

## ВИЗНАЧЕННЯ ПЕРЕМІЩЕНЬ У СТЕРЖНЕВИХ СХЕМАХ

### МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

**Мета роботи:** визначити задані переміщення у стержневих схемах

**Схеми 1, 2.** Для визначення переміщення необхідно:

1. Побудувати епюру згин. моментів  $M_p$  від зовнішнього навантаження.
2. Утворити допоміжний стан, приклавши до схеми одиничну узагальнену силу, яка відповідає переміщенню.
3. Побудувати епюру згинальних моментів  $\bar{M}_i$  у допоміжному стані.
4. У рамних схемах обчислити переміщення за формулою Мора.

Повне переміщення точки визначається як геометрична сума її горизонтального і вертикального переміщень:  $\Delta = \sqrt{\Delta_{1p}^2 + \Delta_{2p}^2}$ .

**Схема 3.** У статично визначуваних схемах від дії температури та примусового зміщення опор зусиль не виникає. Тому переміщення визначаються за спеціальними формулами.

$$\text{Від температурної дії: } \Delta_{it} = \sum \alpha \frac{t_1 + t_2}{2} A_{Ni} + \sum \alpha \frac{|t_1 - t_2|}{d} A_{Mi}$$

Тут  $t_1, t_2$  – температура з двох боків стержня;  $d$  – висота поперечного перерізу стержня (приймати прямокутні поперечні перерізи:  $0,3 \times 0,3$  м для стояків та  $0,3 \times 0,4$  м для ригелів);  $A_{Ni}, A_{Mi}$  – площі епюр поздовжніх сил та згинальних моментів на стержнях у допоміжному стані;  $\alpha$  – коефіцієнт температурного розширення матеріалу,  $E$  – модуль пружності (для бетону приймати  $\alpha = 1,2$  град. $^{-1}$ ,  $E = 3000$  МПа).

$$\text{Від примусового зміщення опор: } \Delta_{ic} = - \sum R_{ji} c_j$$

Тут  $c_j$  – примусові зміщення опор;  $R_{ji}$  – опорні реакції допоміжного стану, що відповідають заданим переміщенням опор. Звідси випливає, що для визначення переміщення епюри зусиль можна не будувати, обмежившись визначенням опорних реакцій у допоміжному стані.

**Схема 4.** У фермах переміщення визначаються за формулою Максвелла:

$$\Delta_{ic} = \sum \frac{\bar{N}_i N_p}{EA} s$$

Тут  $\bar{N}_i, N_p$  – зусилля в стержнях у допоміжному та вантажному станах;  $s, EA$  – довжини та жорсткості стержнів на поздовжні деформації.

В усіх формулах обчислення сум ведеться по всіх стержнях схеми.

## ВИЗНАЧЕННЯ ПЕРЕМІЩЕНЬ У СТЕРЖНЕВИХ СХЕМАХ

### МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

**Мета роботи:** визначити задані переміщення у стержневих схемах

**Схеми 1, 2.** Для визначення переміщення необхідно:

5. Побудувати епюру згин. моментів  $M_p$  від зовнішнього навантаження.
6. Утворити допоміжний стан, приклавши до схеми одиничну узагальнену силу, яка відповідає переміщенню.
7. Побудувати епюру згинальних моментів  $\bar{M}_i$  у допоміжному стані.
8. У рамних схемах обчислити переміщення за формулою Мора.

Повне переміщення точки визначається як геометрична сума її горизонтального і вертикального переміщень:  $\Delta = \sqrt{\Delta_{1p}^2 + \Delta_{2p}^2}$ .

**Схема 3.** У статично визначуваних схемах від дії температури та примусового зміщення опор зусиль не виникає. Тому переміщення визначаються за спеціальними формулами.

$$\text{Від температурної дії: } \Delta_{it} = \sum \alpha \frac{t_1 + t_2}{2} A_{Ni} + \sum \alpha \frac{|t_1 - t_2|}{d} A_{Mi}$$

Тут  $t_1, t_2$  – температура з двох боків стержня;  $d$  – висота поперечного перерізу стержня (приймати прямокутні поперечні перерізи:  $0,3 \times 0,3$  м для стояків та  $0,3 \times 0,4$  м для ригелів);  $A_{Ni}, A_{Mi}$  – площі епюр поздовжніх сил та згинальних моментів на стержнях у допоміжному стані;  $\alpha$  – коефіцієнт температурного розширення матеріалу,  $E$  – модуль пружності (для бетону приймати  $\alpha = 1,2$  град. $^{-1}$ ,  $E = 3000$  МПа).

$$\text{Від примусового зміщення опор: } \Delta_{ic} = - \sum R_{ji} c_j$$

Тут  $c_j$  – примусові зміщення опор;  $R_{ji}$  – опорні реакції допоміжного стану, що відповідають заданим переміщенням опор. Звідси випливає, що для визначення переміщення епюри зусиль можна не будувати, обмежившись визначенням опорних реакцій у допоміжному стані.

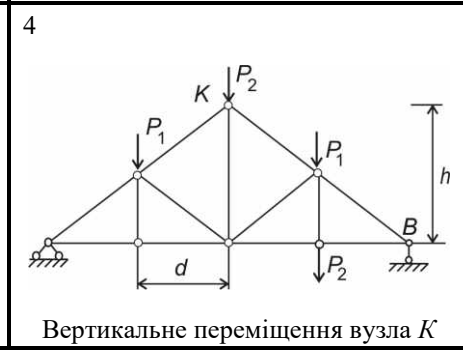
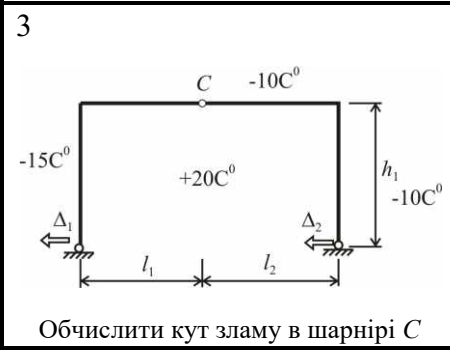
**Схема 4.** У фермах переміщення визначаються за формулою Максвелла:

$$\Delta_{ic} = \sum \frac{\bar{N}_i N_p}{EA} s$$

Тут  $\bar{N}_i, N_p$  – зусилля в стержнях у допоміжному та вантажному станах;  $s, EA$  – довжини та жорсткості стержнів на поздовжні деформації.

В усіх формулах обчислення сум ведеться по всіх стержнях схеми.

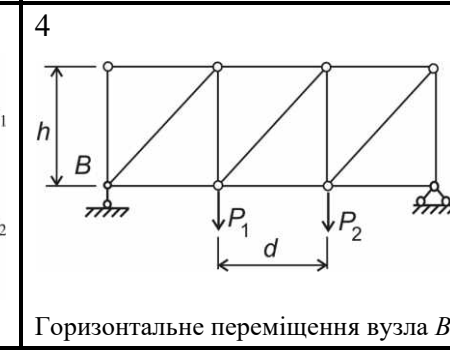
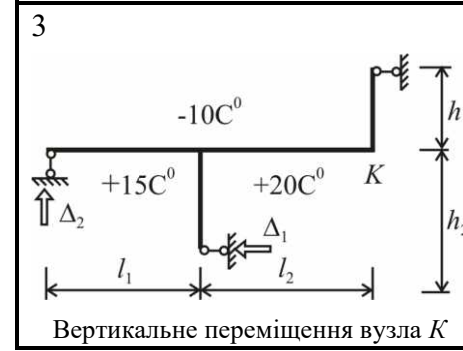
**1** ВИЗНАЧЕННЯ ПЕРЕМІЩЕНЬ У СТЕРЖНЕВИХ СХЕМАХ



Вхідні дані

№	$l_1$ (м)	$l_2$ (м)	$d$ (м)	$h_1$ (м)	$h_2$ (м)	$q$ (кН/м)	$P_1$ (кН)	$P_2$ (кН)	$M$ (кНм)
1	2,4	3,6	1,5	3,0	2,0	3,0	12	15	15
2	3,0	2,2	1,8	2,0	3,2	2,0	16	10	12
3	3,2	4,0	2,0	3,6	3,0	4,0	20	8	9
4	4,8	2,0	2,4	2,6	3,4	3,0	8	20	6
5	3,6	3,0	2,8	2,4	3,6	2,0	10	16	4
6	4,0	4,2	3,0	3,2	4,0	4,0	15	12	8

**2** ВИЗНАЧЕННЯ ПЕРЕМІЩЕНЬ У СТЕРЖНЕВИХ СХЕМАХ

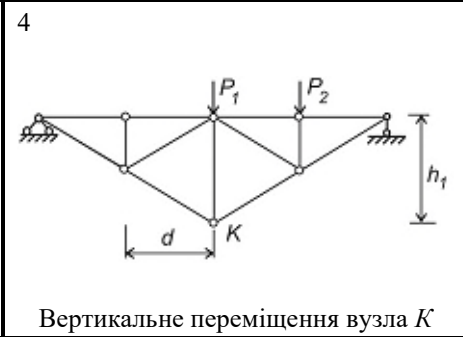
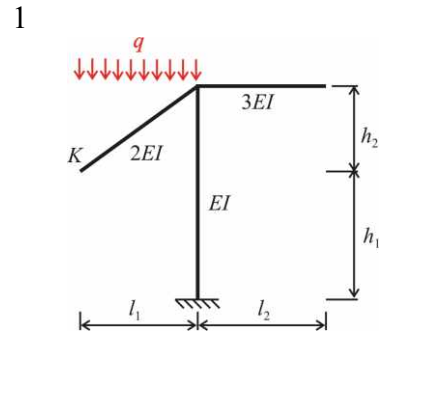


