

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ПЕДАГОГІЧНИХ НАУК УКРАЇНИ
НАУКОВО-МЕТОДИЧНИЙ ЦЕНТР ВФПО
ВІДОКРЕМЛЕНИЙ СТРУКТУРНИЙ ПІДРОЗДІЛ
«ПОЛТАВСЬКИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ
НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ»**

ТЕХНІЧНА МЕХАНІКА

Робочий зошит для практичних занять з навчальної дисципліни для студентів спеціальності 133 Галузеве машинобудування

КОНКУРС «Педагогічний ОСКАР–2024»

НОМІНАЦІЯ. Інновації практичної підготовки та самостійної роботи здобувачів освіти

ГАЛУЗЬ ЗНАНЬ 13 Механічна інженерія

СПЕЦІАЛЬНІСТЬ 133 Галузеве машинобудування

Автор: Сіверченко Ольга Володимирівна, викладач фахових дисциплін, кваліфікаційна категорія «спеціаліст вищої категорії»

Рецензент: Варакіна Тетяна Павлівна, викладач фахових дисциплін, кваліфікаційна категорія «спеціаліст вищої категорії»

Робочий зошит містить практичні завдання з розділів «Теоретична механіка» й «Опір матеріалів» навчальної дисципліни «Технічна механіка» згідно з освітньо-професійною програмою для студентів спеціальності 133 Галузеве машинобудування. Завдання дозволяють використовувати їх під час вивчення нового матеріалу, повторення, закріплення, підготовки до контрольної роботи та самостійної роботи студентів на заняттях.

Рекомендовано цикловою комісією спеціальностей галузевого та енергетичного машинобудування

Протокол № 4 від «17» листопада 2023 р.

ЗМІСТ

| | |
|---|----|
| Вступ..... | 4 |
| Критерії оцінювання..... | 5 |
| ЧАСТИНА 1.ТЕОРЕТИЧНА МЕХАНІКА | |
| Завдання 1.Тема. Зв'язки та їх реакції..... | 6 |
| Завдання 2. Тема. Геометричний метод додавання сил..... | 8 |
| Завдання 3. Тема. Проекція сили. | 11 |
| Завдання 4. Тема. Рівновага плоскої системи збіжних сил | 13 |
| Завдання 5. Тема.Рівновага плоскої системи довільно розташованих сил..... | 17 |
| Завдання 6.Тема. Пара сил..... | 20 |
| Завдання 7.Тема. Центр ваги..... | 23 |
| Завдання 8.Тема. Кінематика..... | 25 |
| Завдання 9. Тема. Динаміка..... | 28 |
| ЧАСТИНА 2. ОПІР МАТЕРІАЛІВ | |
| Завдання 1.Тема. Основні положення курсу «Опір матеріалів»..... | 31 |
| Завдання 2.Тема. Розтяг (стискування)..... | 34 |
| Завдання 3.Тема. Зріз (зминання)..... | 37 |
| Завдання 4.Тема. Кручення..... | 39 |
| Завдання 5.Тема.Вигин..... | 42 |
| Рекомендовані джерела інформації..... | 46 |

ВСТУП

Робочий зошит з дисципліни «Технічна механіка» передбачає основне спрямування на оволодіння здобувачем фахової передвищої освіти теоретичними та практичними навичками. Надає поради щодо підготовки до лекційних та практичних занять.

Завдання дозволяють використовувати їх під час опанування нового матеріалу, повторення, закріплення, підготовки до контрольної роботи та самостійної роботи студентів на заняттях.

Робочий зошит з дисципліни «Технічна механіка» підвищує ефективність підготовки здобувачів освіти до складання іспиту з дисципліни «Технічна механіка».

КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

Результати оцінювання знань здійснюються за чотирибальною шкалою («відмінно», «добре», «задовільно», «незадовільно»).

Критерії оцінювання навчальних досягнень здобувачів освіти за 4-х бальною шкалою:

| Оцінка за національною шкалою | Критерії оцінки |
|-------------------------------|---|
| «5» - відмінно | Ставиться здобувачу освіти, який: <ul style="list-style-type: none">- розуміє і знає основні поняття, визначення та аксіоми;- знає основні закони і рівняння;- може розв'язувати задачі з використанням формул та аксіом;- знає основні кінематичні передачі та може їх розраховувати;- зможе розв'язати та побудувати епюри поперечних сил та моментів згинальних. |
| «4» - добре | Ставиться здобувачу освіти, якщо з перелічених вище питань є несуттєві недоліки, але матеріал викладено чітко та послідовно. |
| «3» - задовільно | Ставиться здобувачу освіти, який виявив неглибокі знання основного матеріалу, допускає неточності, порушує послідовність викладення програмного матеріалу. |
| «2» - незадовільно | Ставиться здобувачу освіти, який не володіє основним матеріалом, допускає грубі помилки. |

ЧАСТИНА 1. ТЕОРЕТИЧНА МЕХАНІКА

Завдання №1

Тема: Зв'язки та їх реакції

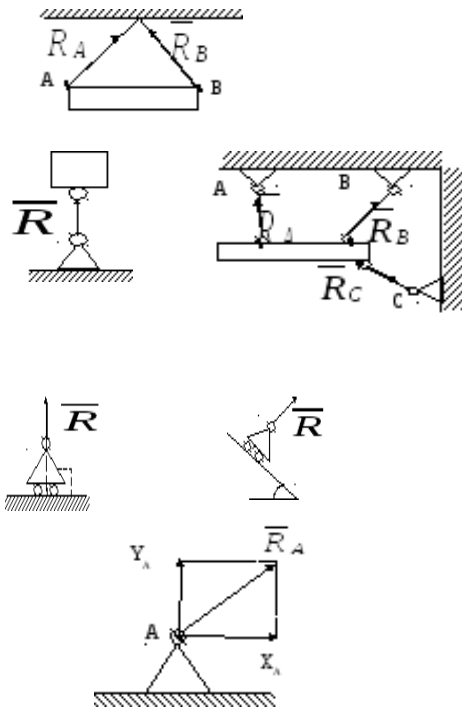
Мета: оволодіти основними термінами та означеннями. Вивчити основні види зв'язків та реакції, що виникають в закріпленні

