

Завдання 1

(Завдання на повторення вивченого матеріалу)

ПОБУДОВА ЕПЮР ПОПЕРЕЧНИХ СИЛ І ЗГИНАЮЧИХ МОМЕНТІВ В В СТАТИЧНО ВИЗНАЧЕНІЙ ОДНОПРОЛІТНІЙ БАЛЦІ

Для заданої балки необхідно:

- 1) визначити опорні реакції;
- 2) побудувати епюри поперечних сил Q і згинаючих моментів M ;

Методичні вказівки до завдання 1 і порядок його виконання

1. Згідно з шифром вибрати схему балки на рис. 1 та вихідні дані до неї з табл. 1.
 2. Накреслити в масштабі розрахункову схему балки.
 3. За допомогою рівнянь статички визначити вертикальні реакції на опорах. Якщо в результаті розрахунку реакція виявиться зі знаком мінус, то напрям вибраної реакції слід змінити на протилежний.
- Для контролю правильності визначення реакції скласти рівняння рівноваги, що не було використане при визначенні реакцій.
4. Побудувати епюри поперечних сил і згинаючих моментів M .

Таблиця 1 – Вихідні дані до завдання 1

Перша цифра шифру	a , м	b , м	c , м	Друга цифра шифру	d , м	F , кН	Третя цифра шифру	Номер схеми	M , кН·м	q , кН/м
1	2,5	3,0	1,0	1	1,0	10	1	1	50	10
2	3,0	2,0	1,5	2	2,0	30	2	2	60	20
3	2,0	2,5	1,0	3	3,0	20	3	3	40	30
4	1,0	3,0	0,5	4	1,5	15	4	4	30	5
5	0,5	2,0	1,5	5	0,5	35	5	5	20	15
6	3,0	3,0	0,5	6	2,0	25	6	6	70	25
7	2,5	2,5	1,0	7	2,5	10	7	7	60	10
8	1,5	3,0	0,5	8	1,0	40	8	8	40	20
9	1,0	2,5	1,0	9	1,0	30	9	9	30	30
0	2,0	2,0	0,5	0	1,0	20	0	10	50	10

