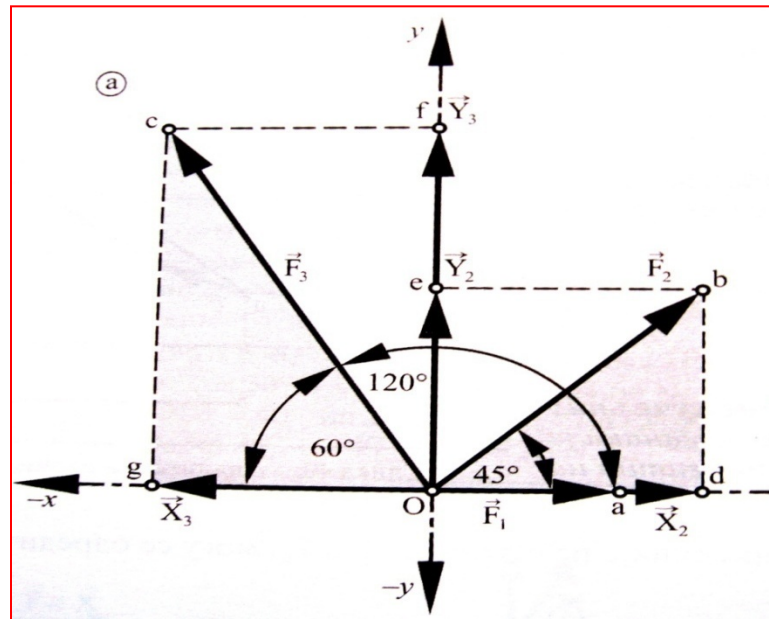
$$X_2 = F_2 \cdot \cos \alpha_2 = 20 \cdot \cos 45^\circ = 14,2 \text{ N}$$

$$Y_2 = F_2 \cdot \sin \alpha_2 = 20 \cdot \sin 45^\circ = 14,2 \text{ N}$$

$$X_3 = F_3 \cdot \cos \alpha_3 = 30 \cdot \cos 60^\circ = 15 \text{ N}$$

(у негативном смеру х осе зато ће у једначини бити негативни предзнак)

$$Y_3 = F_3 \cdot \sin \alpha_3 = 30 \cdot \sin 60^\circ = 25,98 \text{ N}$$

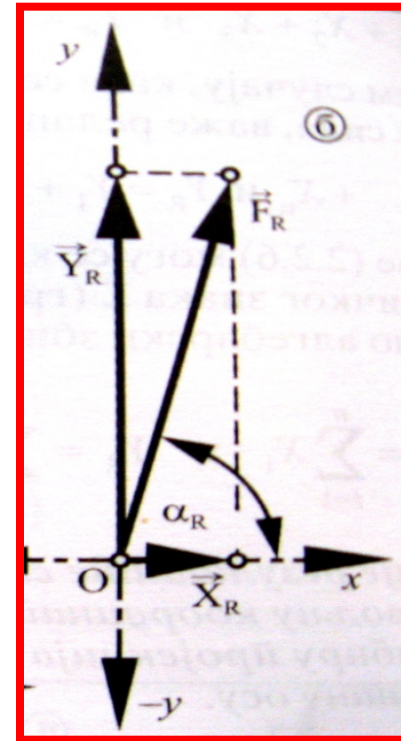


$$X_R = X_1 + X_2 + X_3 = 10 + 14,2 - 15 = 9,2\text{N}$$
$$Y_R = Y_1 + Y_2 + Y_3 = 0 + 14,2 + 25,98 = 40,18\text{N}$$