1. Встановіть відповідність між терміном та його означенням за допомогою стрілок

| Термін | Означення |
|-----------------|--|
| Вільне тіло | тіло, яке може змінювати своє положення у будь-якому напрямку |
| Невільне тіло | тіло, яке характеризується зв'язками на дане тіло |
| Активна сила | тіла, які не дають іншим тілам рухатись |
| Реактивна сила | тіло, яке не може змінювати своє положення у будь-якому напрямку |
| Зв'язок | сила, яка характеризує дію інших тіл на задане, що викликає або може викликати зміну його кінематичного стану. |
| Реакція зв'язку | сила, з якою зв'язок діє на тіло. |

2. За рисунком вкажіть основні види зв'язків та охарактеризуйте реакції, які в них виникають

| Рисунки зв'язків | Назва | Реакції |
|------------------|-------|---------|
| | | |



Висновок: _____

Завдання №2

Тема: Геометричний метод додавання сил, прикладених в одну точку

Мета: ознайомитися з поняттями про плоску систему збіжних сил, умовами рівноваги, алгоритмом розв'язання задач на плоску систему збіжних сил

1. Сформулюйте третю аксіому статки (правило складання двох сил)

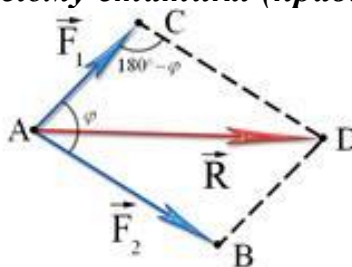


Рисунок 1.- Правило паралелограма

Визначення рівнодійної двох сил за правилом паралелограма називається **векторним**, або **геометричним**, додаванням і виражається векторною рівністю:

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

2. Запишіть формулу для визначення модуля рівнодійної двох збіжних сил

3. Дайте визначення терміну збіжні сили

Збіжними силами називають _____

4. Силний багатокутник - це

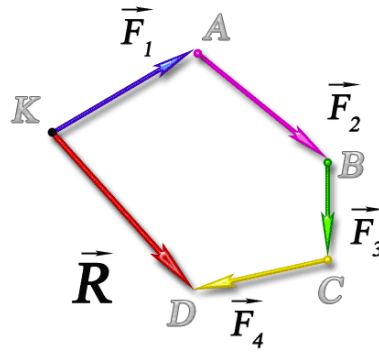


Рисунок2. Силовий багатокутник

5. Коли система збіжних сил знаходиться в рівновазі?

6. Як визначити проєкцію вектора сили на вісь?

7. Продовжити речення

Проєкція вектора вважається додатною (+), якщо

Проєкція вектора вважається від'ємною (—), якщо

8. Зробіть рисунки сили та її проєкції

- Вектор сили складає з додатним напрямом осі Ox гострий кут α :

- Сила складає з додатним напрямом осі OX тупий кут α :

- Сила перпендикулярна вісі OX :

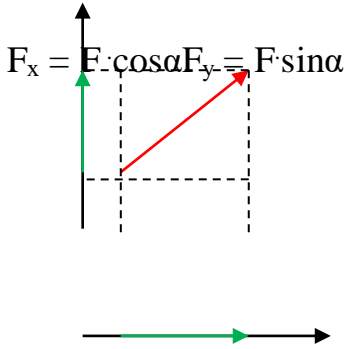
- Сила перпендикулярна вісі OY :

Висновок: _____

Завдання №3

Тема: Проекція сили. Визначення рівнодійної збіжної системи сил. Умови та рівняння рівноваги збіжних сил

Проекції сили на осі OX та OY визначають за формулами:



Модуль рівнодійної сили системи збіжних сил визначають за формулою:

$$R = \sqrt{\left(\sum F_{ix}\right)^2 + \left(\sum F_{iy}\right)^2}$$

1. Визначити проекції наведених сил на осі координат:

а) Дано:

$F_1 = 2 \text{ кН}$ $F_{1x} =$ $F_{1y} =$
 $F_2 = 10 \text{ кН}$ $F_{2x} =$ $F_{2y} =$
 $F_3 = 17 \text{ Н}$ $F_{3x} =$ $F_{3y} =$
 $\alpha = 30^\circ$

б) Дано:

$F_1 = 23 \text{ кН}$ $F_2 = 24 \text{ Н}$
 $F_3 = 25 \text{ кН}$ $F_2 = 24 \text{ Н}$
 $\beta = 45^\circ$

2. Записати рівняння для проекцій рівнодійної системи сил:

а) Дано:

$\alpha = 45^\circ$
 $\beta = 60^\circ$

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

б)

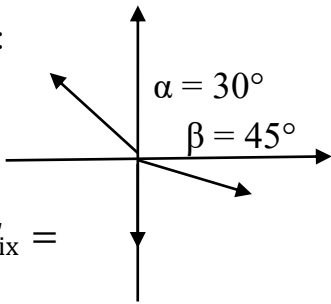
Дано:

F_1

F_2

F_3

$\sum F_{ix} =$



$$\sum F_{iy} =$$

3. Проекцією сили на вісь називається?

4. У якому випадку проекція вектора на вісь дорівнює 0 ?

5. Система сил називається збіжною

Висновок: _____

Завдання № 4

Тема: Рівновага плоскої системи збіжних сил

Мета: вивчити методику і отримати навички в дослідженні рівноваги плоскої системи збіжних сил.

Аналітичний метод дослідження рівноваги плоскої системи збіжних сил виконується на основі рівнянь рівноваги за наступним планом:

перший етап — виділяють об'єкт рівноваги — тіло або точку, де перетинаються лінії дії всіх сил, тобто точку, рівновагу якої в даній задачі слід розглянути;

другий етап — до виділеного об'єкта рівноваги прикладають задані сили;

третій етап — виділену точку або тіло звільняють від зв'язків, їх дію замінюють реакціями;

четвертий етап — вибирають координатні осі та складають рівняння рівноваги;

п'ятий етап — розв'язують рівняння рівноваги;