Примітка. Довжина $l = a+c+d$

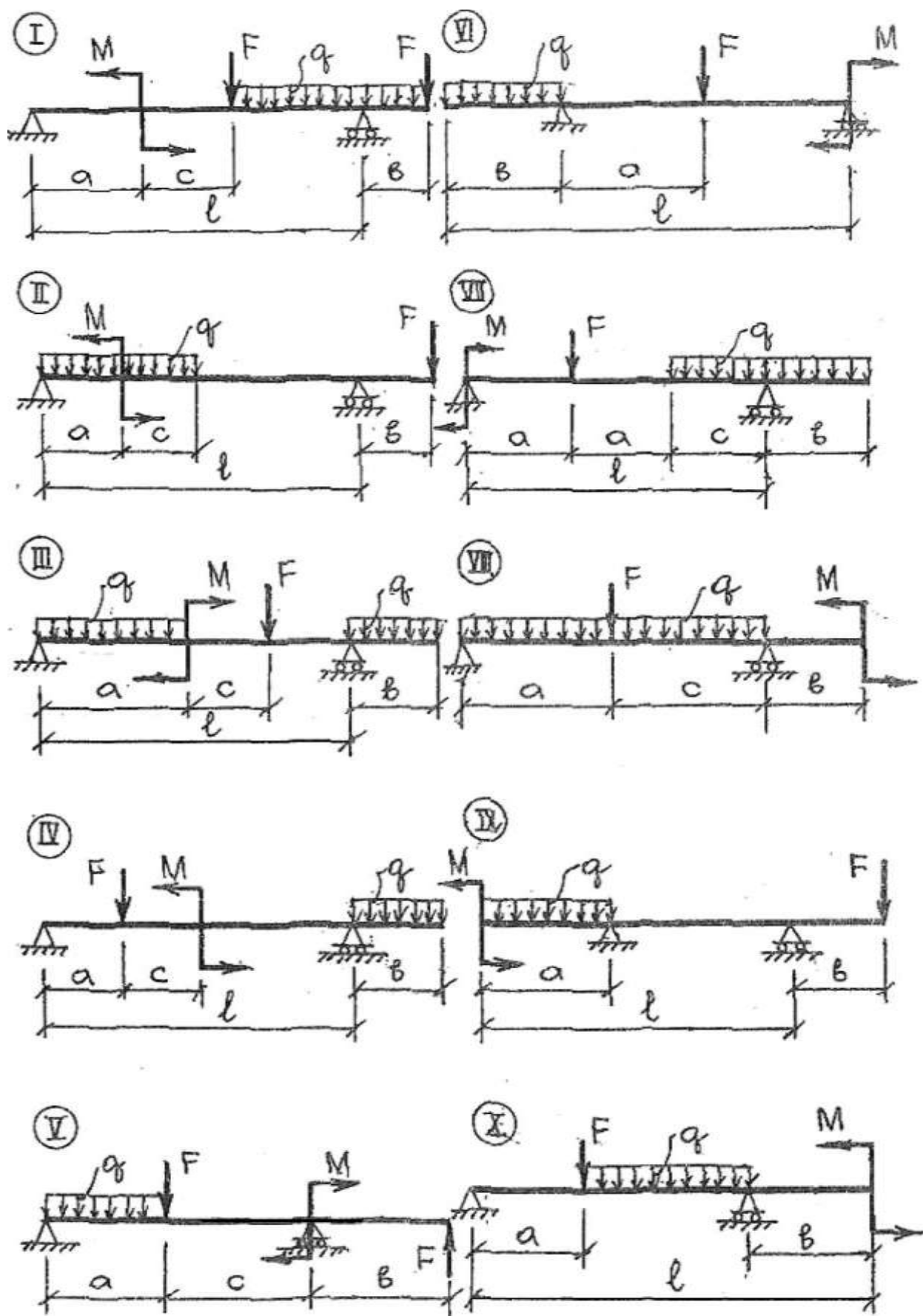


Рисунок 1 – Вихідні варіанти схем балок до завдання 1

ПРАВИЛА ЗНАКІВ ДЛЯ ПОБУДОВИ ЕПЮР ЗУСИЛЬ

В основу побудови епюр покладено метод перерізів.

При побудові епюри Q і M необхідно дотримуватись правила знаків.

Якщо зовнішні сили мають повернути балку навколо перерізу за годинниковою стрілкою, то їх слід приймати зі знаком плюс, а якщо проти - із знаком мінус (рис. 2).

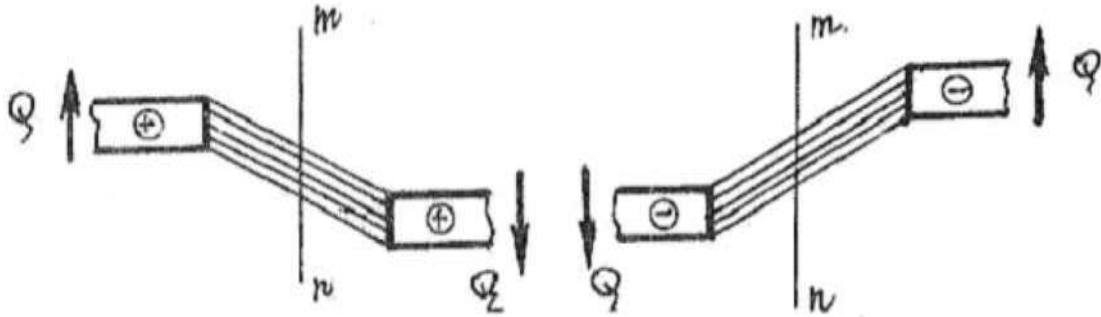


Рисунок 2 – Правило знаків для зовнішніх сил при визначенні Q .

