

Дисципліна Прикладна механіка

**Тема:  
Плоска система  
довільно  
розміщених сил**



Автор: викладач вищої категорії  
Амвросіївського індустріального технікуму Цуцман Ю.Д

2012

LOGO

# Дидактична мета:

**Засвоїти нові терміни та поняття**

про момент сили відносно  
точки

зведення довільної системи  
сил до заданого центру  
про головний вектор і

головний момент системи

скласти рівняння рівноваги  
плоскої системи довільно  
розміщених сил

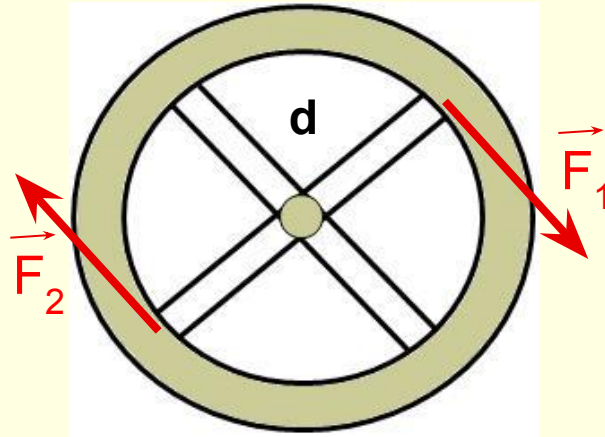
визначати реакції в'язей  
балок

# Статика

---

- Розділ механіки, в якому вивчається рівновага абсолютно твердих тіл, називається **статикою**.
- Рівновага тіла – це стан відносного покою або рівномірного та прямолінійного руху тіла.
- Абсолютно тверде тіло – тіло, у якого деформації, які виникають під дією прикладених до нього сил, дуже малі.

# Пара сил



- Найкоротша відстань між лініями дії сил називається плечем  $d$  пари сил.
- Добуток сили на її плече називається моментом пари сил:

$$M = F_1 d$$

# Умови рівноваги плоскої системи довільно розміщених сил

- Тверде тіло знаходиться у рівновазі, якщо геометрична сума всіх сил, прикладених до нього дорівнює нулю.

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \dots = \vec{F}_{\text{гл}} = 0$$

- Тверде тіло знаходиться у рівновазі, якщо алгебраїчна сума моментів всіх сил, які діють на нього відносно будь-якої точки, дорівнює нулю.

$$M_1 + M_2 + M_3 + \dots = M_{\text{гл}} = 0$$

LOGO

# Термінологічний диктант

**пара сил**

Система двох однакових за значенням, паралельних і протилежно направлених сил

**момент пари сил**

Добуток модуля однієї із сил пари на її плече – це...

**плече пари сил**

Найкоротша відстань між лініями дії пари сил – це...

**еквівалентними**

Пари, які діють на тіло однаково називаються...

LOGO

# Термінологічний диктант

складанням пар

5) Визначення за кількома парами сил їх результуючої пари називається ....

алгебраїчна сума моментів цих пар дорівнює нулю

6) Система пар сил, розміщених в одній площині, зрівноважується, якщо ....

момент результуючої пари

7) Алгебраїчна сума моментів пар, розміщених в одній площині це ....

LOGO

# Термінологічний диктант:

1 Система двох однакових за значенням, паралельних і протилежно направлених сил – це...

Пара сил

2) Добуток модуля однієї із сили пари на її плече – це...

Момент пари сил

3) Найкоротша відстань між лініями дії пари сил – це...

Плече пари сил

4) Пари, які діють на тіло однаково називаються.

Еквівалентними

5) Визначення за кількома парами сил їх результуючої пари називається ...