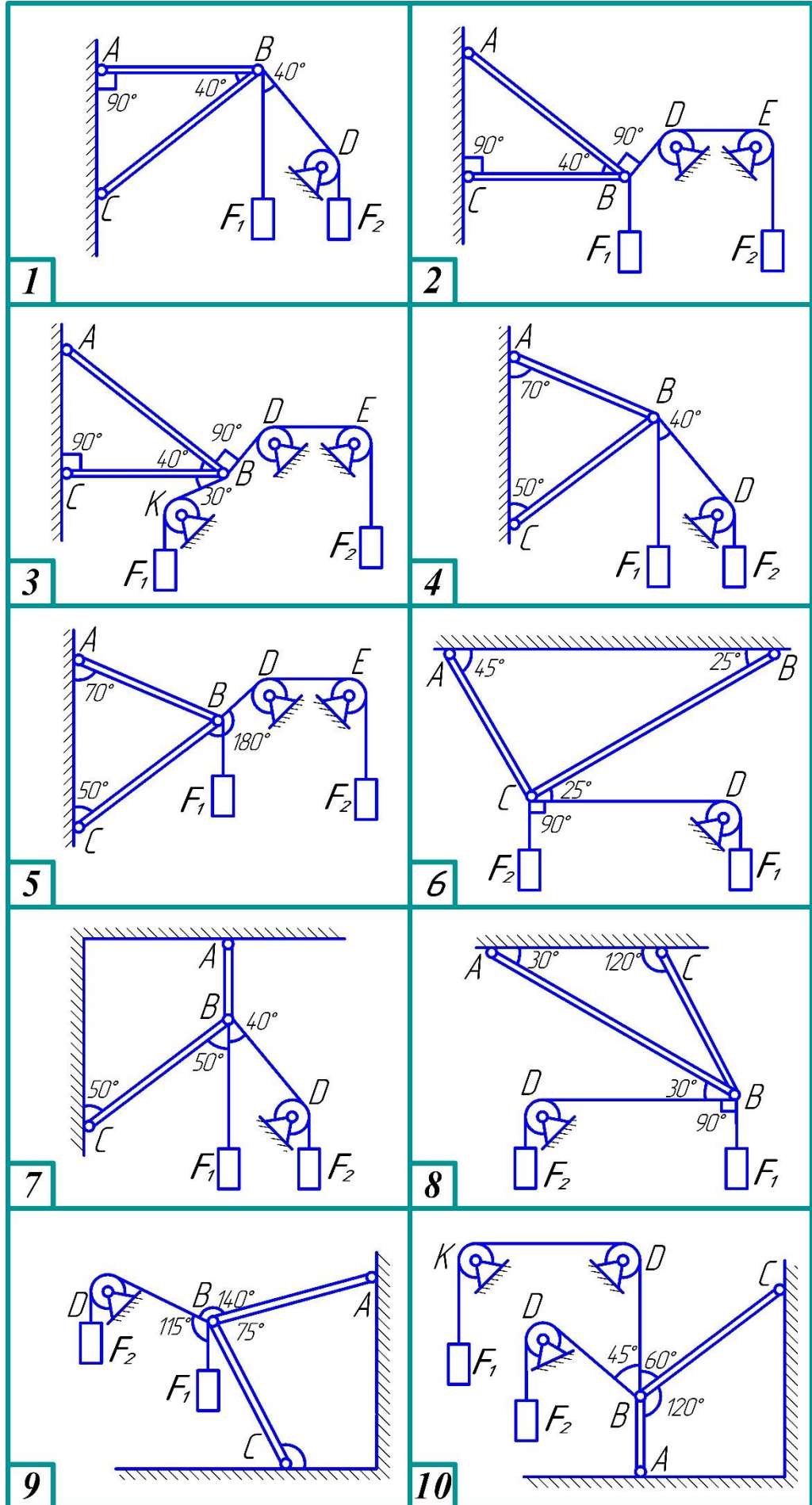
шостий етап — перевіряють правильність рішення.

Відповідно до варіанта (табл. 1, 2) виконати дослідження заданої системи на основі рівнянь рівноваги .

Таблиця 1. Початкові дані дані.

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Варіант | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| Схема № | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| $F_1, \text{кН}$ | 20 | 40 | 20 | 80 | 10 | 15 | 10 | 160 | 55 | 30 | 100 | 35 | 40 | 20 | 25 |
| $F_2, \text{кН}$ | 10 | 30 | 50 | 60 | 25 | 35 | 15 | 140 | 45 | 50 | 70 | 5 | 65 | 35 | 45 |
| $F_3, \text{кН}$ | 30 | 70 | 70 | 5 | 35 | 50 | 25 | 10 | 15 | 5 | 15 | 15 | 50 | 45 | 15 |
| Варіант | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |
| Схема № | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| $F_1, \text{кН}$ | 5 | 10 | 15 | 30 | 20 | 70 | 75 | 85 | 55 | 50 | 30 | 10 | 20 | 55 | 5 |
| $F_2, \text{кН}$ | 10 | 5 | 15 | 30 | 20 | 70 | 75 | 85 | 55 | 50 | 10 | 30 | 50 | 20 | 5 |
| $F_3, \text{кН}$ | 25 | 15 | 35 | 40 | 50 | 30 | 45 | 35 | 45 | 10 | 5 | 25 | 40 | 60 | 15 |

Таблиця 2. Варіанти завдання.



1. Виділити об'єкт рівноваги - точка, де сходяться лінії дії всіх сил (центр сил).

2. Відкинути в'язі та замінити їх дію реакціями в'язей.

3. Вибрати раціональну систему координат.

4. Скласти розрахункову схему.

5. Записати рівняння рівноваги та скласти умови рівня рівноваги плоскої системи збіжних сил:

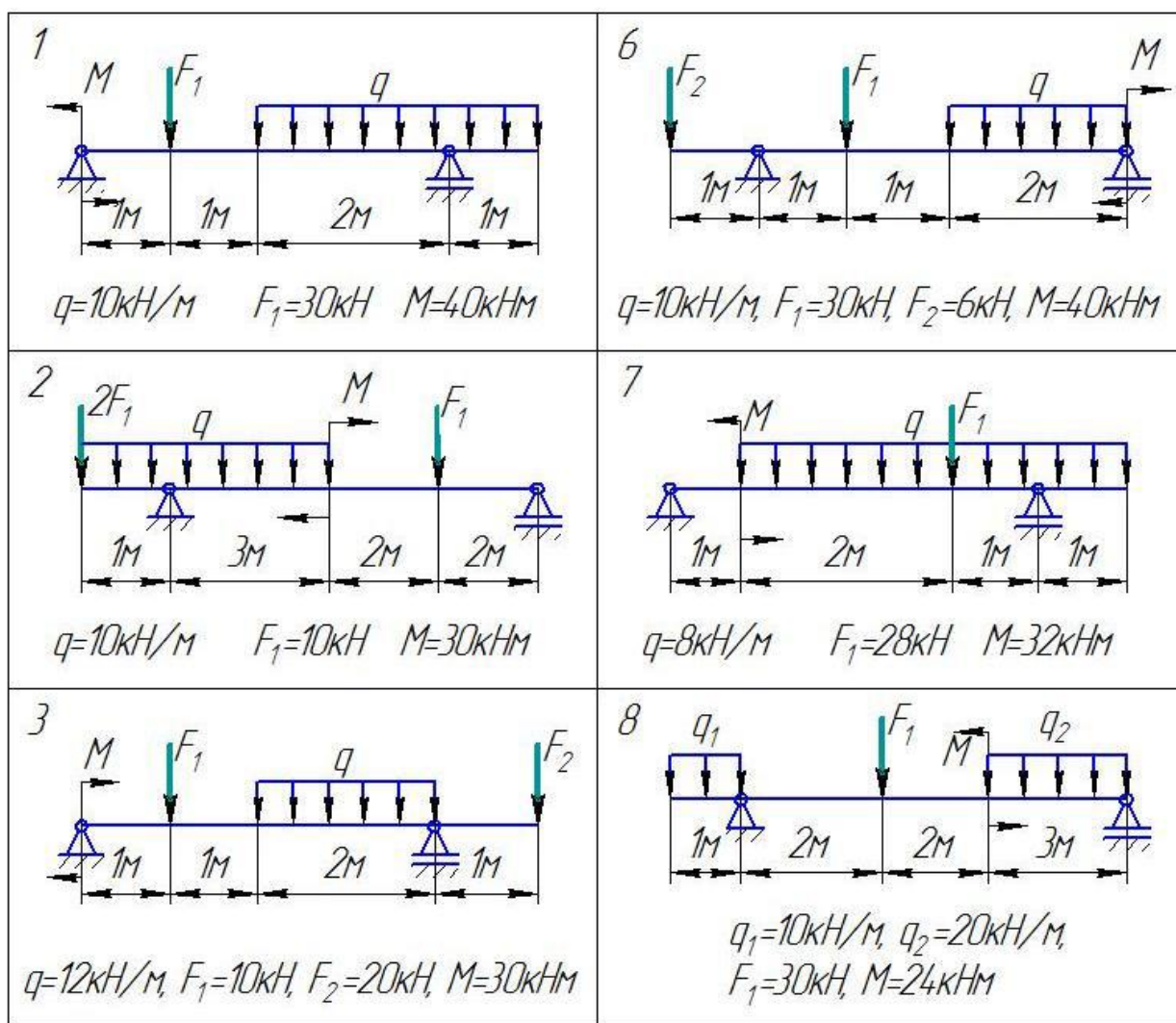
$$\begin{cases} \sum F_x = 0; \\ \sum F_y = 0, \end{cases}$$

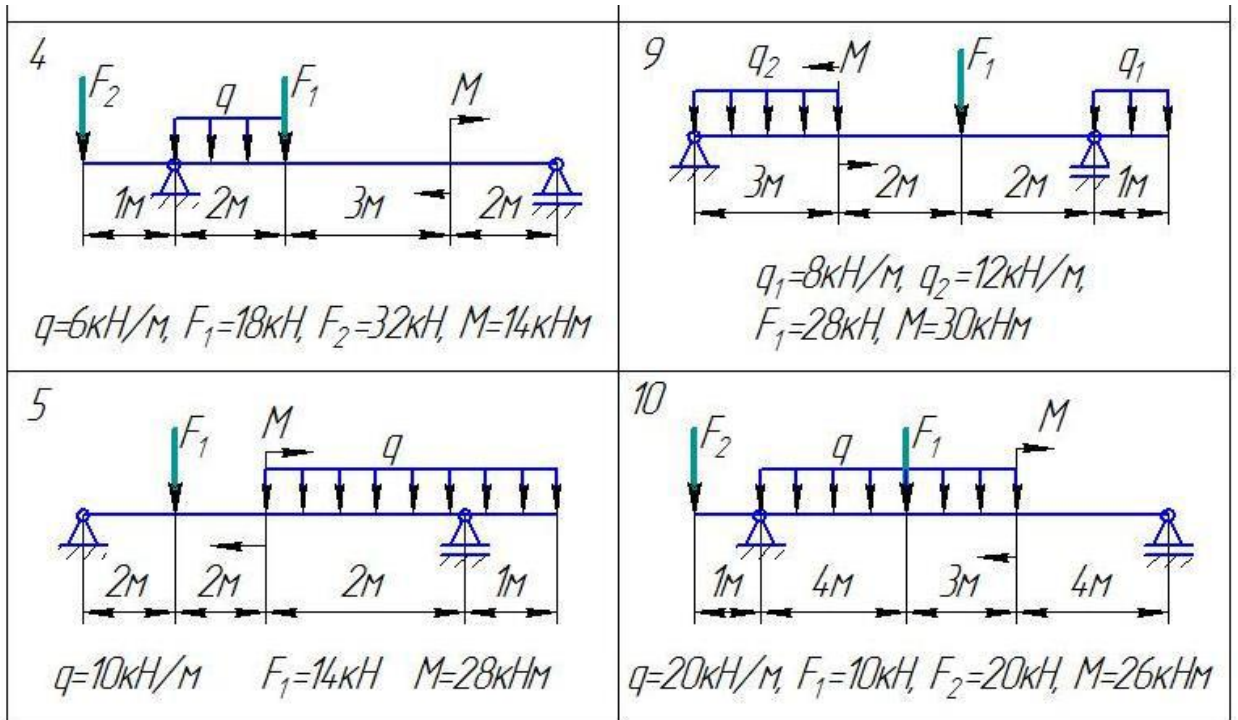
6. Розв'язати отримані рівняння відносно невідомих.

Завдання № 5

Тема: Рівновага плоскої системи довільно розташованих сил

Мета: вивчити методику і отримати навички в дослідженні рівноваги плоскої довільно розташованих сил.





1. Розглянути рівновагу балки, на яку діють зовнішні навантаження

2. Позначити шарнірні опори балки точками А, В.

3. Звільнити балку від зв'язків (шарнірів А, В) і замінити їх силами реакції зв'язку.

4. Замінити рівномірно розподілене навантаження інтенсивністю q зосередженою силою, яка прикладається посередині ділянки ql .

5. Для отриманої плоскої системи сил скласти рівняння рівноваги .

6. Розв'язати рівняння відносно невідомих

7. Перевірити правильність розв'язання, склавши незалежне рівняння рівноваги, наприклад, суму проєкцій сил на вісь Y .

Висновок: _____

Завдання № 6

Тема: Пара сил

Мета: ознайомитися з поняттям пари сил, умовами рівноваги пари сил, алгоритмом розв'язання задач.