Правило знаків для моментів: згинаючий момент вважається додатним, якщо в розглянутому перерізі балка згинається опуклістю вниз (нижні волокна розтягнуті), і від'ємним – якщо балка згинається опуклістю догори (верхні волокна розтягнуті) (рис.3).

Епюру згинаючих моментів M будують на стороні розтягнутих волокон (додатні значення відкладають від осі епюри вниз, від'ємні - вгору).

Ординати епюр Q і M відкладають під прямим кутом до базисної лінії.

Згинаючі моменти на шарнірних опорах дорівнюють нулю, максимальні й мінімальні значення на епюрі M відповідають зміні знаків на епюрі Q .

При побудові епюр слід пам'ятати, що розриви на епюрі Q мають місце там, де прикладені зосереджені сили (в тому числі реакції), а на епюрі M - в місцях прикладання зосереджених зовнішніх моментів.

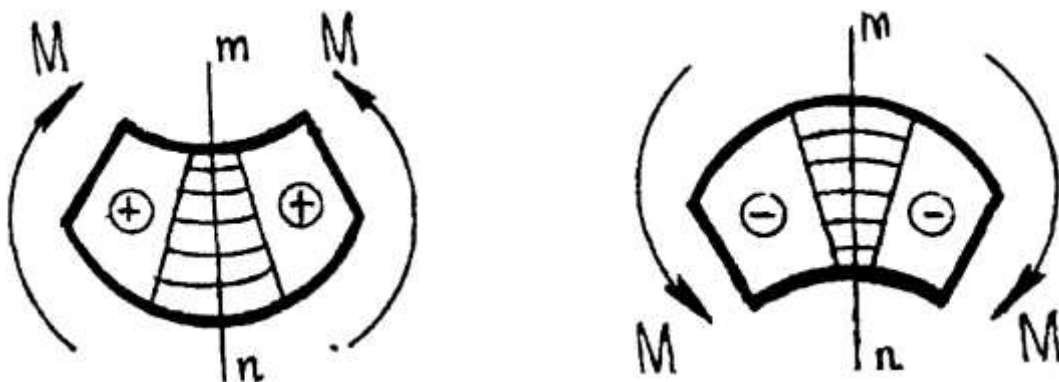


Рисунок 3 – Правило знаків для моментів зовнішніх сил при визначенні згинаючих моментів M

Завдання 2

КІНЕМАТИЧНИЙ АНАЛІЗ КОНСТРУКТИВНИХ СИСТЕМ

Для заданої конструктивної системи перевірити геометричну незмінюваність (виконати кінематичний аналіз).