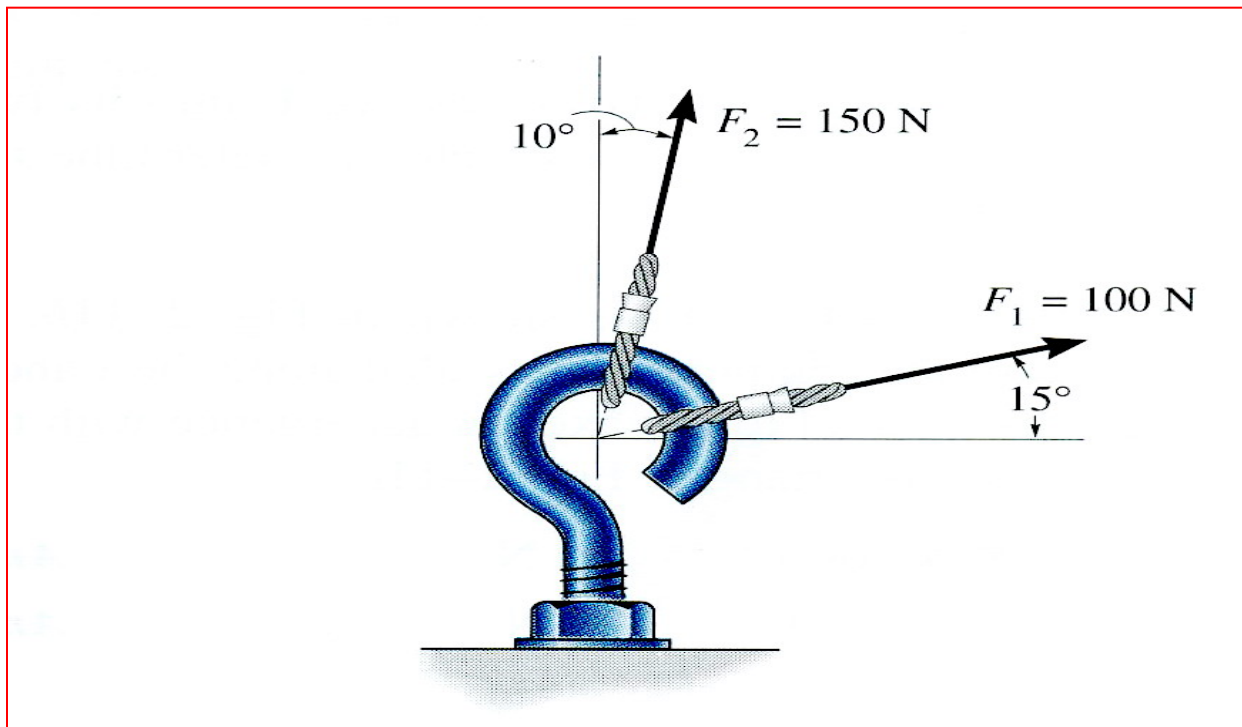
$$F_R = 41,22\text{N}$$

$$\text{tg}\alpha_R = Y_R / X_R = 40,18 / 9,2 = 4,367$$

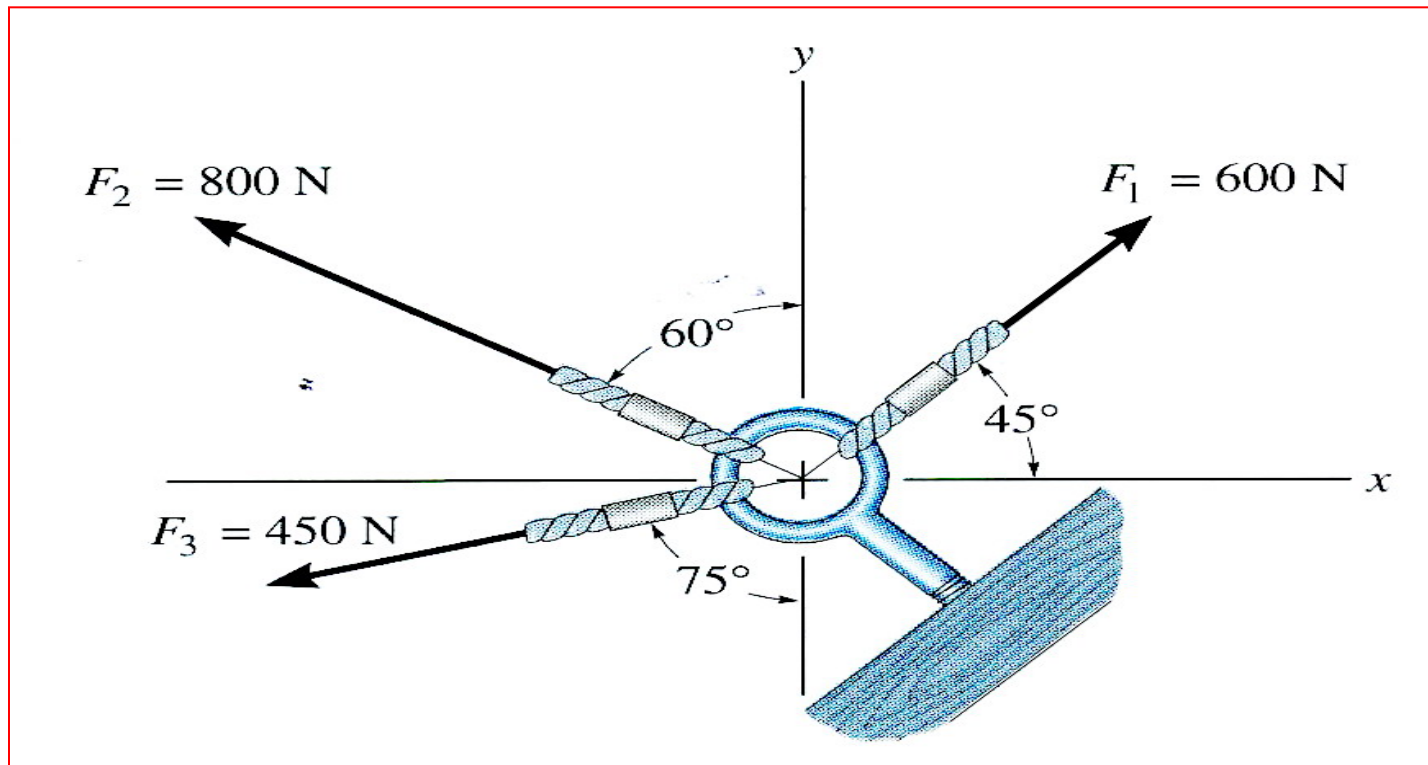
$$\rightarrow \alpha_R = 77,1^\circ$$



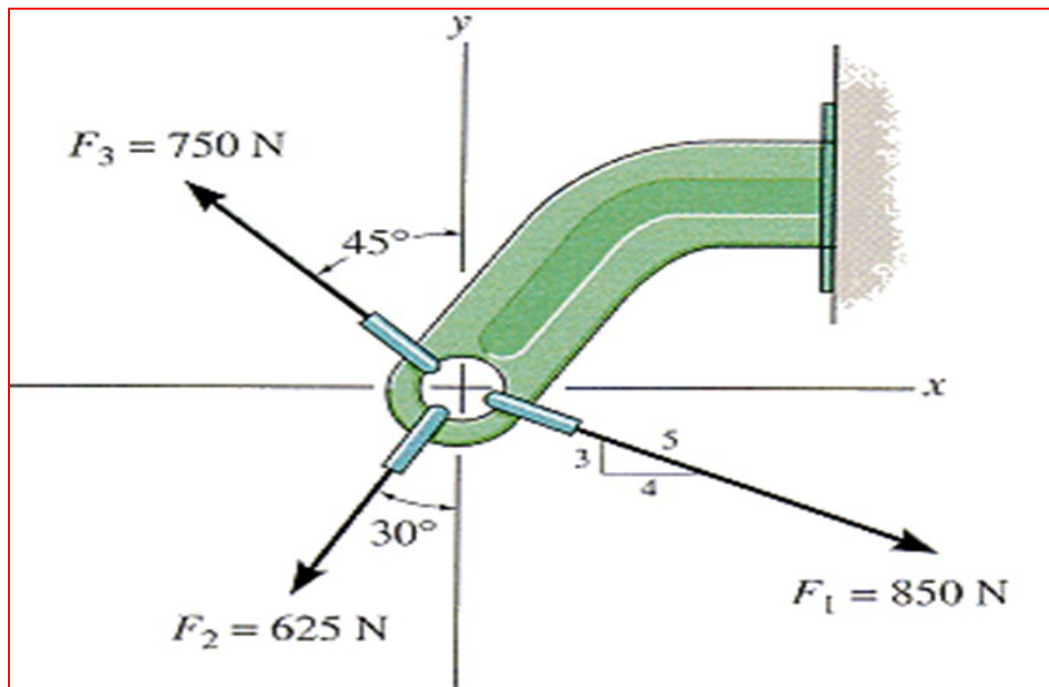
Пример– Одредити резултанту система