Вхідні дані

№	$l_1$ (м)	$l_2$ (м)	$d$ (м)	$h_1$ (м)	$h_2$ (м)	$q$ (кН/м)	$P_1$ (кН)	$P_2$ (кН)	$M$ (кНм)
1	2,4	3,6	1,5	3,0	2,0	3,0	12	15	15
2	3,0	2,2	1,8	2,0	3,2	2,0	16	10	12
3	3,2	4,0	2,0	3,6	3,0	4,0	20	8	9
4	4,8	2,0	2,4	2,6	3,4	3,0	8	20	6
5	3,6	3,0	2,8	2,4	3,6	2,0	10	16	4
6	4,0	4,2	3,0	3,2	4,0	4,0	15	12	8

3

ВИЗНАЧЕННЯ ПЕРЕМІЩЕНЬ У СТЕРЖНЕВИХ СХЕМАХ

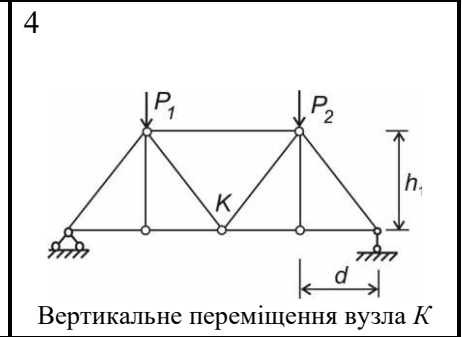
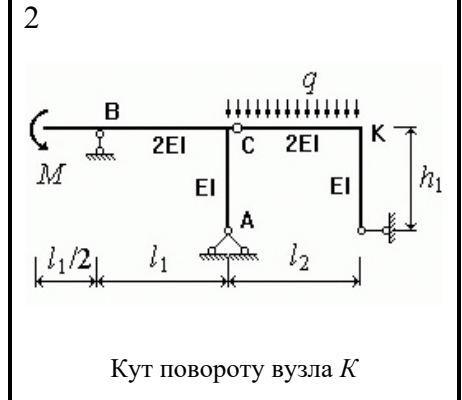
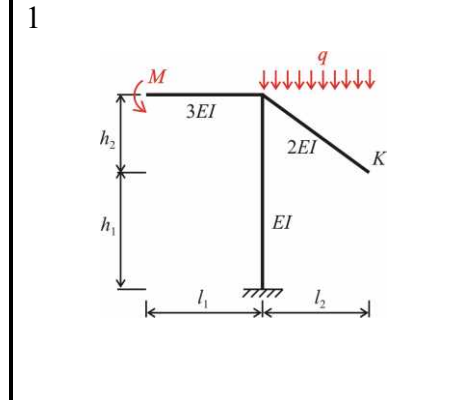


Вхідні дані

№	$l_1$ (м)	$l_2$ (м)	$d$ (м)	$h_1$ (м)	$h_2$ (м)	$q$ (кН/м)	$P_1$ (кН)	$P_2$ (кН)	$M$ (кНм)
1	2,4	3,6	1,5	3,0	2,0	3,0	12	15	15
2	3,0	2,2	1,8	2,0	3,2	2,0	16	10	12
3	3,2	4,0	2,0	3,6	3,0	4,0	20	8	9
4	4,8	2,0	2,4	2,6	3,4	3,0	8	20	6
5	3,6	3,0	2,8	2,4	3,6	2,0	10	16	4
6	4,0	4,2	3,0	3,2	4,0	4,0	15	12	8

4

ВИЗНАЧЕННЯ ПЕРЕМІЩЕНЬ У СТЕРЖНЕВИХ СХЕМАХ

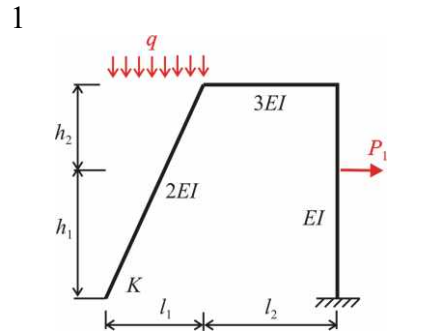
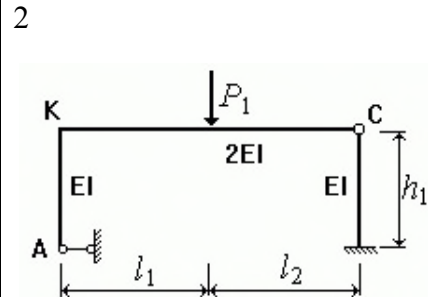
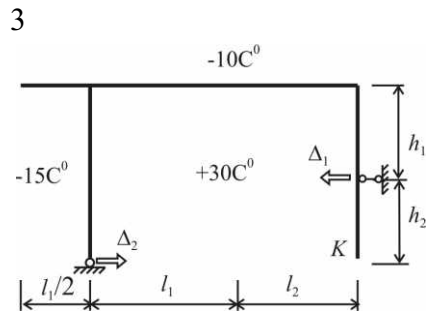
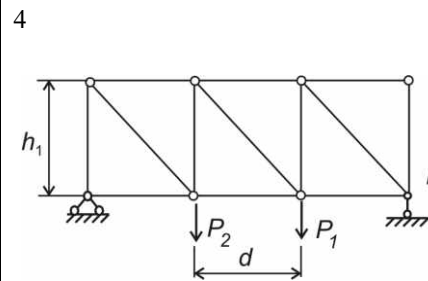


Вхідні дані

№	$l_1$ (м)	$l_2$ (м)	$d$ (м)	$h_1$ (м)	$h_2$ (м)	$q$ (кН/м)	$P_1$ (кН)	$P_2$ (кН)	$M$ (кНм)
1	2,4	3,6	1,5	3,0	2,0	3,0	12	15	15
2	3,0	2,2	1,8	2,0	3,2	2,0	16	10	12
3	3,2	4,0	2,0	3,6	3,0	4,0	20	8	9
4	4,8	2,0	2,4	2,6	3,4	3,0	8	20	6
5	3,6	3,0	2,8	2,4	3,6	2,0	10	16	4
6	4,0	4,2	3,0	3,2	4,0	4,0	15	12	8

5

ВИЗНАЧЕННЯ ПЕРЕМІЩЕНЬ У СТЕРЖНЕВИХ СХЕМАХ

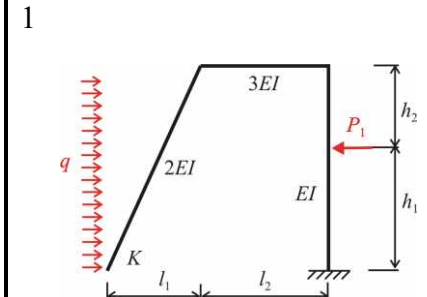
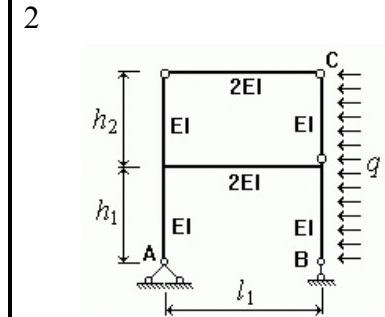
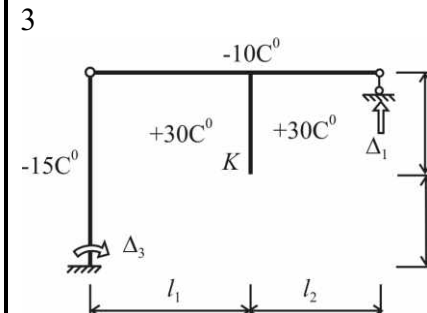
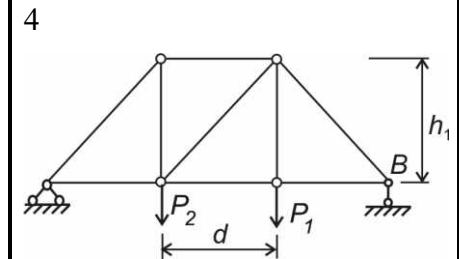
Повне переміщення перерізу  $K$ Кут зламу в шарнірі  $C$ Вертикальне переміщення точки  $B$ Горизонтальне переміщення вузла  $B$ 

Вхідні дані

№	$l_1$ (м)	$l_2$ (м)	$d$ (м)	$h_1$ (м)	$h_2$ (м)	$q$ (кН/м)	$P_1$ (кН)	$P_2$ (кН)	$M$ (кНм)
1	2,4	3,6	1,5	3,0	2,0	3,0	12	15	15
2	3,0	2,2	1,8	2,0	3,2	2,0	16	10	12
3	3,2	4,0	2,0	3,6	3,0	4,0	20	8	9
4	4,8	2,0	2,4	2,6	3,4	3,0	8	20	6
5	3,6	3,0	2,8	2,4	3,6	2,0	10	16	4
6	4,0	4,2	3,0	3,2	4,0	4,0	15	12	8