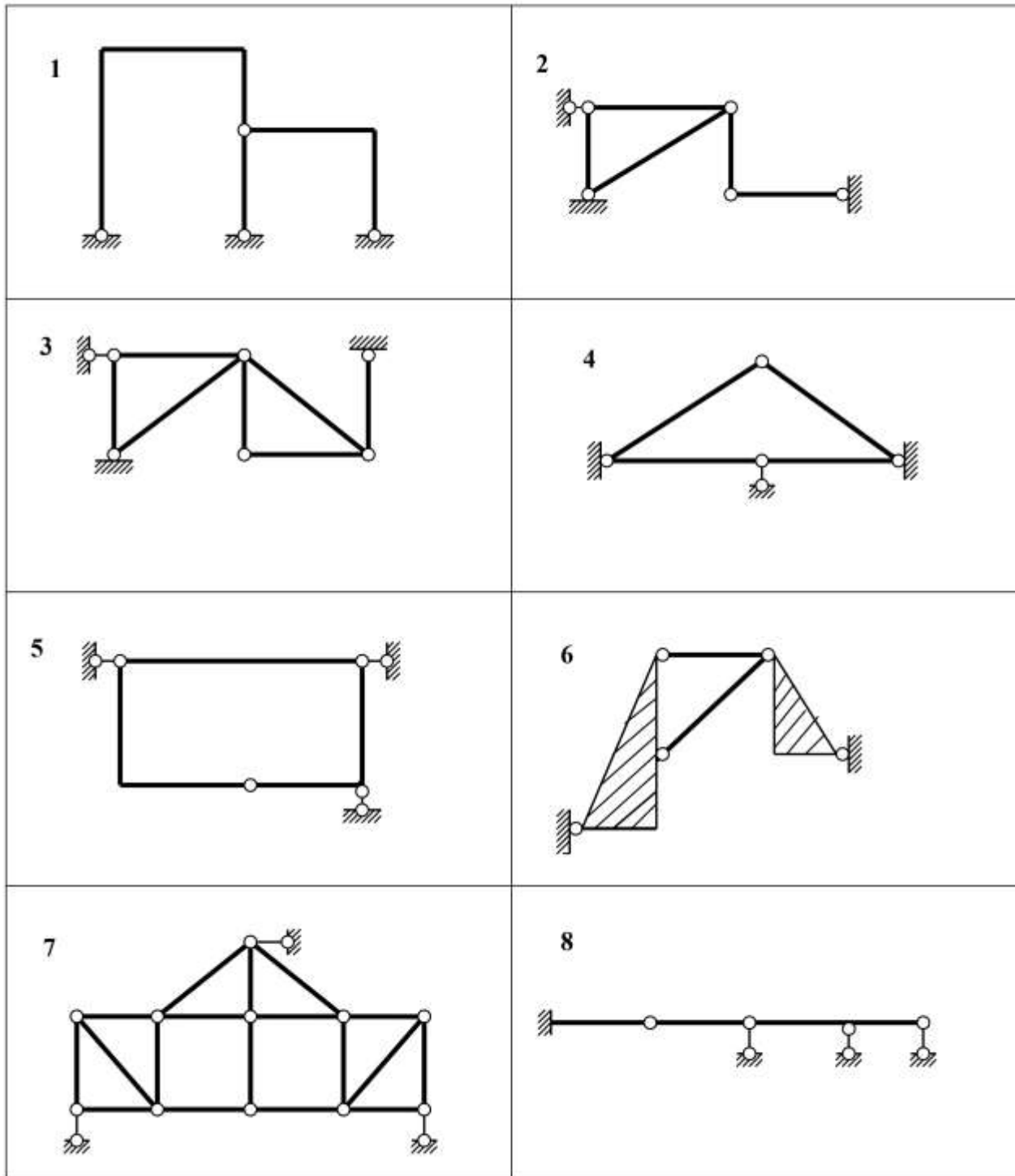


Рисунок 4 – Варіанти 1-8 конструктивних систем для завдання 2

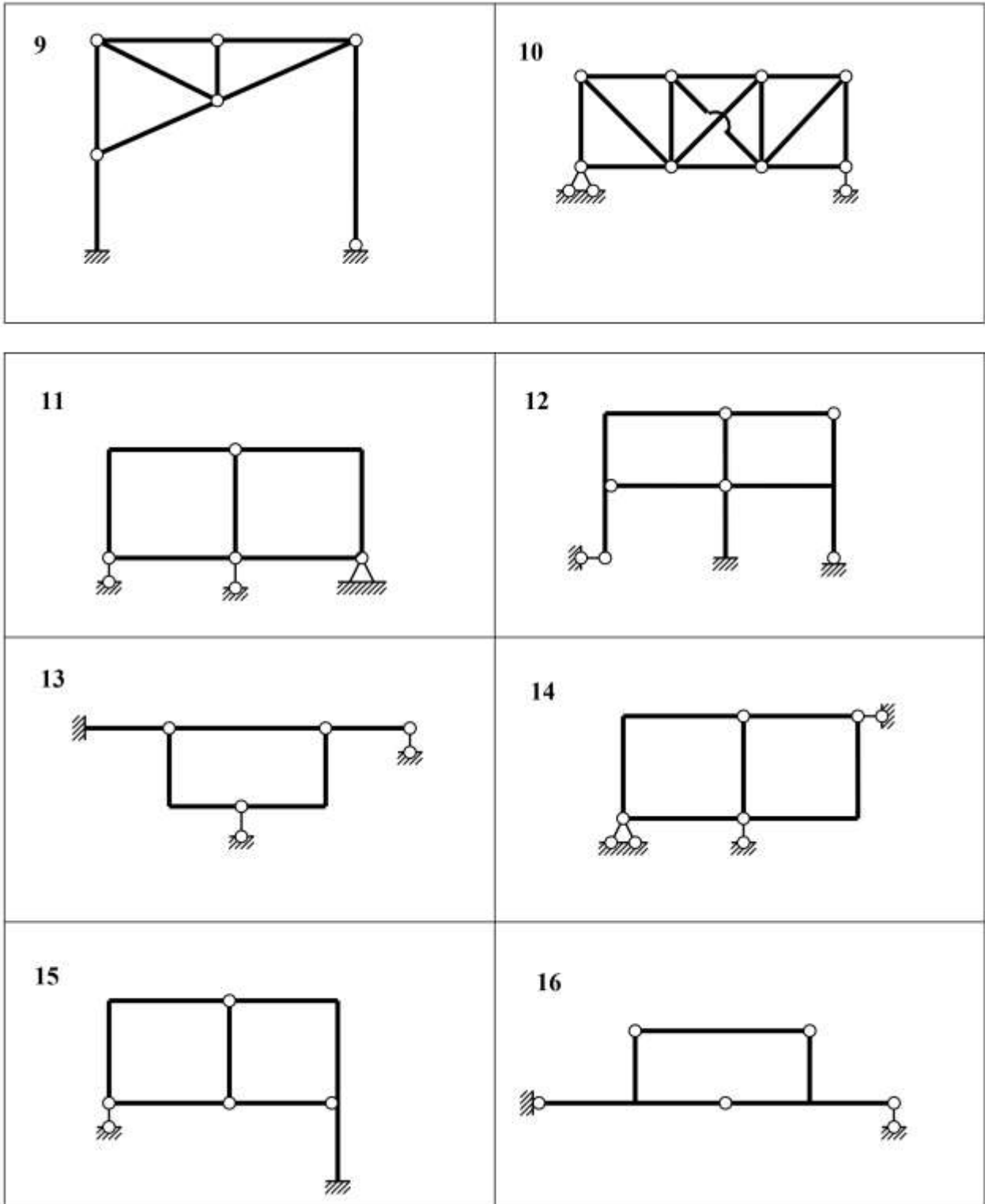


Рисунок 5 – Варіанти 9-16 конструктивних систем для завдання 2

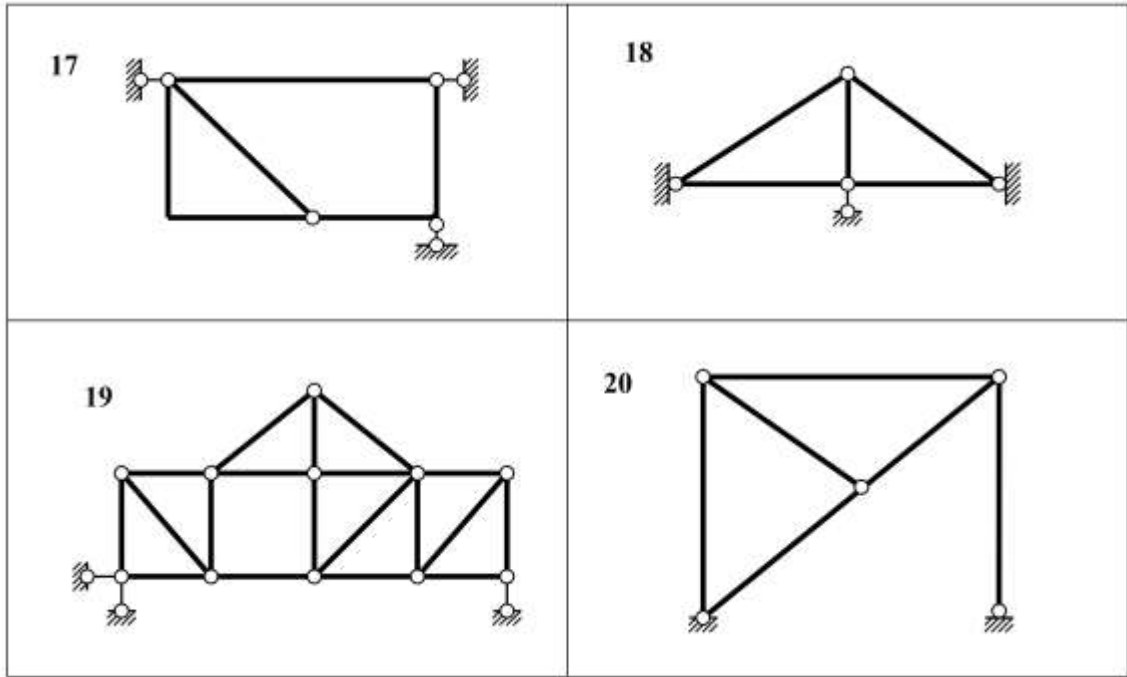


Рисунок 6 – Варіанти 17-20 конструктивних систем для завдання 2

Завдання 3

РОЗРАХУНОК БАГАТОПРОЛЬОТНОЇ БАЛКИ НА ДІЮ ПОСТІЙНОГО НАВАНТАЖЕННЯ

Для заданої балки необхідно:

1. Перевірити умови статичної визначеності балки.
2. Побудувати поверхову схему балки.
3. Зробити розрахунок елементів поверхової схеми.
4. Побудувати епюри внутрішніх зусиль M і Q виконати перевірку рівноваги балки в цілому.

Таблиця 2 – Вихідні дані до завдання 3

№ рядка	Таблиця №1	Таблиця №2	
	a(м)	P(кН)	q(кН/м)
1	1,0	10	10
2	1,2	15	12
3	1,4	20	14
4	1,6	25	16
5	1,8	30	18
6	2,0	35	20
7	2,2	40	22
8	2,4	45	10
9	2,6	50	12
0	2,8	55	20