Пример– Одредити резултанту система



Пример– Одредити резултанту система



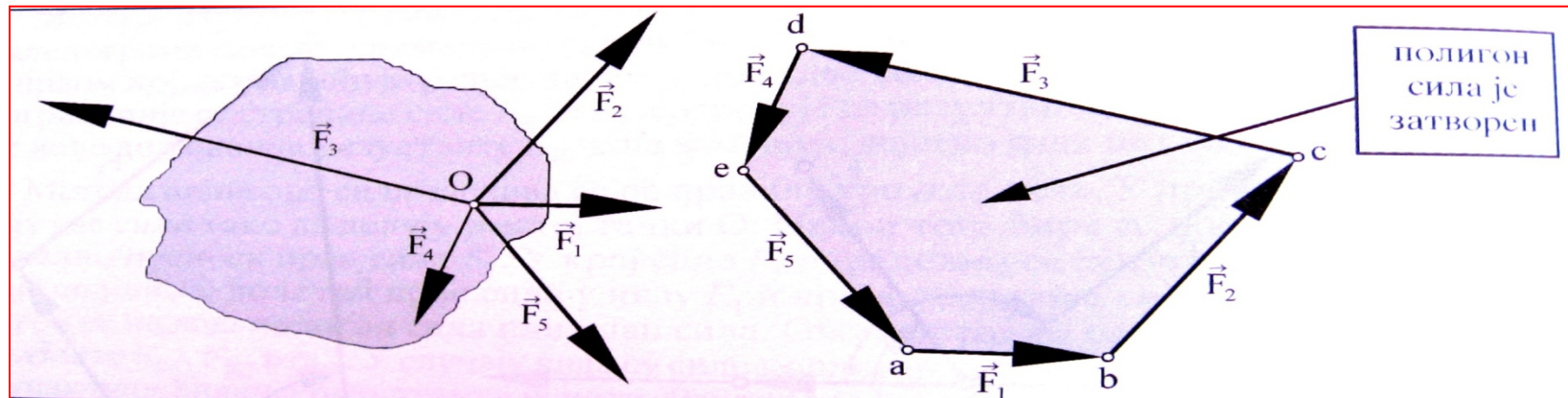
УСЛОВ РАВНОТЕЖЕ СИСТЕМА СУЧЕЉНИХ СИЛА

Систем сучељних сила је у равнотежи ако је интензитет резултанте тог система једнак нули!

ГРАФИЧКИ УСЛОВ РАВНОТЕЖЕ СИСТЕМА СУЧЕЉНИХ СИЛА

У случају када је резултанта једнака нули последња сила у низу се завршава у почетку прве силе и тада је полигон сила затворен.

Да би систем сучељних сила био у равнотежи потребан и довољан услов је да полигон сила конструисан за те силе буде затворен!