6

ВИЗНАЧЕННЯ ПЕРЕМІЩЕНЬ У СТЕРЖНЕВИХ СХЕМАХ

Повне переміщення перерізу  $K$ Кут зламу в шарнірі  $C$ Вертикальне переміщення точки  $K$ Горизонтальне переміщення вузла  $B$ 

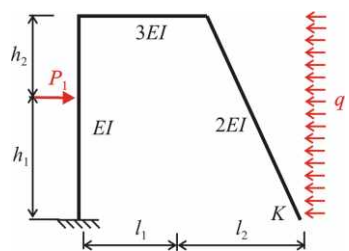
Вхідні дані

№	$l_1$ (м)	$l_2$ (м)	$d$ (м)	$h_1$ (м)	$h_2$ (м)	$q$ (кН/м)	$P_1$ (кН)	$P_2$ (кН)	$M$ (кНм)
1	2,4	3,6	1,5	3,0	2,0	3,0	12	15	15
2	3,0	2,2	1,8	2,0	3,2	2,0	16	10	12
3	3,2	4,0	2,0	3,6	3,0	4,0	20	8	9
4	4,8	2,0	2,4	2,6	3,4	3,0	8	20	6
5	3,6	3,0	2,8	2,4	3,6	2,0	10	16	4
6	4,0	4,2	3,0	3,2	4,0	4,0	15	12	8

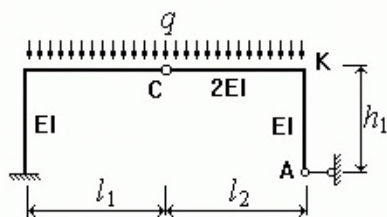
7

ВИЗНАЧЕННЯ ПЕРЕМІЩЕНЬ У СТЕРЖНЕВИХ СХЕМАХ

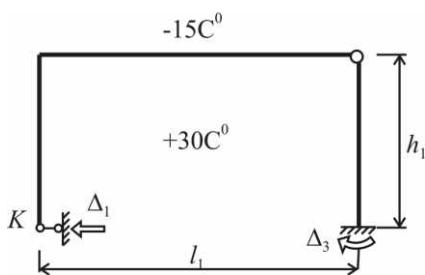
1

Повне переміщення перерізу  $K$ 

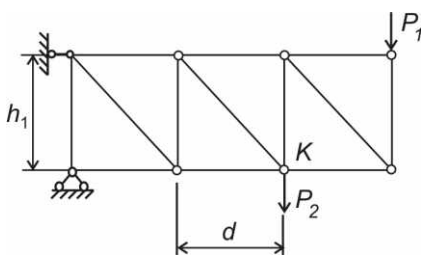
2

Кут зламу в шарнірі  $K$ 

3

Кут повороту на опорі  $K$ 

4

Вертикальне переміщення вузла  $K$ 

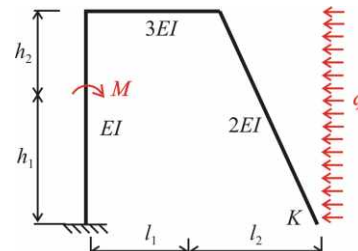
Вхідні дані

№	$l_1$ (м)	$l_2$ (м)	$d$ (м)	$h_1$ (м)	$h_2$ (м)	$q$ (кН/м)	$P_1$ (кН)	$P_2$ (кН)	$M$ (кНм)
1	2,4	3,6	1,5	3,0	2,0	3,0	12	15	15
2	3,0	2,2	1,8	2,0	3,2	2,0	16	10	12
3	3,2	4,0	2,0	3,6	3,0	4,0	20	8	9
4	4,8	2,0	2,4	2,6	3,4	3,0	8	20	6
5	3,6	3,0	2,8	2,4	3,6	2,0	10	16	4
6	4,0	4,2	3,0	3,2	4,0	4,0	15	12	8

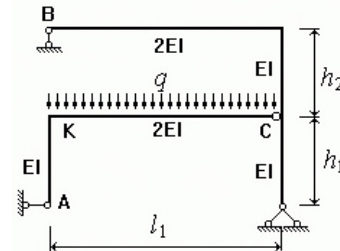
8

ВИЗНАЧЕННЯ ПЕРЕМІЩЕНЬ У СТЕРЖНЕВИХ СХЕМАХ

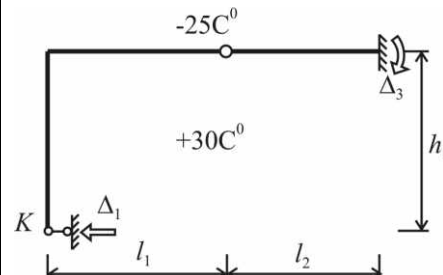
1

Повне переміщення перерізу  $K$ 

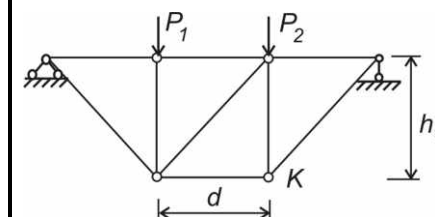
2

Кут зламу в шарнірі  $C$ 

3

Кут повороту на опорі  $K$ 

4

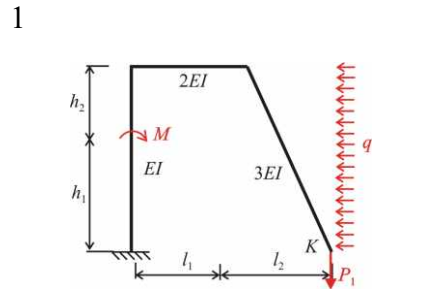
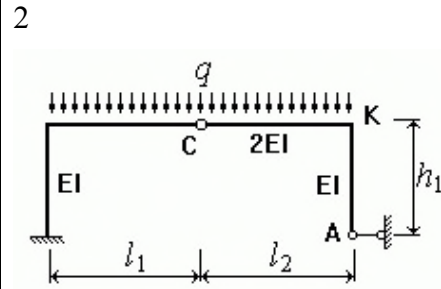
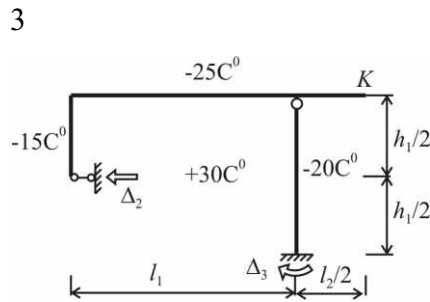
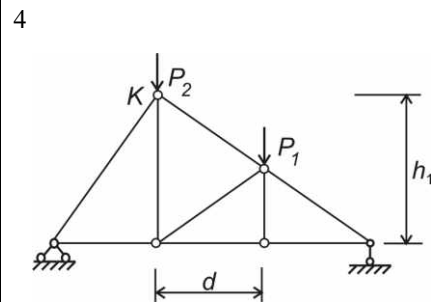
Вертикальне переміщення вузла  $K$ 

Вхідні дані

№	$l_1$ (м)	$l_2$ (м)	$d$ (м)	$h_1$ (м)	$h_2$ (м)	$q$ (кН/м)	$P_1$ (кН)	$P_2$ (кН)	$M$ (кНм)
1	2,4	3,6	1,5	3,0	2,0	3,0	12	15	15
2	3,0	2,2	1,8	2,0	3,2	2,0	16	10	12
3	3,2	4,0	2,0	3,6	3,0	4,0	20	8	9
4	4,8	2,0	2,4	2,6	3,4	3,0	8	20	6
5	3,6	3,0	2,8	2,4	3,6	2,0	10	16	4
6	4,0	4,2	3,0	3,2	4,0	4,0	15	12	8

9

## ВИЗНАЧЕННЯ ПЕРЕМІЩЕНЬ У СТЕРЖНЕВИХ СХЕМАХ

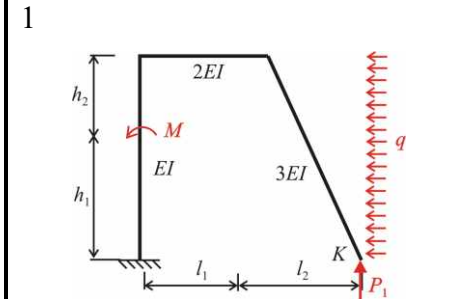
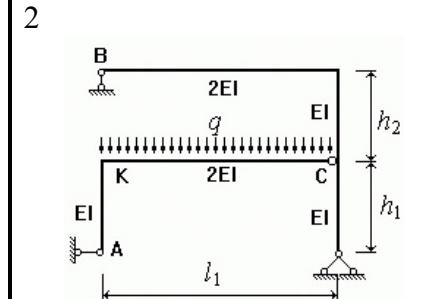
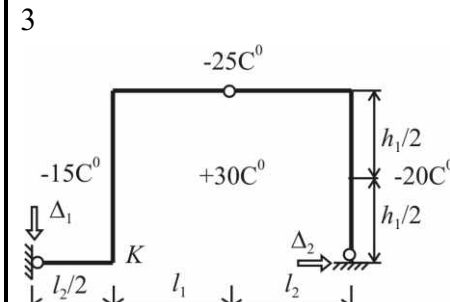
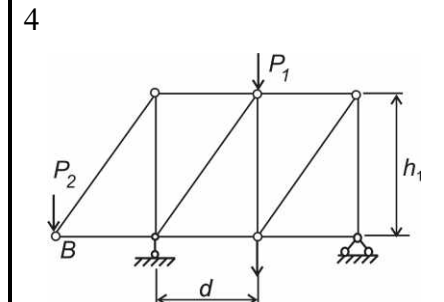
Повне переміщення перерізу  $K$ Кут зламу в шарнірі  $C$ Горизонтальне переміщення точки  $K$ Вертикальне переміщення вузла  $K$ 