Складанням пар

6) Система пар сил, розміщених в одній площині, зрівноважується, якщо

Алгебраїчна сума моментів цих пар дорівнює нулю

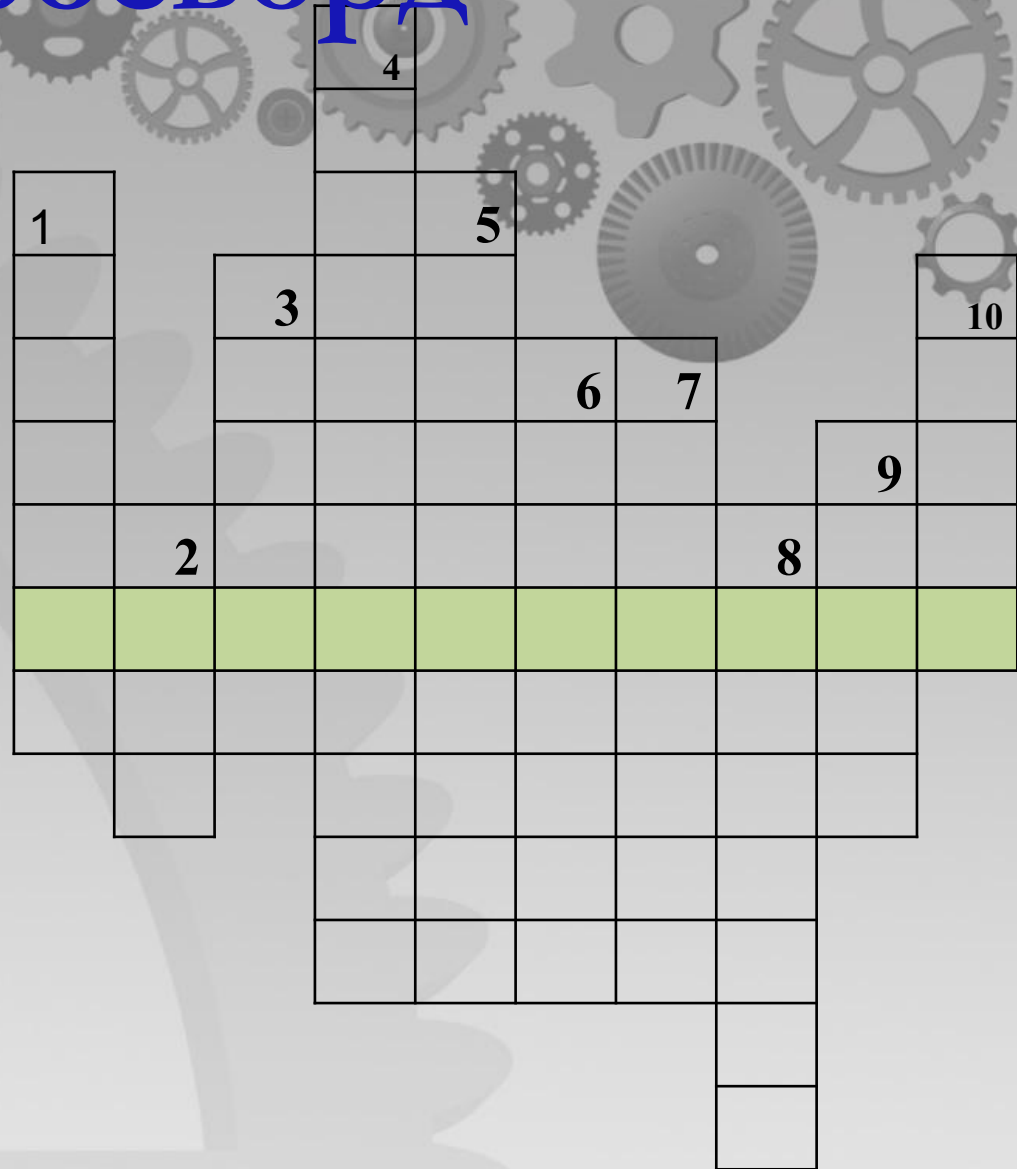
7) Алгебраїчна сума моментів пар, розміщених в одній площині це ....

Момент результуючої пари



# Технічний кросворд

- 1. Розділ механіки, який вивчає умови рівноваги матеріальних тіл під дією сил
- 2. Абсолютно тверде ...
- 3. Добуток модулю сили на плече
- 4. Система сил, яка вчиняє на тіло дію таку, як задана система сил
- 5. Зміна розмірів тіла під дією прикладених сил
- 6. Наука, що вивчає рух матеріальних тіл та їх взаємодію
- 7. Сила- величина ...
- 8. Розділ механіки, який вивчає причини руху матеріальних тіл
- 9. Тіло може знаходитися в стані відносного ...
- 10. Матеріальна ... – тіло, розмірами якого можна знехтувати в даних умовах



# Технічний кросворд

- 1. Розділ механіки, який вивчає умови рівноваги матеріальних тіл під дією сил
- 2. Абсолютно тверде ...
- 3. Добуток модулю сили на плече
- 4. Система сил, яка вчиняє на тіло дію таку, як задана система сил
- 5. Зміна розмірів тіла під дією прикладених сил
- 6. Наука, що вивчає рух матеріальних тіл та їх взаємодію
- 7. Сила- величина ...
- 8. Розділ механіки, який вивчає причини руху матеріальних тіл
- 9. Тіло може знаходитися в стані відносного ...
- 10. Матеріальна ... – тіло, розмірами якого можна знехтувати в даних умовах

				4Е					
				К					
1С			В				5Д		
Т		3М	І				Е		10Т
А		О	В	Ф	6М	7В			О
Т		М	А	О	Е	Е		9П	Ч
И	2Т	Е	Л	Р	Х	К	8Д	О	К
К	І	Н	Е	М	А	Т	И	К	А
А	Л	Т	Н	А	Н	О	Н	О	
	О		Т	Ц	І	Р	А	Ю	
			Н	І	К	Н	М		
			А	Я	А	А	І		
								К	
								А	



LOGO

# Тема: Плоска система довільно розміщених сил

ПЛАН:

1) Момент сили відносно точки

2) Зведення довільної системи сил до заданого центру

3) Головний вектор і головний момент плоскої системи сил

4) Теорема про момент рівнодіючої

5) Три форми рівнянь рівноваги системи сил

6) Класифікація навантажень та види опор балок

# 1. Момент сили відносно точки

*Система сил, які довільно розміщені на площині, називається довільною плоскою системою сил.*