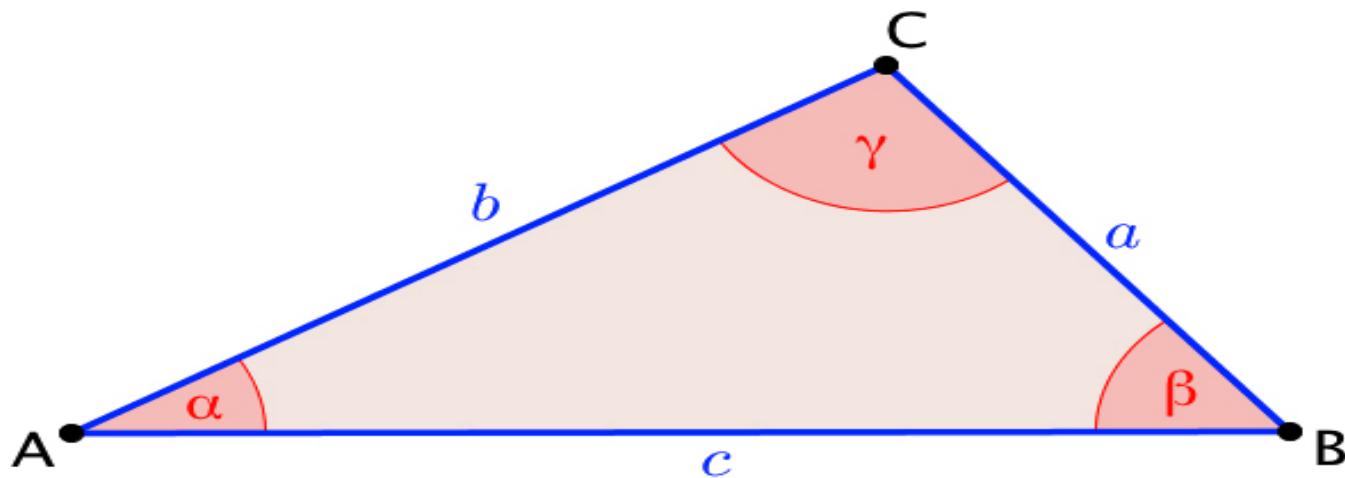
АНАЛИТИЧКИ УСЛОВ РАВНОТЕЖЕ СИСТЕМА СУЧЕЉНИХ СИЛА

Систем сучељних сила је у равнотежи ако и само ако је алгебарски збир пројекција свих сила система на координатне осе једнак нули !

$$\begin{aligned} &F_R = 0 \rightarrow \\ &1) X_R = \sum x_i = 0 \quad 2) Y_R = \sum y_i = 0 \end{aligned}$$

Уколико имамо само три силе у систему, непознате величине могу се наћи коришћењем синусне теореме.