Вхідні дані

№	$l_1$ (м)	$l_2$ (м)	$d$ (м)	$h_1$ (м)	$h_2$ (м)	$q$ (кН/м)	$P_1$ (кН)	$P_2$ (кН)	$M$ (кНм)
1	2,4	3,6	1,5	3,0	2,0	3,0	12	15	15
2	3,0	2,2	1,8	2,0	3,2	2,0	16	10	12
3	3,2	4,0	2,0	3,6	3,0	4,0	20	8	9
4	4,8	2,0	2,4	2,6	3,4	3,0	8	20	6
5	3,6	3,0	2,8	2,4	3,6	2,0	10	16	4
6	4,0	4,2	3,0	3,2	4,0	4,0	15	12	8

10

## ВИЗНАЧЕННЯ ПЕРЕМІЩЕНЬ У СТЕРЖНЕВИХ СХЕМАХ

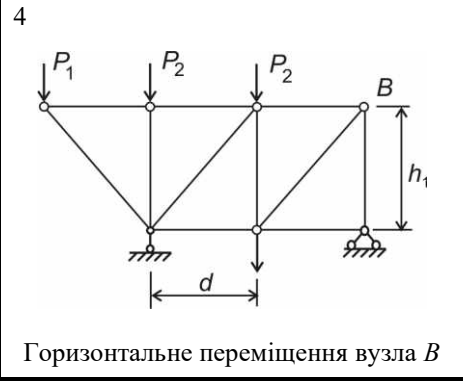
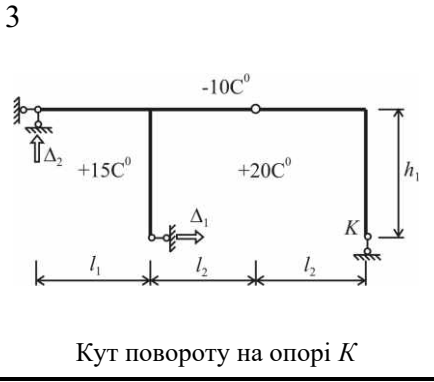
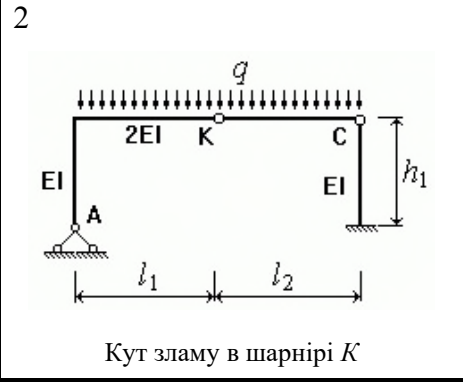
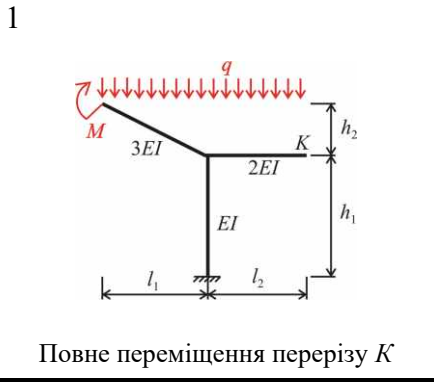
Повне переміщення перерізу  $K$ Кут зламу в шарнірі  $C$ Вертикальне переміщення точки  $K$ Горизонтальне переміщення вузла  $B$ 

Вхідні дані

№	$l_1$ (м)	$l_2$ (м)	$d$ (м)	$h_1$ (м)	$h_2$ (м)	$q$ (кН/м)	$P_1$ (кН)	$P_2$ (кН)	$M$ (кНм)
1	2,4	3,6	1,5	3,0	2,0	3,0	12	15	15
2	3,0	2,2	1,8	2,0	3,2	2,0	16	10	12
3	3,2	4,0	2,0	3,6	3,0	4,0	20	8	9
4	4,8	2,0	2,4	2,6	3,4	3,0	8	20	6
5	3,6	3,0	2,8	2,4	3,6	2,0	10	16	4
6	4,0	4,2	3,0	3,2	4,0	4,0	15	12	8

11

ВИЗНАЧЕННЯ ПЕРЕМІЩЕНЬ У СТЕРЖНЕВИХ СХЕМАХ

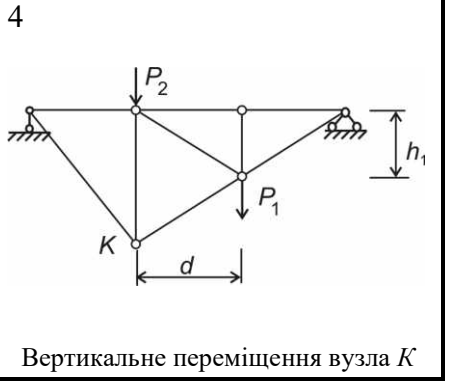
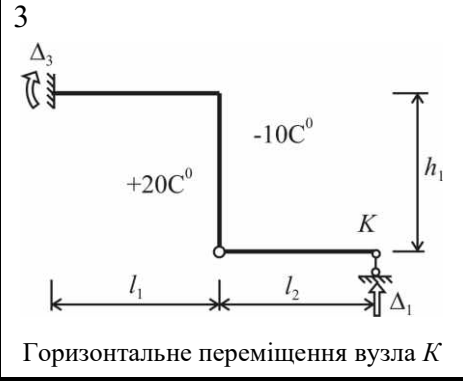
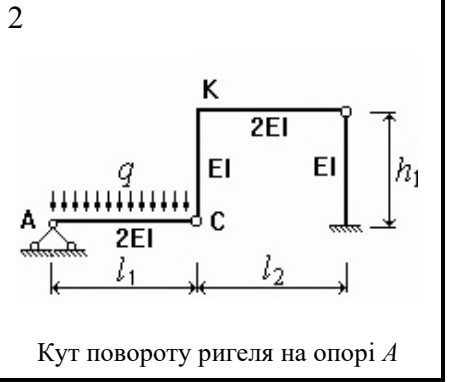
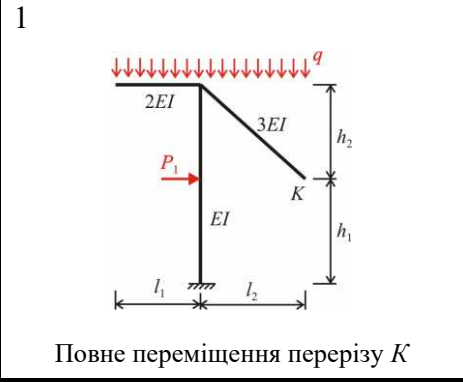


Вхідні дані

№	$l_1$ (м)	$l_2$ (м)	$d$ (м)	$h_1$ (м)	$h_2$ (м)	$q$ (кН/м)	$P_1$ (кН)	$P_2$ (кН)	$M$ (кНм)
1	2,4	3,6	1,5	3,0	2,0	3,0	12	15	15
2	3,0	2,2	1,8	2,0	3,2	2,0	16	10	12
3	3,2	4,0	2,0	3,6	3,0	4,0	20	8	9
4	4,8	2,0	2,4	2,6	3,4	3,0	8	20	6
5	3,6	3,0	2,8	2,4	3,6	2,0	10	16	4
6	4,0	4,2	3,0	3,2	4,0	4,0	15	12	8

12

ВИЗНАЧЕННЯ ПЕРЕМІЩЕНЬ У СТЕРЖНЕВИХ СХЕМАХ



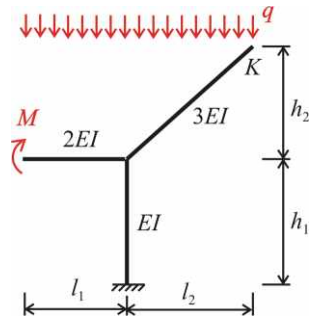
Вхідні дані

№	$l_1$ (м)	$l_2$ (м)	$d$ (м)	$h_1$ (м)	$h_2$ (м)	$q$ (кН/м)	$P_1$ (кН)	$P_2$ (кН)	$M$ (кНм)
1	2,4	3,6	1,5	3,0	2,0	3,0	12	15	15
2	3,0	2,2	1,8	2,0	3,2	2,0	16	10	12
3	3,2	4,0	2,0	3,6	3,0	4,0	20	8	9
4	4,8	2,0	2,4	2,6	3,4	3,0	8	20	6
5	3,6	3,0	2,8	2,4	3,6	2,0	10	16	4
6	4,0	4,2	3,0	3,2	4,0	4,0	15	12	8