1. Встановіть відповідність між терміном та його означенням за допомогою стрілок

| Термін | Означення |
|-----------------------------|--|
| Пара сил. | Добуток сили на плече пари сил. |
| Момент пари сил. | Відстань між лініями дії сил, які складають пару. |
| Плече пари. | Сукупність двох рівних за величиною, паралельних протилежно направлених сил. |
| Момент сили відносно точки. | Взятий із відповідним знаком добуток величини сили на плече. |

2. З яких трьох видів рівнянь може бути представлена рівновага довільно плоскої системи сил:

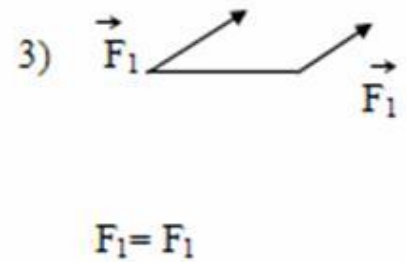
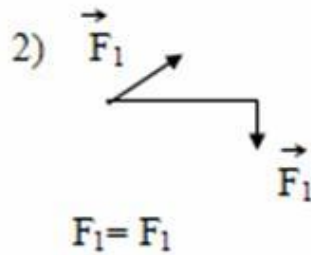
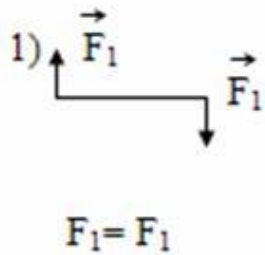
$$1. \sum F_x = 0, \sum F_y = 0, \sum M_O = 0.$$

$$2. \sum F_y = 0, \sum M_O = 0.$$

$$3. \sum M_A = 0, \sum M_B = 0, \sum M_C = 0.$$

$$4. \sum M_A = 0, \sum M_B = 0, \sum F_x = 0.$$

3. На якому рисунку зображена пара сил



4. Момент пари сил дорівнює $80 \text{ Н}\cdot\text{м}$, плече пари $0,2 \text{ м}$. Чому дорівнює сила пари:

5. Продовжити речення

Момент сили вважається додатнім (+), якщо

Момент сили вважається від'ємним (—), якщо

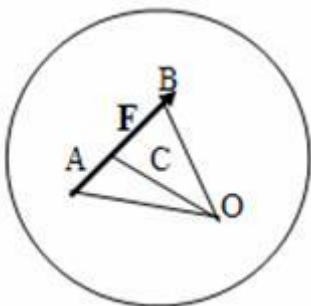
6. Момент сили вимірюється

1) Дж;

2) Н·м;

3) Вт.

7. Момент сили F відносно точки O дорівнює:

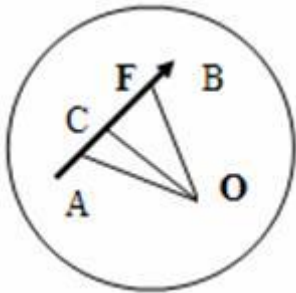


1) $M_o(F) = F \cdot AO;$

2) $M_o(F) = F \cdot BO;$

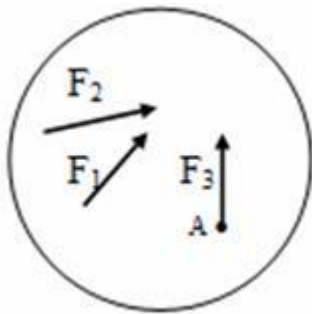
3) $M_o(F) = F \cdot CO.$

8. Який із відрізків буде плечем сили F відносно точки O ?



- 1) OA ;
- 2) OB ;
- 3) OC .

9. Записати момент якої сили відносно точки A дорівнює 0 ?



- 1) F_1 ;
- 2) F_2 ;
- 3) F_3 .

Висновок: _____

Завдання № 8

Тема: Кінематика

Мета: ознайомитися з основними поняттями кінематики, поняттями швидкості і прискорення точки. Розглянути основні види руху в залежності від прискорення.

1. Встановіть відповідність між терміном та його означенням за допомогою стрілок

Термін

Траєкторія – це:

Вкажіть, що відносять до
кінематичних характеристик:

Швидкість – це:

Прискорення – це:

Означення

Якісна характеристика руху тіла.
Кількісна характеристика руху тіла.
Геометрія руху.
Початковий рух.

Траєкторія руху.
Шлях.
Система відліку.
Швидкість руху.
Час.
Прискорення руху.

Множина положень рухомої точки в розглядуваній системі відліку.
Величина, що характеризує зміну шляху в одиницю часу, тобто показує, як швидко точка або тіло рухається.
Величина, що характеризує зміну швидкості за одиницю часу.
Відношення першої похідної шляху до часу.

Неперервна лінія, по якій рухається матеріальна точка в даній системі відліку.
Величина, що характеризує зміну

Яка складова прискорення точки характеризує зміну значення швидкості?

шляху в одиницю часу.
Величина, що характеризує зміну швидкості за одиницю часу.
Відношення першої похідної від швидкості руху точки за часом, або другій похідній шляху до часу.
Нормальне прискорення.
Дотичне прискорення.
Повне прискорення.

Як визначити швидкість руху точки при координатному способі?

Через проєкції швидкості на координатні осі, як перші похідні за часом від координат.
Через проєкції швидкості на координатні осі, як другі похідні за часом від координат.
Через дотичну до траєкторії.
Через шлях, який пройшла точка за певний час.

У яких одиницях вимірюється швидкість?

В метрах за секунду м/с.
В ватах В.
В кілометрах за годину км/год.
В кілоньютонах кН.

2. Записати рівняння руху точки

3. Визначити шлях пройдений точкою, її швидкість і прискорення в момент часу $t = 2$ с, якщо вона рухається за законом $S = 5t + 1$

1) $S = 6$ м ;

2) $S = 11$ м;

3) $S = 10$ м ;

$V = 2$ м/с;

$V = 5$ м/с ; $V = 6$ м/с ;

$a = 0$ м/с²

$a = 0$ м/с² . $a = 1$ м/с² .

Висновок:

Завдання № 9

Тема: Динаміка

Мета: ознайомитися з основними поняттями і аксіомами динаміки. Предметом динаміки, поняттями про дві основні задачі динаміки.