Sinusna teorema

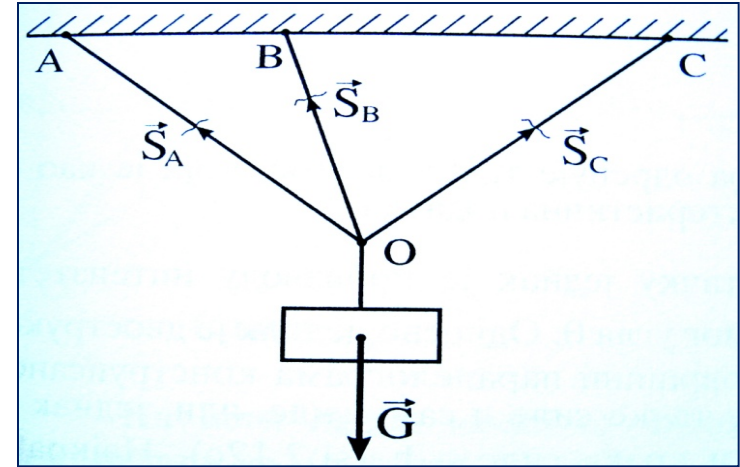


$$\frac{a}{\sin \alpha} = \frac{b}{\sin \beta} = \frac{c}{\sin \gamma}$$

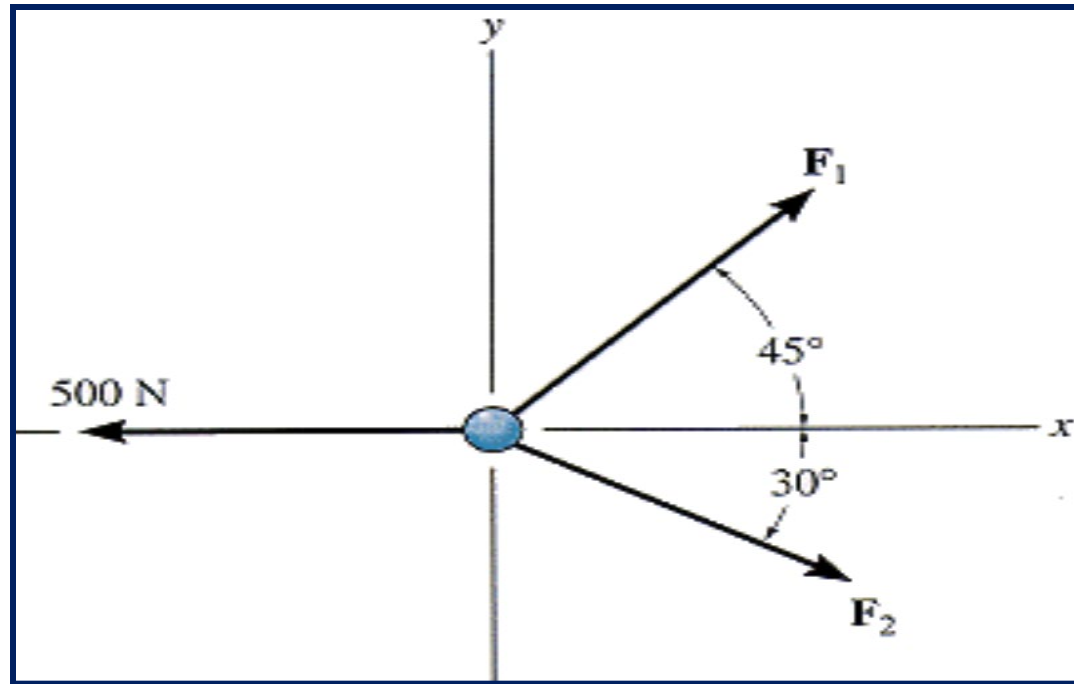
СТАТИЧКА ОДРЕЂЕНОСТ ЗАДАТАКА

- Применом аналитичких услова равнотеже, могу се решавати само проблеми у којима **број непознатих реакција не прелази број услова равнотеже**. Овакви задаци су **статички одређени**.
- Ако је **број непознатих реакција већи од броја услова равнотеже** овакви задаци су **статички неодређени**, па се не могу решавати методама статике крутог тела. Допунске ј-не, за одређивање непознатих величина, добијају се у **Отпорности материјала**, где се напушта модел крутог тела и тела се посматрају као деформабилна.

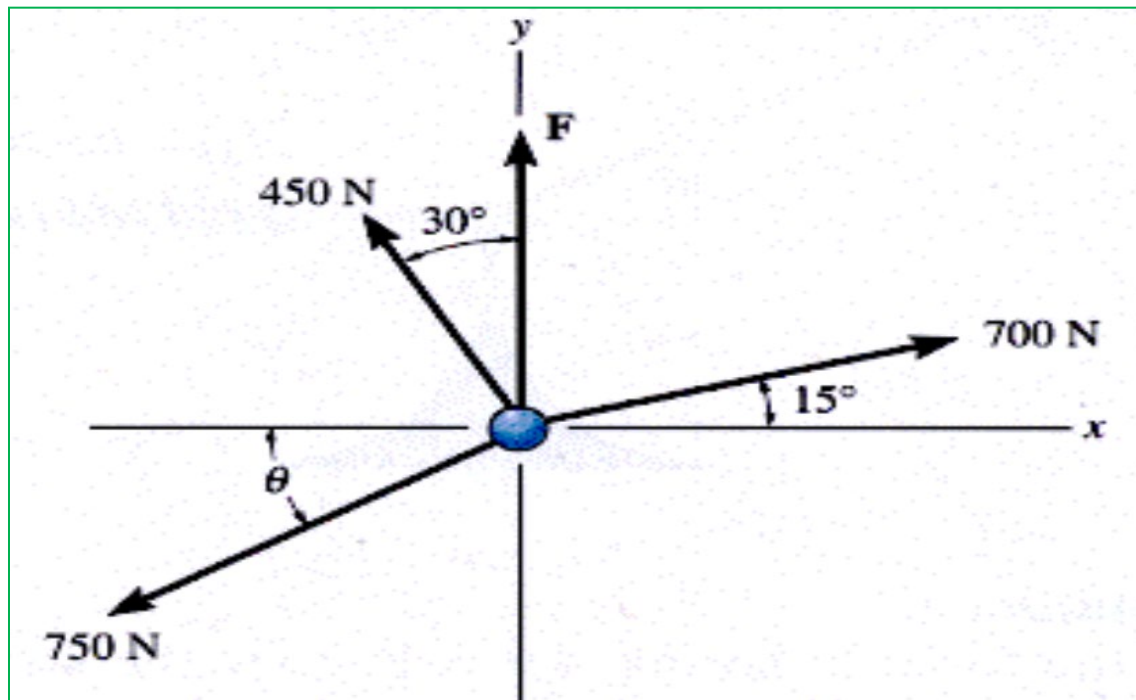
Задатак може бити једном или више пута статички неодређен. На слици је пример једанпут статички неодређеног задатка (две ј-не три непознате силе).