13

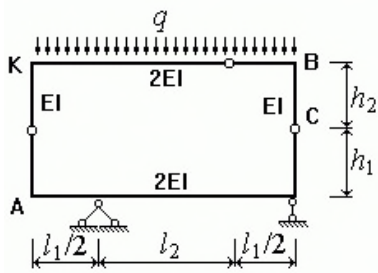
ВИЗНАЧЕННЯ ПЕРЕМІЩЕНЬ У СТЕРЖНЕВИХ СХЕМАХ

1



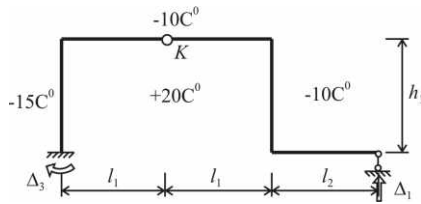
Повне переміщення вузла K

2



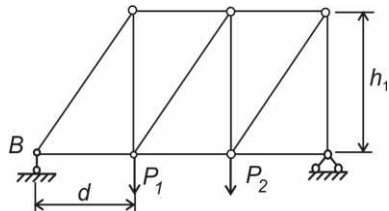
Кут повороту перерізу K

3



Кут зламу в шарнірі K

4



Горизонтальне переміщення вузла B

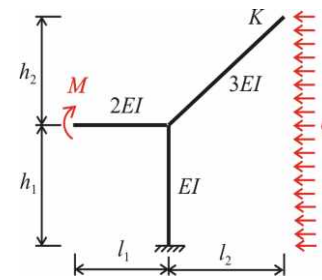
Вхідні дані

№	$l_1$ (м)	$l_2$ (м)	$d$ (м)	$h_1$ (м)	$h_2$ (м)	$q$ (кН/м)	$P_1$ (кН)	$P_2$ (кН)	$M$ (кНм)
1	2,4	3,6	1,5	3,0	2,0	3,0	12	15	15
2	3,0	2,2	1,8	2,0	3,2	2,0	16	10	12
3	3,2	4,0	2,0	3,6	3,0	4,0	20	8	9
4	4,8	2,0	2,4	2,6	3,4	3,0	8	20	6
5	3,6	3,0	2,8	2,4	3,6	2,0	10	16	4
6	4,0	4,2	3,0	3,2	4,0	4,0	15	12	8

14

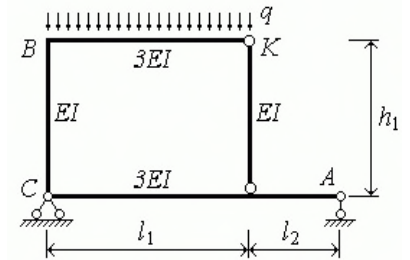
ВИЗНАЧЕННЯ ПЕРЕМІЩЕНЬ У СТЕРЖНЕВИХ СХЕМАХ

1



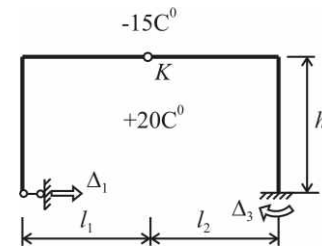
Повне переміщення вузла K

2



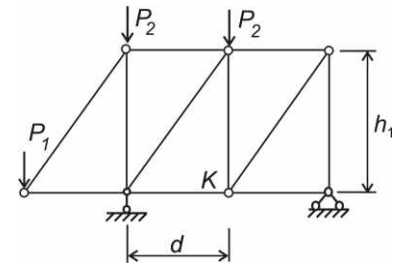
Кут повороту перерізу B

3



Кут зламу в шарнірі K

4



Вертикальне переміщення вузла K

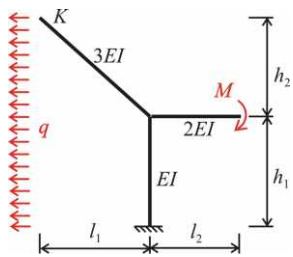
Вхідні дані

№	$l_1$ (м)	$l_2$ (м)	$d$ (м)	$h_1$ (м)	$h_2$ (м)	$q$ (кН/м)	$P_1$ (кН)	$P_2$ (кН)	$M$ (кНм)
1	2,4	3,6	1,5	3,0	2,0	3,0	12	15	15
2	3,0	2,2	1,8	2,0	3,2	2,0	16	10	12
3	3,2	4,0	2,0	3,6	3,0	4,0	20	8	9
4	4,8	2,0	2,4	2,6	3,4	3,0	8	20	6
5	3,6	3,0	2,8	2,4	3,6	2,0	10	16	4
6	4,0	4,2	3,0	3,2	4,0	4,0	15	12	8

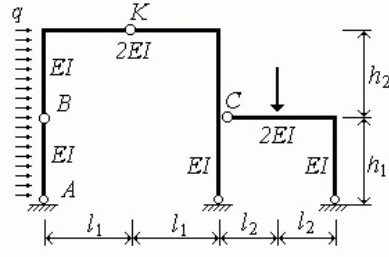
15

ВИЗНАЧЕННЯ ПЕРЕМІЩЕНЬ У СТЕРЖНЕВИХ СХЕМАХ

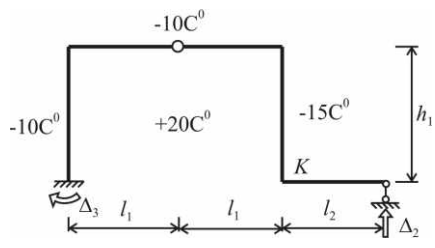
1

Повне переміщення перерізу  $K$ 

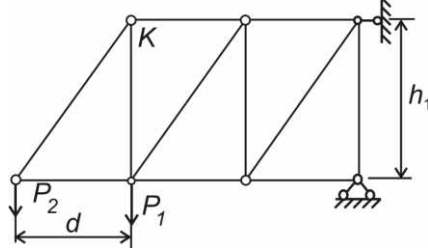
2

Кут повороту стійки на опори  $A$ 

3

Горизонтальне переміщення точки  $K$ 

4

Вертикальне переміщення вузла  $K$ 

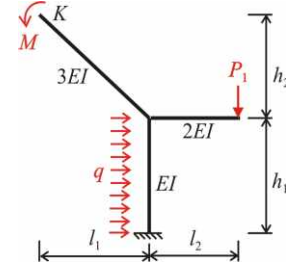
Вхідні дані

№	$l_1$ (м)	$l_2$ (м)	$d$ (м)	$h_1$ (м)	$h_2$ (м)	$q$ (кН/м)	$P_1$ (кН)	$P_2$ (кН)	$M$ (кНм)
1	2,4	3,6	1,5	3,0	2,0	3,0	12	15	15
2	3,0	2,2	1,8	2,0	3,2	2,0	16	10	12
3	3,2	4,0	2,0	3,6	3,0	4,0	20	8	9
4	4,8	2,0	2,4	2,6	3,4	3,0	8	20	6
5	3,6	3,0	2,8	2,4	3,6	2,0	10	16	4
6	4,0	4,2	3,0	3,2	4,0	4,0	15	12	8

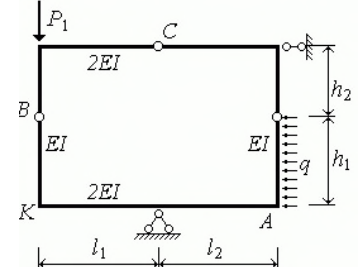
16

ВИЗНАЧЕННЯ ПЕРЕМІЩЕНЬ У СТЕРЖНЕВИХ СХЕМАХ

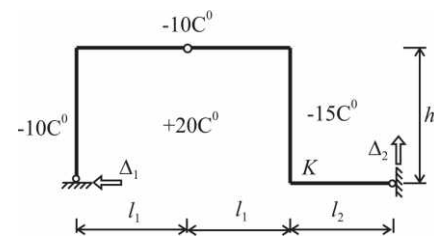
1

Повне переміщення вузла  $K$ 

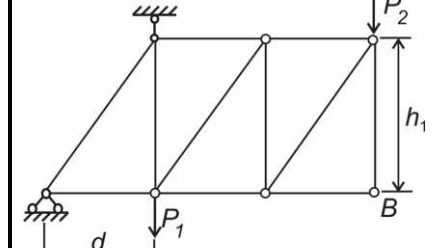
2

Кут зламу в шарнірі  $B$ 

3

Кут повороту перерізу  $K$ 

4

Горизонтальне переміщення вузла  $B$ 

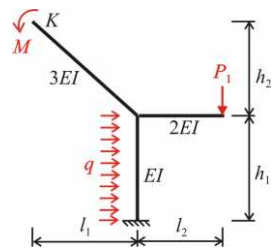
Вхідні дані

№	$l_1$ (м)	$l_2$ (м)	$d$ (м)	$h_1$ (м)	$h_2$ (м)	$q$ (кН/м)	$P_1$ (кН)	$P_2$ (кН)	$M$ (кНм)
1	2,4	3,6	1,5	3,0	2,0	3,0	12	15	15
2	3,0	2,2	1,8	2,0	3,2	2,0	16	10	12
3	3,2	4,0	2,0	3,6	3,0	4,0	20	8	9
4	4,8	2,0	2,4	2,6	3,4	3,0	8	20	6
5	3,6	3,0	2,8	2,4	3,6	2,0	10	16	4
6	4,0	4,2	3,0	3,2	4,0	4,0	15	12	8