1. Встановіть відповідність між терміном та його означенням за допомогою стрілок

| Термін | Означення |
|---|---|
| Як формулюється основний закон динаміки? | Сила дорівнює добутку маси матеріальної точки на її переміщення. Прискорення матеріальної точки пропорційно прикладеній до неї силі і спрямоване вздовж вектора сили. Сила, яка діє на матеріальну точку пропорційна шляху, який вона пройшла . Сила дорівнює добутку маси тіла на його швидкість. |
| Які сили здійснюють від'ємну роботу? | Сили, які спрямовані у напрямку руху. Сили, які спрямовані під гострим кутом до напрямку руху. Сили, які спрямовані під кутом 90° до напрямку руху. Сили, які спрямовані під тупим кутом до напрямку руху. |
| Вкажіть, якими величинами характеризується сила: | Модулем сили. Місцем прикладання. Масою сили. Напрямок. Станом сили. |
| Активні сили, реакції зв'язків і сили інерції утворюють систему | Сила інерції. Метод кінетостатики. Основне рівняння динаміки. |

взаємно зрівноважених сил, що відповідають всім умовам рівноваги – це: Динаміка.

У яких одиницях вимірюється сила?

В кілограмометрах, $\kappa\Gamma\text{м}$.
В ватах В.
В джоулях, Дж.
В кілоньютонах кН.

Чому дорівнює потужність сили, яка прикладена до обертового тіла?

Добутку сили на швидкість.
Добутку обертового моменту на кутову швидкість.
Добутку сили на кутову швидкість.
Добутку моменту сили на кут повороту.

2. Який рух називається плоскопаралельним?

3. Що називається миттєвим центром швидкостей?

4. Сформулювати принцип Даламбера.

5. Показати напрямлення сила інерції при прямолінійному русі

6. Показати напрямлення сила інерції при криволінійноу русі

7. Привести окремі випадки визначення положення миттєвого центра швидкостей.

Висновок: _____

ЧАСТИНА 2. ОПІР МАТЕРІАЛІВ

Завдання №1

Тема: Основні положення курсу «Опір матеріалів»

Мета: оволодіти основними термінами та означеннями курсу «Опір матеріалів»

1. Що вивчає розділ «Опір матеріалів»

2. Розрахунок на міцність це

3. Розрахунок на жорсткість це

4. Розрахунок на стійкість це

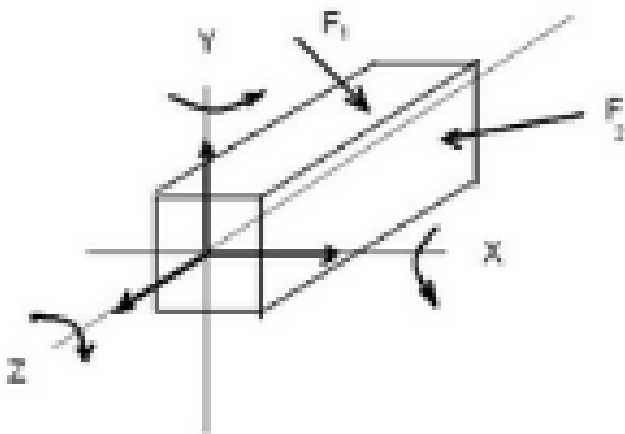
5. Що називається деформацією

6. Чим відрізняється пластична деформація від пружної

7. *Встановіть відповідність між позначенням та його терміном за допомогою стрілок*

| Позначення | Термін |
|------------|-------------------|
| N_z | Поперечна сила |
| Q_x | Крутильний момент |
| M_z | Згинаючий момент |
| M_y | Повздожня сила |

8. *Позначити на рисунку внутрішні силові фактори*



9. *Які внутрішні силові фактори виникають при наступних деформаціях:*

розтяг _____

зріз _____

кручення _____

вигин _____

10. *Назвіть складові напруження і як вони розташовані*

τ _____

σ _____

11. Одиниця вимірювання напруження _____

12. Запишіть формулу визначення повного напруження _____

Висновок _____

Завдання № 2

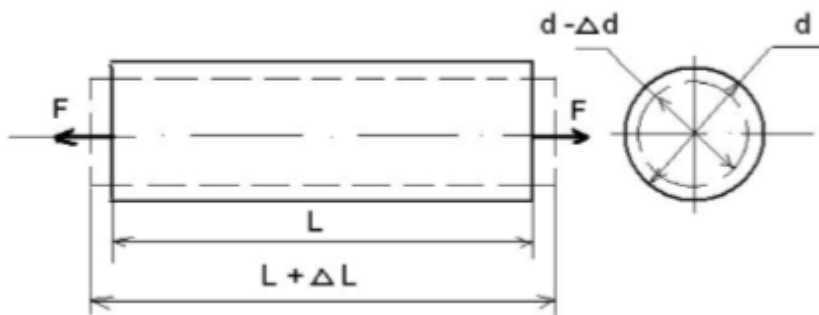
Тема: Розтяг (стискування)

Мета: оволодіти основними термінами та означеннями.

1. Який внутрішній силовий фактор виникає в поперечному перерізі при розтязі _____

2. Записати формулу визначення нормальних напружень при розтязі _____

3. На рисунку конструкція деформована під дією поздовжньої сили



ΔL – це _____

Δd – це _____

4. Записати формули:

- відносного звуження _____

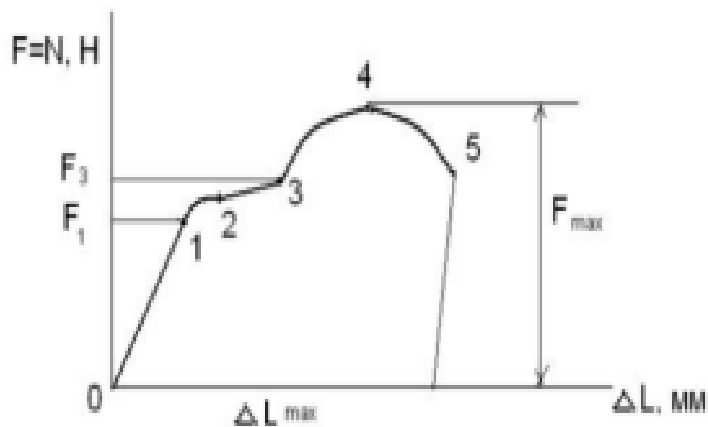
- відносного подовження _____

5. *Запишіть залежність між повздовжньою і поперечною деформацією*

6. *Запишіть формулу закону Гука*

7. *Що характеризує модуль пружності*

8. *Напишіть чому відповідають точки на діаграмі*

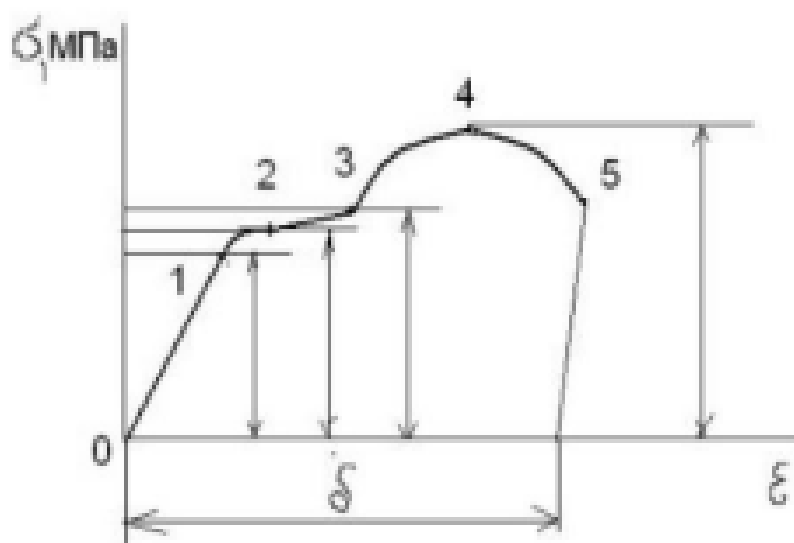


- 1- _____
- 2- _____
- 3- _____
- 4- _____
- 5- _____

9. *Яке напруження вважається допустимим*

10. *Запишіть умову міцності при розтязі*

11. На діаграмі вкажіть основні характеристики міцності



12. Запишіть формулу визначення поперечного перерізу, виходячи з умов міцності при розтязі _____

Висновок _____

Завдання № 3

Тема: Зріз (змінання)

Мета: оволодіти основними термінами та означеннями.

1. Який вид деформації називається зрізом

2. Записати умову міцності при зрізі

3. Який вид деформації називається змінанням

4. Записати умову міцності при змінанні

5. На яких припущеннях базуються практичні розрахунки при зрізі

6. Які напруження виникають при зрізі(змінанні)

Висновок _____

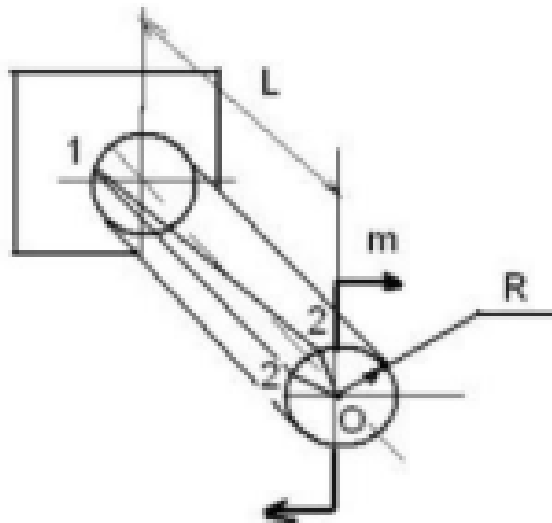
Завдання № 4

Тема: Кручення

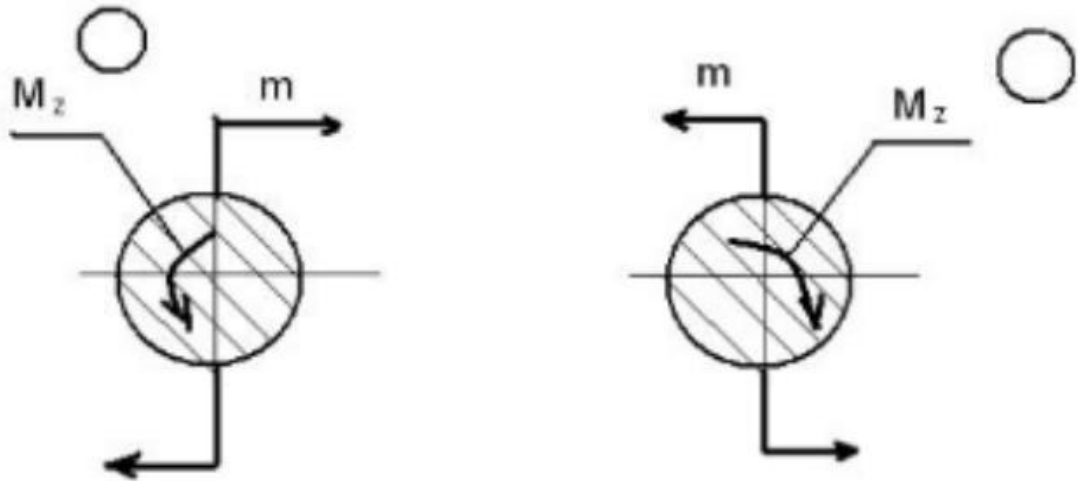
Мета: оволодіти основними термінами та означеннями.

1. Який внутрішній силовий фактор виникає при крученні

2. Позначити на рисунку деформації, які виникають при крученні



3. На якому з представлених рисунків крутільний момент є додатнім, а на якому від'ємним. В кружках поставте знаки



4. *Напишіть формулу для визначення напруження при крученні в будь-якій точці поперечного перерізу*

5. *Запишіть умову міцності при крученні*

6. *Запишіть умову жорсткості при крученні*

7. *Виходячи з умов міцності, запишіть формулу визначення діаметра в небезпечному перерізі*

8. *Виходячи з умов жорсткості, запишіть формулу визначення діаметра в небезпечному перерізі*

9. *Чому дорівнює полярний момент інерції*

10. *Запишіть формулу для визначення полярного моменту опору*

-для круглого поперечного перерізу _____

*-для кільцевого поперечного
перерізу* _____

Висновок _____

Завдання № 5

Тема: Вигин

Мета: оволодіти основними термінами та означеннями.