Задатак: Одредити интензитет сила F_1 и F_2 тако да је систем на слици у равнотежи



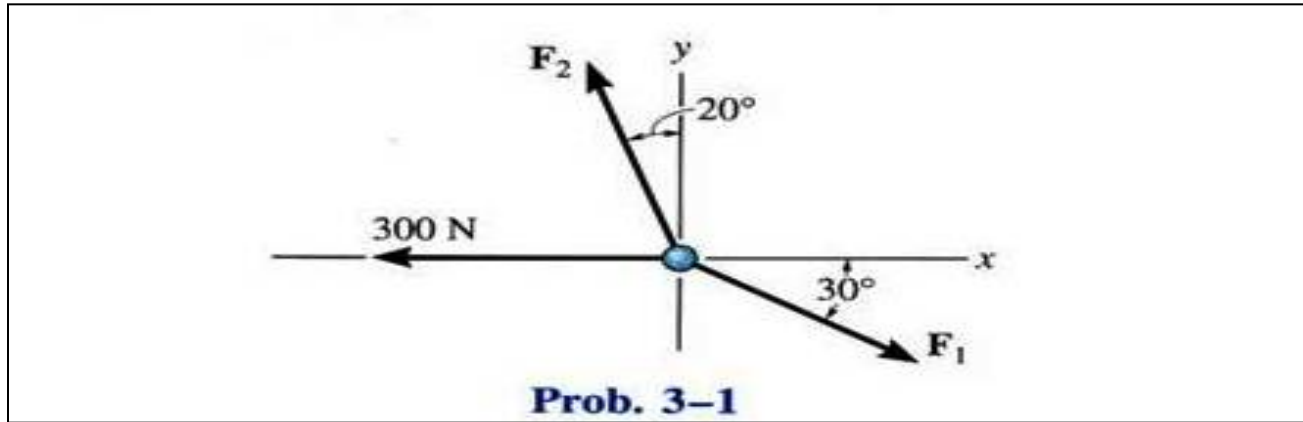
Задатак: Одредити интензитет силе F и угао θ за равнотежни систем са слике.



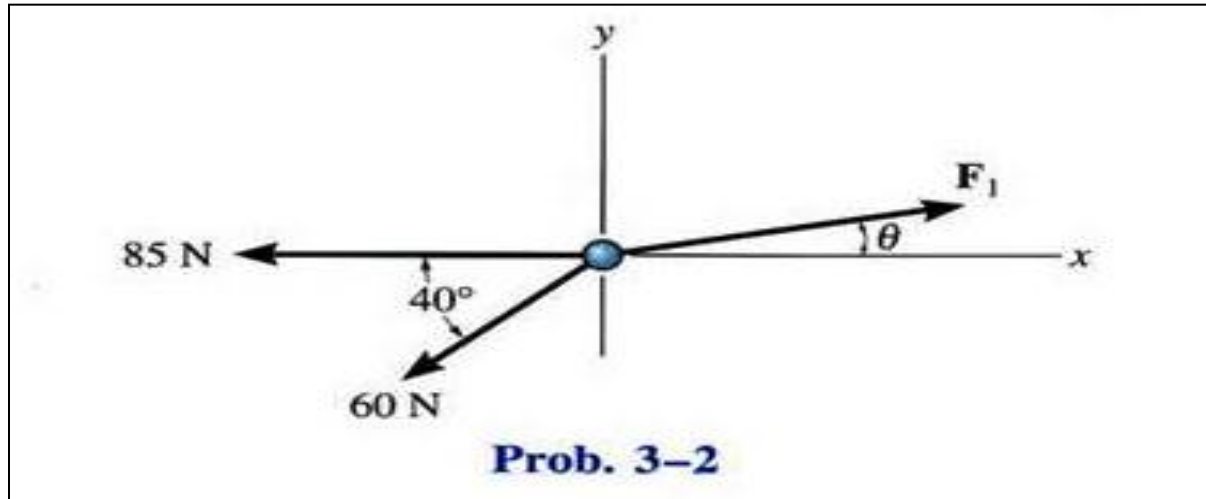
Решење: $F = 28,28\text{ N}$, $\theta = 53,02^\circ$