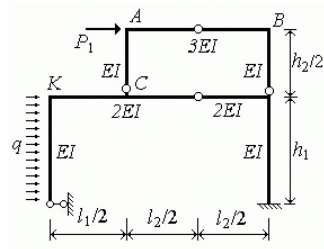
17

ВИЗНАЧЕННЯ ПЕРЕМІЩЕНЬ У СТЕРЖНЕВИХ СХЕМАХ

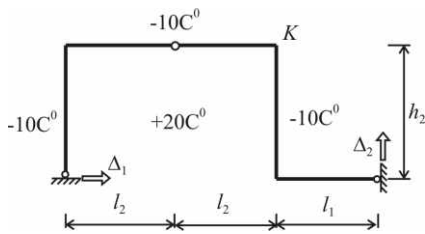
1

Повне переміщення вузла  $K$ 

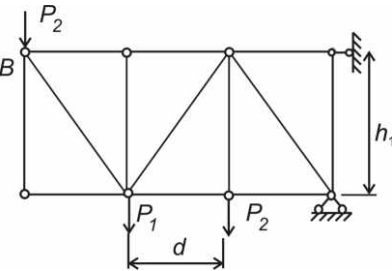
2

Кут повороту вузла  $A$ 

3

Кут повороту перерізу  $K$ 

4

Горизонтальне переміщення вузла  $B$ 

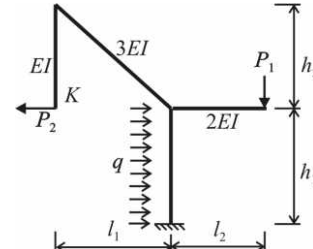
Вхідні дані

№	$l_1$ (м)	$l_2$ (м)	$d$ (м)	$h_1$ (м)	$h_2$ (м)	$q$ (кН/м)	$P_1$ (кН)	$P_2$ (кН)	$M$ (кНм)
1	2,4	3,6	1,5	3,0	2,0	3,0	12	15	15
2	3,0	2,2	1,8	2,0	3,2	2,0	16	10	12
3	3,2	4,0	2,0	3,6	3,0	4,0	20	8	9
4	4,8	2,0	2,4	2,6	3,4	3,0	8	20	6
5	3,6	3,0	2,8	2,4	3,6	2,0	10	16	4
6	4,0	4,2	3,0	3,2	4,0	4,0	15	12	8

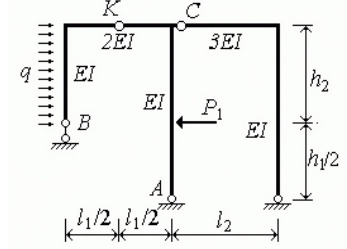
18

ВИЗНАЧЕННЯ ПЕРЕМІЩЕНЬ У СТЕРЖНЕВИХ СХЕМАХ

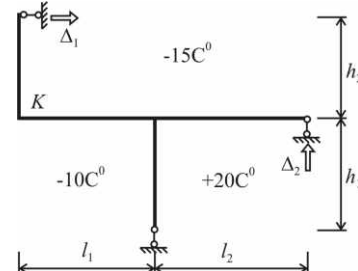
1

Повне переміщення вузла  $K$ 

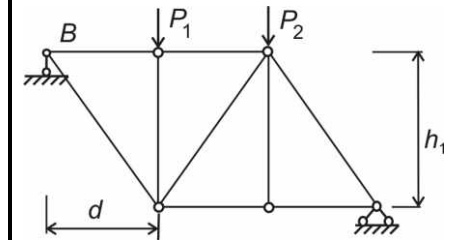
2

Кут повороту стояка на опорі  $B$ 

3

Вертикальне переміщення точки  $K$ 

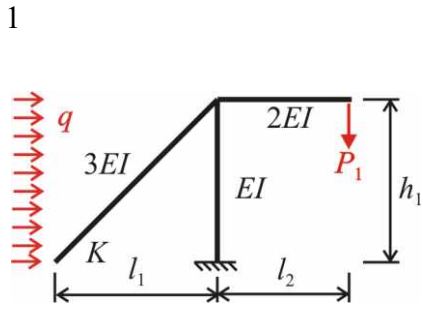
4

Горизонтальне переміщення опори  $B$ 

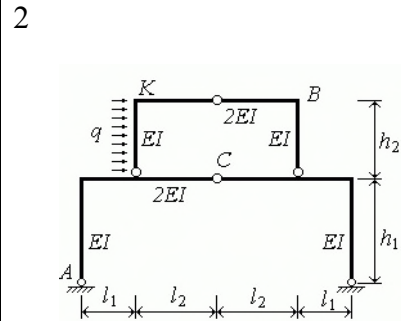
Вхідні дані

№	$l_1$ (м)	$l_2$ (м)	$d$ (м)	$h_1$ (м)	$h_2$ (м)	$q$ (кН/м)	$P_1$ (кН)	$P_2$ (кН)	$M$ (кНм)
1	2,4	3,6	1,5	3,0	2,0	3,0	12	15	15
2	3,0	2,2	1,8	2,0	3,2	2,0	16	10	12
3	3,2	4,0	2,0	3,6	3,0	4,0	20	8	9
4	4,8	2,0	2,4	2,6	3,4	3,0	8	20	6
5	3,6	3,0	2,8	2,4	3,6	2,0	10	16	4
6	4,0	4,2	3,0	3,2	4,0	4,0	15	12	8

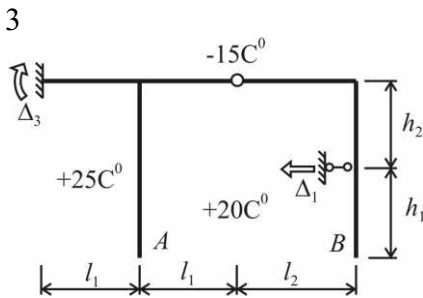
**19** ВИЗНАЧЕННЯ ПЕРЕМІЩЕНЬ У СТЕРЖНЕВИХ СХЕМАХ



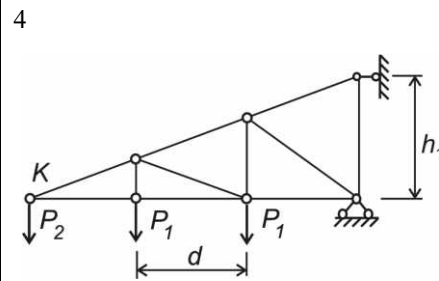
Повне переміщення вузла K



Кут повороту вузла K



Зближення точок A і B

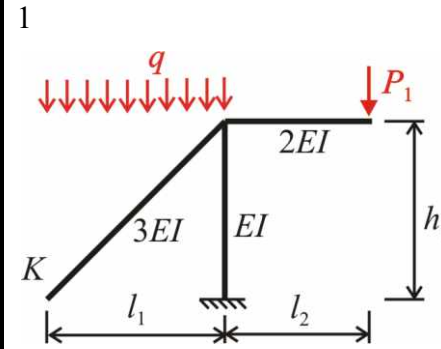


Вертикальне переміщення вузла K

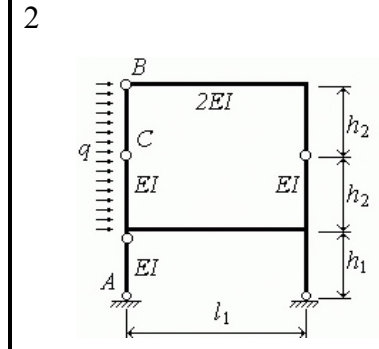
Вхідні дані

№	$l_1$ (м)	$l_2$ (м)	$d$ (м)	$h_1$ (м)	$h_2$ (м)	$q$ (кН/м)	$P_1$ (кН)	$P_2$ (кН)	$M$ (кНм)
1	2,4	3,6	1,5	3,0	2,0	3,0	12	15	15
2	3,0	2,2	1,8	2,0	3,2	2,0	16	10	12
3	3,2	4,0	2,0	3,6	3,0	4,0	20	8	9
4	4,8	2,0	2,4	2,6	3,4	3,0	8	20	6
5	3,6	3,0	2,8	2,4	3,6	2,0	10	16	4
6	4,0	4,2	3,0	3,2	4,0	4,0	15	12	8