1. Який вид деформації називається вигином

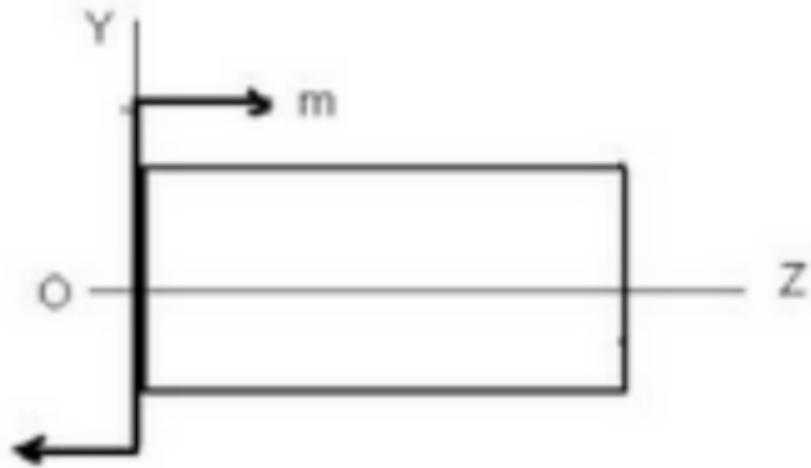
2. Який вигин називається прямим

3. Який вигин називається косим

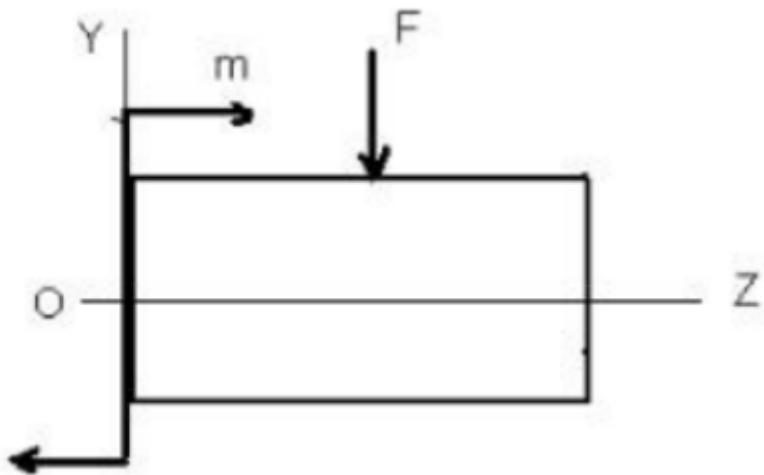
4. Який вигин називається чистим

5. Який вигин називається поперечним

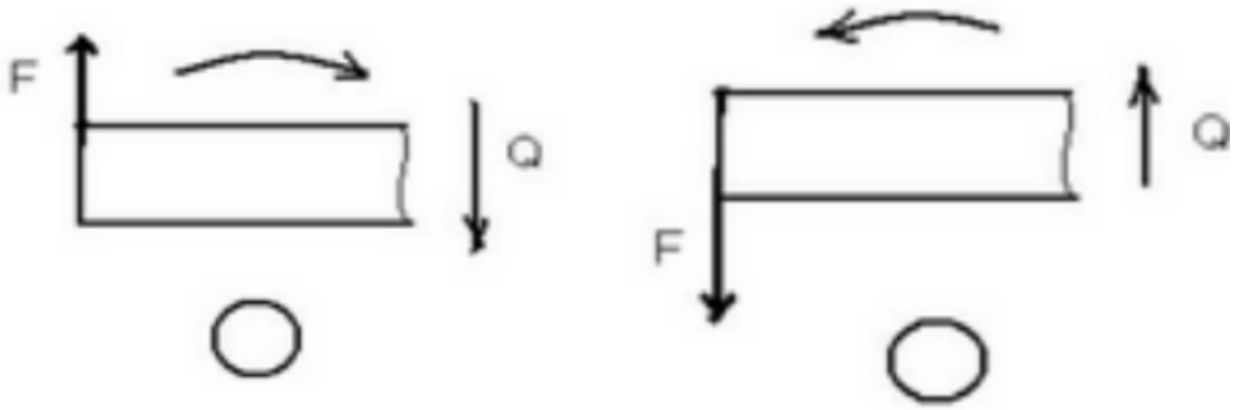
**6. Позначте на рисунку які внутрішні силові фактори виникають при:
-при чистому вигині**



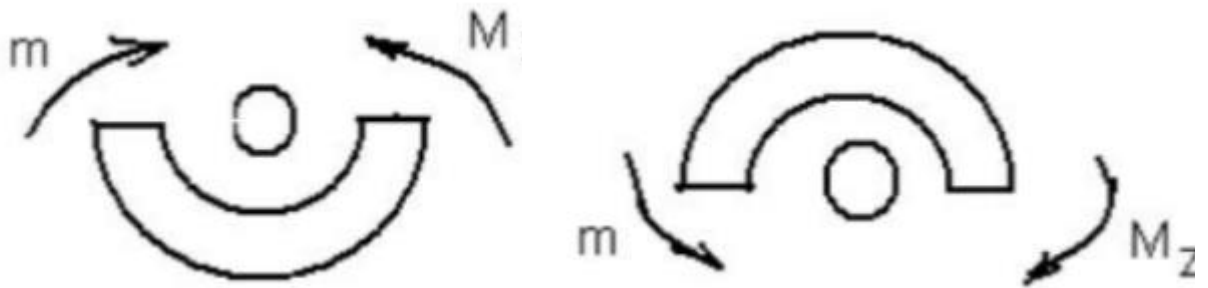
-при поперечному вигині



7. На рисунках (в кружках) позначте знаки поперечних сил



8. На рисунках (в кружках) позначте знаки вигинаючих моментів



9. Запишіть формулу для визначення вигинаючого моменту в довільному поперечному перерізі балки

10. Запишіть формулу для визначення поперечної сили в довільному поперечному перерізі балки

11. Запишіть формулу для визначення нормальних напружень при вигині в будь-якій точці поперечного перерізу

12. Запишіть умову міцності при вигині

Висновок

РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

1. Бондаренко А. А. Ч.1:Статика. Кінематика / А. А. Бондаренко, О. О. Дубіна, О. М. Переяславцев. – Київ: Знання, 2004. – 599 с.
2. Булгаков В.М., Литвинов О.І.,Войтюк Д.Г. Інженерна механіка (Частина 1 Теоретична механіка) / за заг. ред.. В.М. Булгакова. – Вінниця: Нова книга, 2006. – 504 с.
3. Цасюк В.В. Теоретична механіка / В.В. Цасюк. – Київ: Кондор, 2004. – 178 с.
4. Писаренко М. З. Опір матеріалів / М. З. Писаренко., 1993. – 672 с.
5. Шваб'юк В.І. Опір матеріалів: навч. посіб. / В.І. Шваб'юк. – Київ: Знання, 2009. – 380 с.
6. Edward R. Maurer Technical Mechanics: Statics and Dynamics, Forgotten Books , 2018.- 399р.