Задаци за вежбу

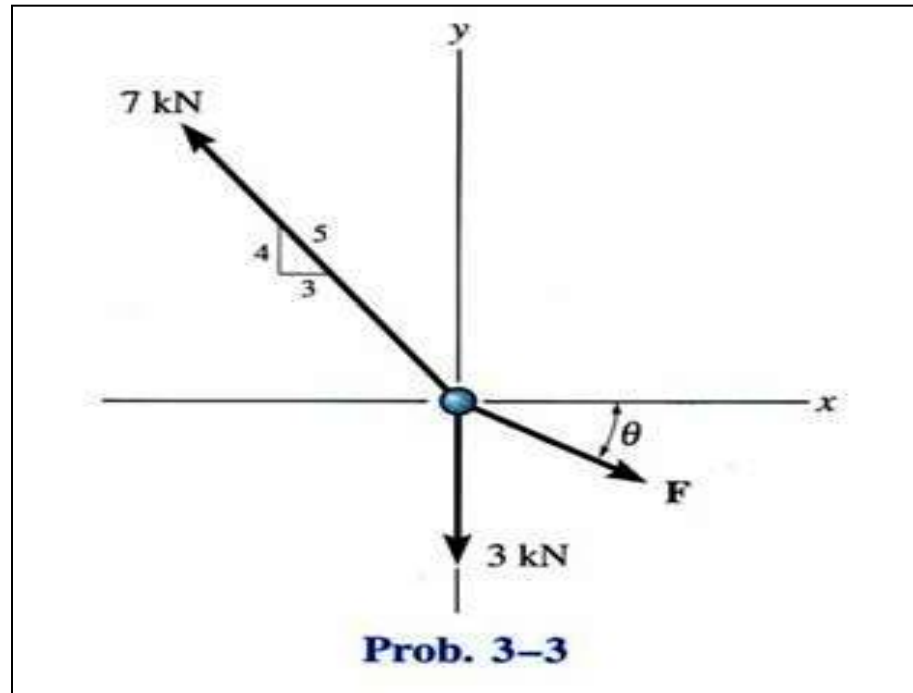
- Одредити интензитета сила F_1 и F_2 тако да систем буде у равнотежи



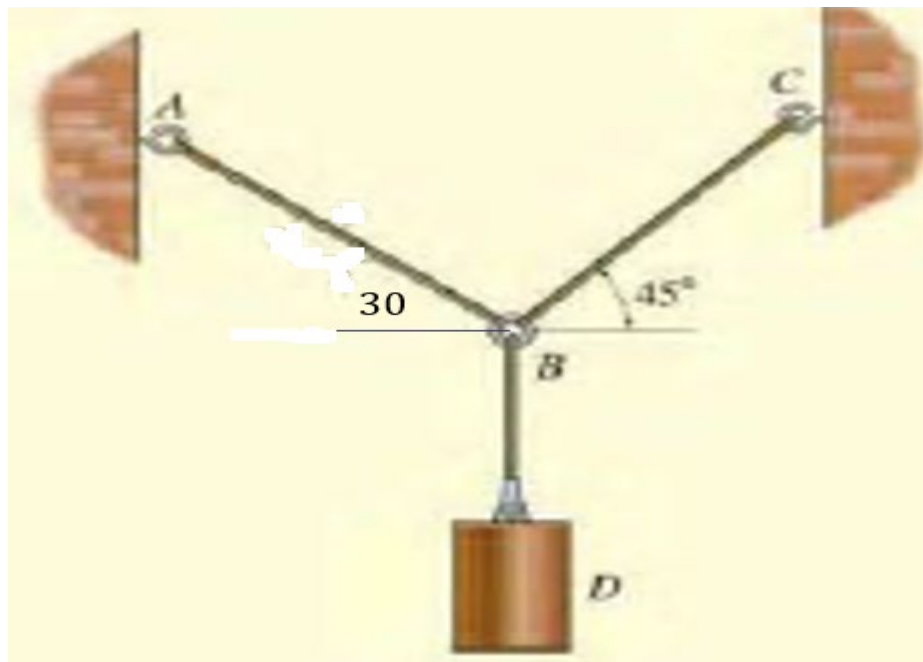
- Одредити интензитет силе F_1 и угао θ тако да систем буде у равнотежи



- Одредити интензитет силе F и угао θ тако да систем буде у равнотежи



Одредити силе у ужадима ВА и ВС, тако да држе терет BD масе 60 кг у равнотежи.



ХВАЛА НА ПАЖЊИ!

ПИТАЊА-КОМЕНТАРИ?