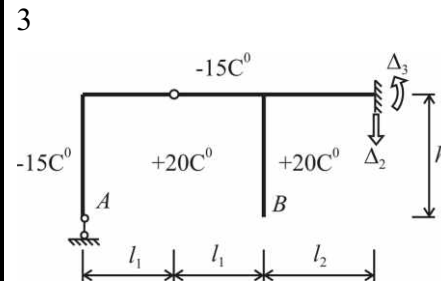
**20** ВИЗНАЧЕННЯ ПЕРЕМІЩЕНЬ У СТЕРЖНЕВИХ СХЕМАХ



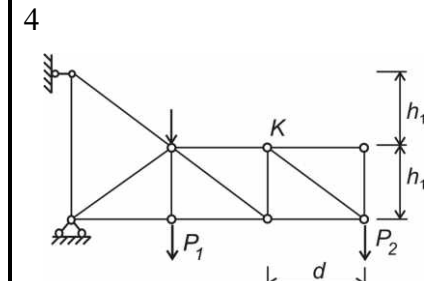
Повне переміщення вузла K



Кут зламу в шарнірі C



Зближення точок A і B



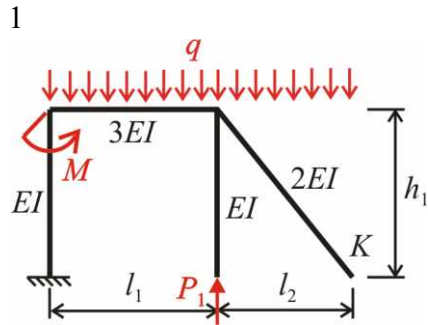
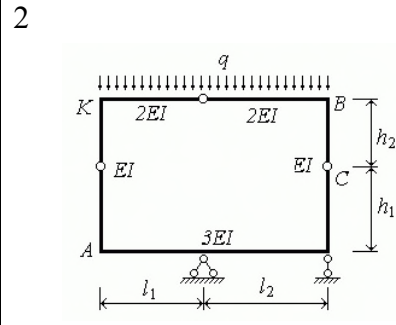
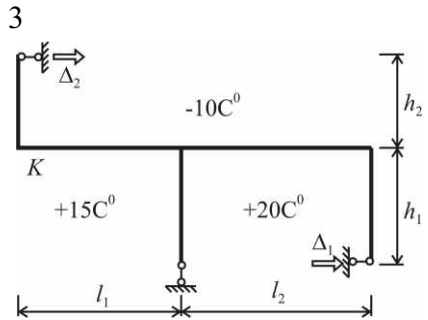
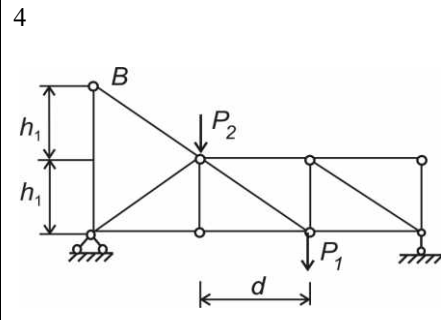
Вертикальне переміщення вузла K

Вхідні дані

№	$l_1$ (м)	$l_2$ (м)	$d$ (м)	$h_1$ (м)	$h_2$ (м)	$q$ (кН/м)	$P_1$ (кН)	$P_2$ (кН)	$M$ (кНм)
1	2,4	3,6	1,5	3,0	2,0	3,0	12	15	15
2	3,0	2,2	1,8	2,0	3,2	2,0	16	10	12
3	3,2	4,0	2,0	3,6	3,0	4,0	20	8	9
4	4,8	2,0	2,4	2,6	3,4	3,0	8	20	6
5	3,6	3,0	2,8	2,4	3,6	2,0	10	16	4
6	4,0	4,2	3,0	3,2	4,0	4,0	15	12	8

21

ВИЗНАЧЕННЯ ПЕРЕМІЩЕНЬ У СТЕРЖНЕВИХ СХЕМАХ

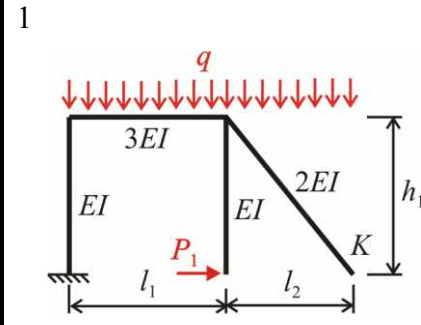
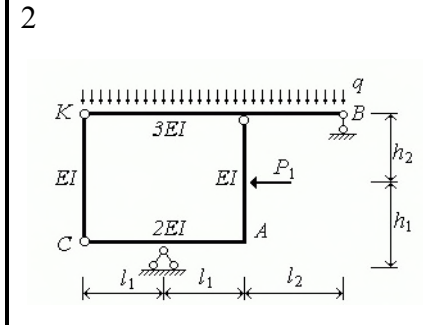
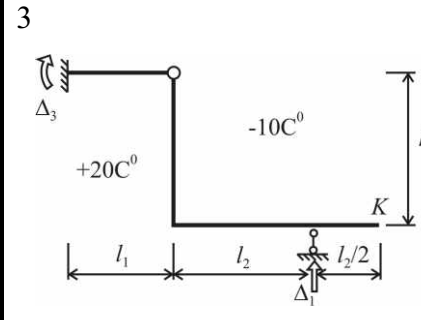
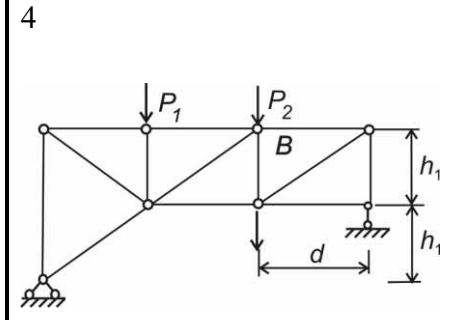
Повне переміщення вузла  $K$ Кут повороту вузла  $B$ Вертикальне переміщення вузла  $K$ Горизонтальне переміщення вузла  $B$ 

Вхідні дані

№	$l_1$ (м)	$l_2$ (м)	$d$ (м)	$h_1$ (м)	$h_2$ (м)	$q$ (кН/м)	$P_1$ (кН)	$P_2$ (кН)	$M$ (кНм)
1	2,4	3,6	1,5	3,0	2,0	3,0	12	15	15
2	3,0	2,2	1,8	2,0	3,2	2,0	16	10	12
3	3,2	4,0	2,0	3,6	3,0	4,0	20	8	9
4	4,8	2,0	2,4	2,6	3,4	3,0	8	20	6
5	3,6	3,0	2,8	2,4	3,6	2,0	10	16	4
6	4,0	4,2	3,0	3,2	4,0	4,0	15	12	8

22

ВИЗНАЧЕННЯ ПЕРЕМІЩЕНЬ У СТЕРЖНЕВИХ СХЕМАХ

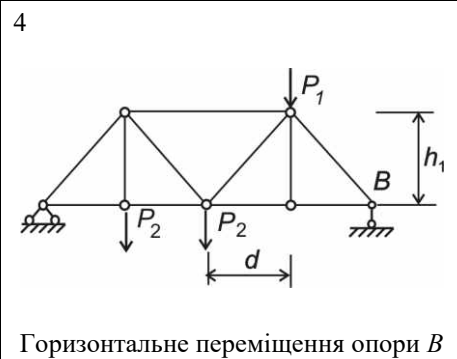
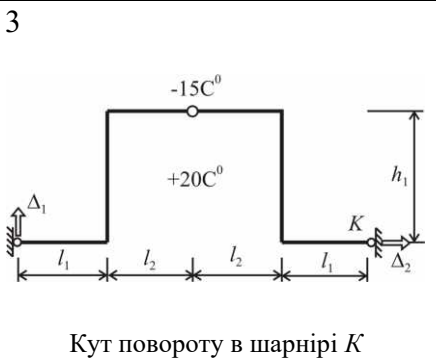
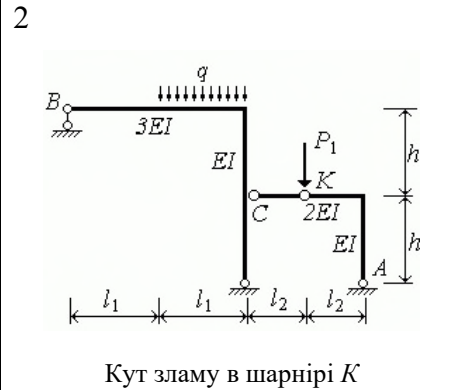
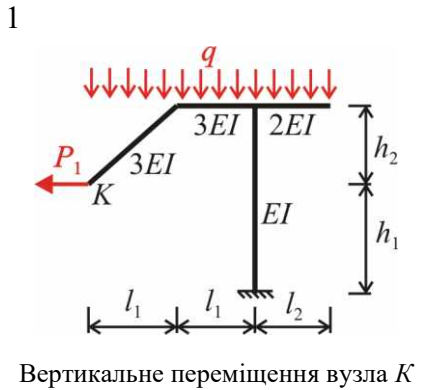
Повне переміщення вузла  $K$ Кут зламу в шарнірі  $C$ Горизонтальне переміщення точки  $K$ Вертикальне переміщення вузла  $B$ 

Вхідні дані

№	$l_1$ (м)	$l_2$ (м)	$d$ (м)	$h_1$ (м)	$h_2$ (м)	$q$ (кН/м)	$P_1$ (кН)	$P_2$ (кН)	$M$ (кНм)
1	2,4	3,6	1,5	3,0	2,0	3,0	12	15	15
2	3,0	2,2	1,8	2,0	3,2	2,0	16	10	12
3	3,2	4,0	2,0	3,6	3,0	4,0	20	8	9
4	4,8	2,0	2,4	2,6	3,4	3,0	8	20	6
5	3,6	3,0	2,8	2,4	3,6	2,0	10	16	4
6	4,0	4,2	3,0	3,2	4,0	4,0	15	12	8