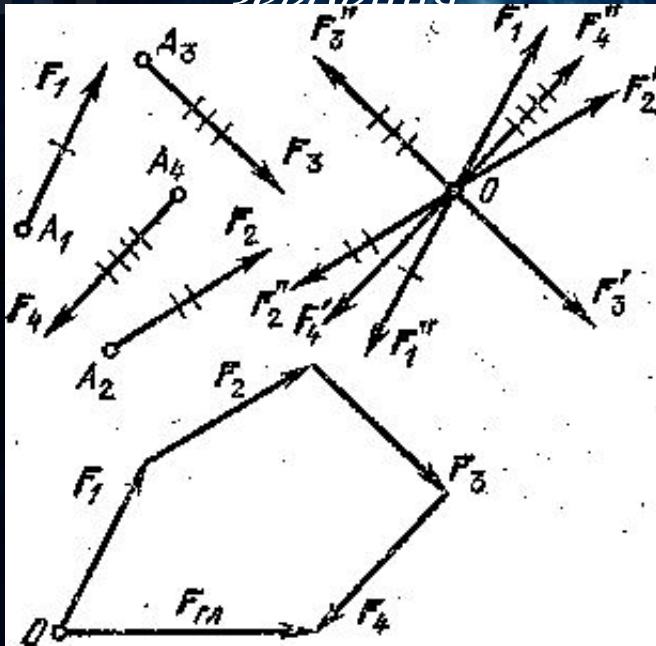
$$M_A = F \cdot d$$

де  $d$  – плече сили

(перпендикуляр, опущений із точки, відносно якої розглядають момент сили, на лінію дії сили).

## 2 Зведення довільної системи сил до заданого центру

- **Силу можна перенести** паралельно самій собі в будь-яку точку тіла, приєднавши при цьому **пару сил**, момент якої дорівнює моменту сили відносно центра зведення.



Наприклад чотирьох, сил  $F_1, F_2, F_3, F_4$ , розташованих як завгодно на площині (рис. 5). Візьмемо в площині дії сил довільну точку  $O$ . Назвемо цю точку **центром приведення** і по черзі приведемо до неї всі дані сили. У результаті приведення одержимо **систему сил**  $F_1', F_2', F_3', F_4'$ , прикладених у цій точці, і **систему пар**  $(F_1, F_1'')$ ,  $(F_2, F_2'')$ ,  $(F_3, F_3'')$  і  $(F_4, F_4'')$ .

$$F_{\text{зл}} = F_1' + F_2' + F_3' + F_4' = F_1 + F_2 + F_3 + F_4 = \Sigma F_k$$

Головний вектор

$$F_{\text{зл}} = \Sigma F_k$$

Приведення сил до центру  $O$

# Головний вектор

$$\blacksquare F_{\text{гл}} = \Sigma F_k$$

*Модуль і напрямок  
головного вектора*

можна знайти за  
формулами рівнодіючої  
системи збіжних сил:

$$F_{\text{гл}} = \sqrt{X_{\text{гл}}^2 + Y_{\text{гл}}^2} = \sqrt{(\Sigma X_k)^2 + (\Sigma Y_k)^2}$$
$$\cos(F_{\text{гл}}, x) = X_{\text{гл}} / F_{\text{гл}}, \quad \cos(F_{\text{гл}}, y) = Y_{\text{гл}} / F_{\text{гл}}$$

### 3 Головний момент плоскої системи сил

*Алгебраїчна сума моментів всіх сил, розташованих довільно на площині, щодо якої-небудь точки  $O$  називається **головним моментом** даної плоскої системи сил відносно цієї точки:*

$$M_{gl} = \sum M_o(F_k)$$

*Усяку плоску систему сил завжди можна замінити однією силою, рівною **головному вектору** системи і прикладеною в довільній точці  $O$ , і парою, момент якої дорівнює **головному моменту** даної системи сил щодо тієї ж точки.*



# 4 Теорема про момент рівнодійної

## *Теорема Варіньона:*

*Момент рівнодійної системи сил відносно будь-якої точки дорівнює алгебраїчній сумі моментів складових відносно тієї самої точки:*

$$M_0(F_\Sigma) = \sum M_0(F_k)$$





LOGO

# Складіть опорно-логічну схему

Три форми рівнянь рівноваги  
плоскої системи довільно  
розміщених сил



1

2

3



1  
це...

2

3

2.1

2.2

3.1

3.2



4.1

4

4.2

4.1.1

4.1.2.

4.1.3

4.1.4

4.1.5

LOGO

# Домашнє завдання



Скласти конспект



Розв'язати задачі

Задача 1:

Визначити момент і знак пари сил [1] с. 43 при  $F_1 = F_2 = 50$  кН



[1] с. 43-82,  
135-163,  
[2] с. 21-39

Задача 2:

Визначити опорні реакції балки довжиною 4м [1] с 136 при  $F = 40$  кН,  $\alpha = 45^\circ$ ,  $q = 0$ ,  $M = 0$



Дякую за увагу!