23

ВИЗНАЧЕННЯ ПЕРЕМІЩЕНЬ У СТЕРЖНЕВИХ СХЕМАХ

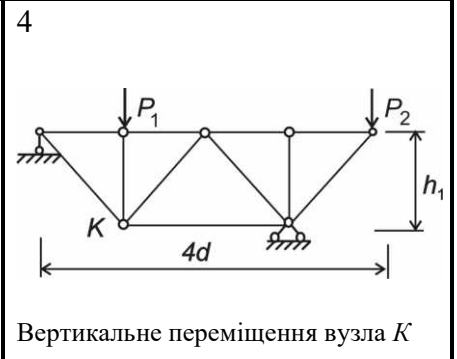
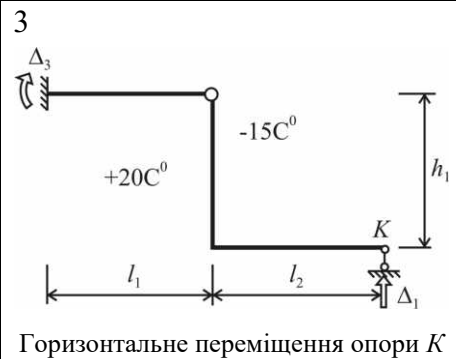
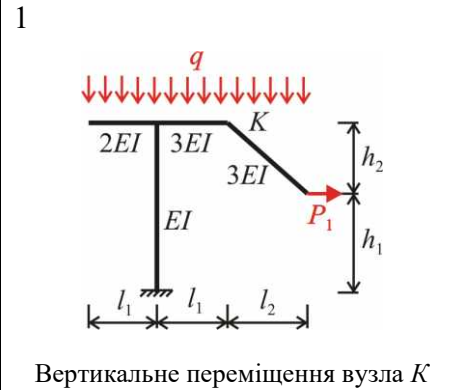


Вхідні дані

№	$l_1$ (м)	$l_2$ (м)	$d$ (м)	$h_1$ (м)	$h_2$ (м)	$q$ (кН/м)	$P_1$ (кН)	$P_2$ (кН)	$M$ (кНм)
1	2,4	3,6	1,5	3,0	2,0	3,0	12	15	15
2	3,0	2,2	1,8	2,0	3,2	2,0	16	10	12
3	3,2	4,0	2,0	3,6	3,0	4,0	20	8	9
4	4,8	2,0	2,4	2,6	3,4	3,0	8	20	6
5	3,6	3,0	2,8	2,4	3,6	2,0	10	16	4
6	4,0	4,2	3,0	3,2	4,0	4,0	15	12	8

24

ВИЗНАЧЕННЯ ПЕРЕМІЩЕНЬ У СТЕРЖНЕВИХ СХЕМАХ

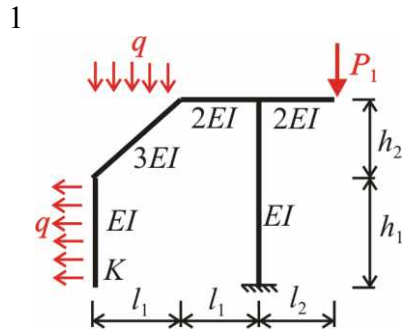
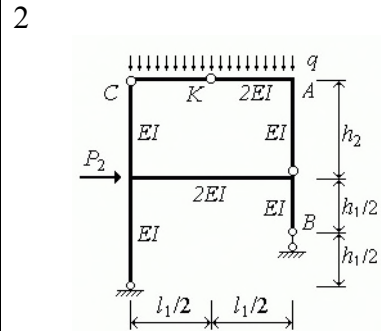
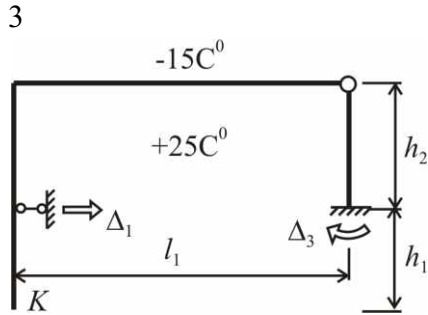
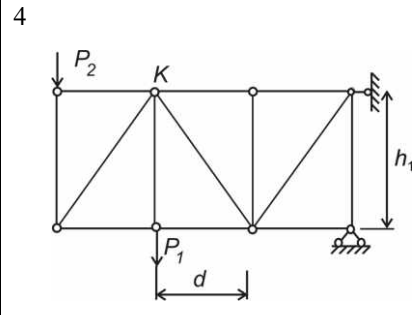


Вхідні дані

№	$l_1$ (м)	$l_2$ (м)	$d$ (м)	$h_1$ (м)	$h_2$ (м)	$q$ (кН/м)	$P_1$ (кН)	$P_2$ (кН)	$M$ (кНм)
1	2,4	3,6	1,5	3,0	2,0	3,0	12	15	15
2	3,0	2,2	1,8	2,0	3,2	2,0	16	10	12
3	3,2	4,0	2,0	3,6	3,0	4,0	20	8	9
4	4,8	2,0	2,4	2,6	3,4	3,0	8	20	6
5	3,6	3,0	2,8	2,4	3,6	2,0	10	16	4
6	4,0	4,2	3,0	3,2	4,0	4,0	15	12	8

25

ВИЗНАЧЕННЯ ПЕРЕМІЩЕНЬ У СТЕРЖНЕВИХ СХЕМАХ

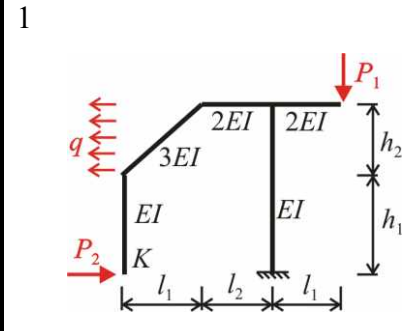
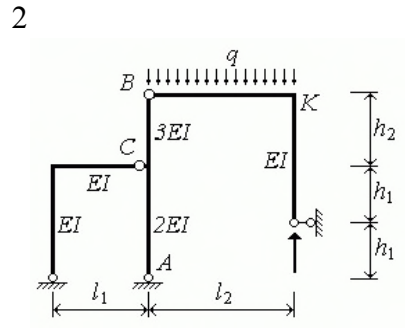
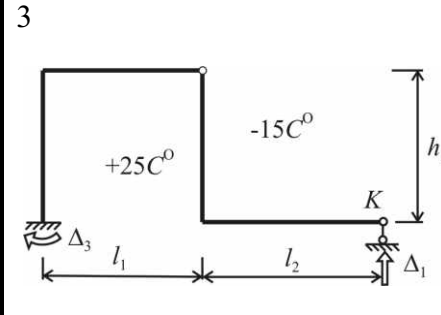
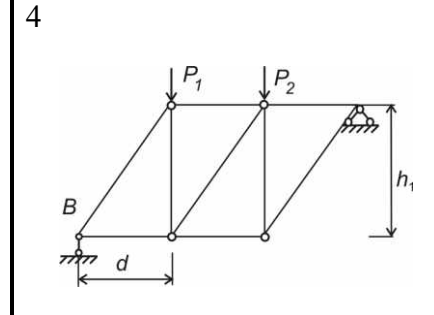
Повне переміщення вузла  $K$ Кут повороту вузла  $A$ Горизонтальне переміщення точки  $K$ Вертикальне переміщення вузла  $K$ 

Вхідні дані

№	$l_1$ (м)	$l_2$ (м)	$d$ (м)	$h_1$ (м)	$h_2$ (м)	$q$ (кН/м)	$P_1$ (кН)	$P_2$ (кН)	$M$ (кНм)
1	2,4	3,6	1,5	3,0	2,0	3,0	12	15	15
2	3,0	2,2	1,8	2,0	3,2	2,0	16	10	12
3	3,2	4,0	2,0	3,6	3,0	4,0	20	8	9
4	4,8	2,0	2,4	2,6	3,4	3,0	8	20	6
5	3,6	3,0	2,8	2,4	3,6	2,0	10	16	4
6	4,0	4,2	3,0	3,2	4,0	4,0	15	12	8

26

ВИЗНАЧЕННЯ ПЕРЕМІЩЕНЬ У СТЕРЖНЕВИХ СХЕМАХ

Повне переміщення вузла  $K$ Кут зламу в шарнірі  $B$ Вертикальне переміщення вузла  $K$ Горизонтальне переміщення опори  $B$ 

Вхідні дані

№	$l_1$ (м)	$l_2$ (м)	$d$ (м)	$h_1$ (м)	$h_2$ (м)	$q$ (кН/м)	$P_1$ (кН)	$P_2$ (кН)	$M$ (кНм)
1	2,4	3,6	1,5	3,0	2,0	3,0	12	15	15
2	3,0	2,2	1,8	2,0	3,2	2,0	16	10	12
3	3,2	4,0	2,0	3,6	3,0	4,0	20	8	9
4	4,8	2,0	2,4	2,6	3,4	3,0	8	20	6
5	3,6	3,0	2,8	2,4	3,6	2,0	10	16	4
6	4,0	4,2	3,0	3,2	4,0	4,0	15	12	8