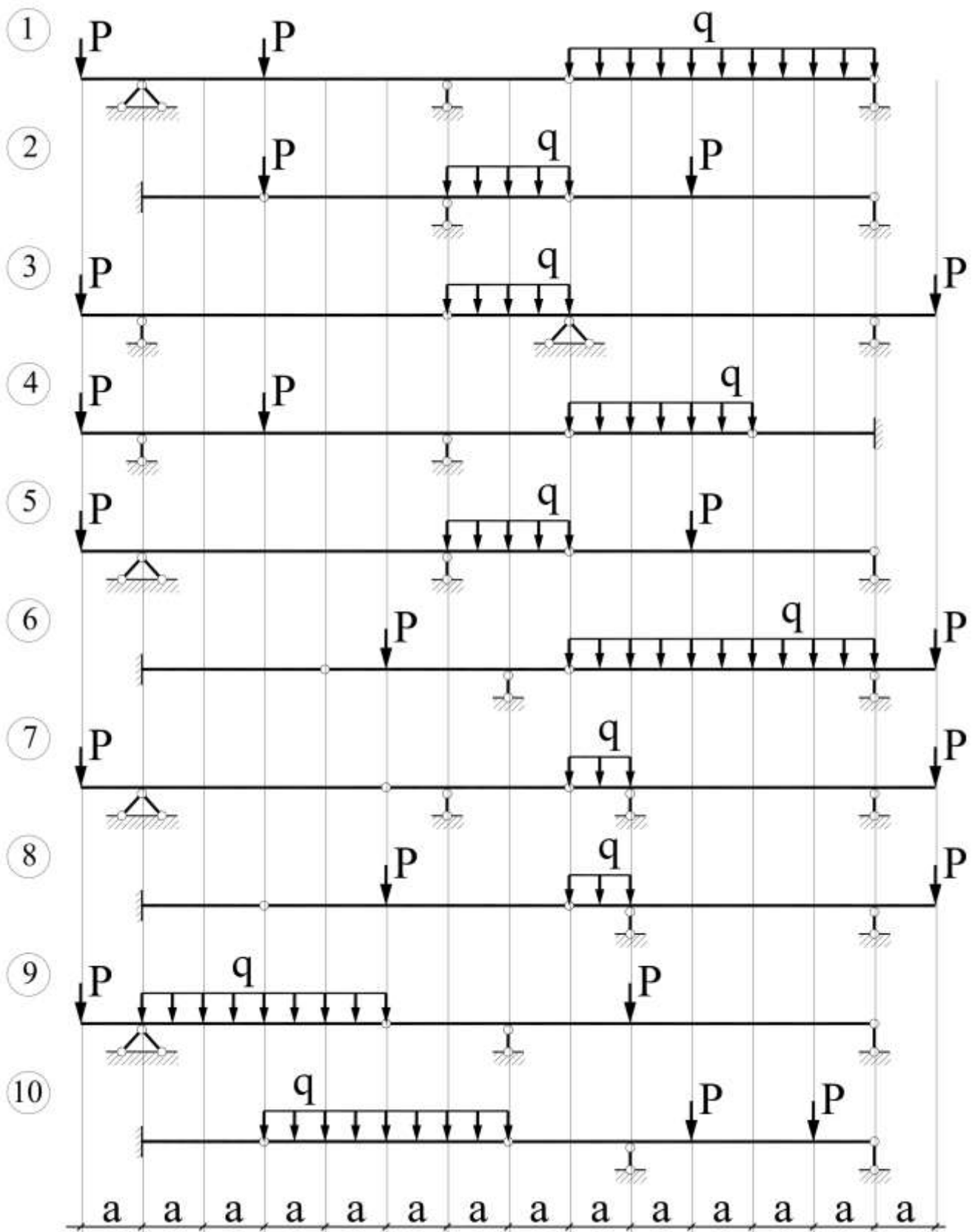


Рисунок 7 – Варіанти схем балок для завдання 3

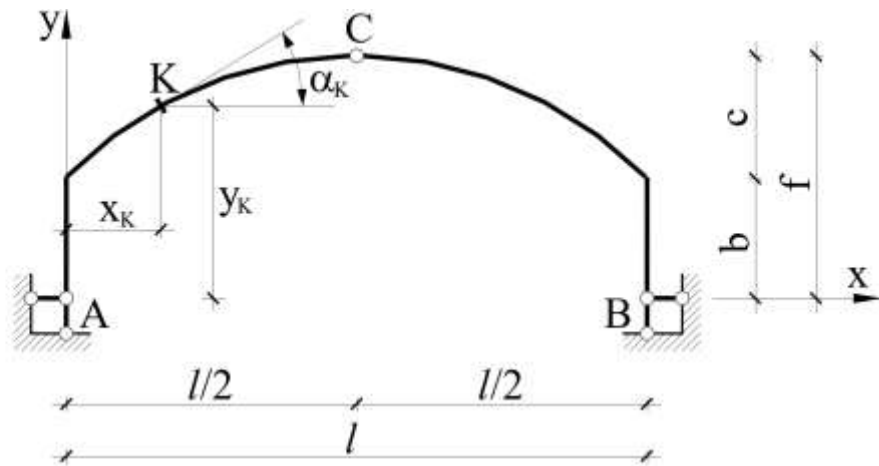
Завдання 4

РОЗРАХУНОК ТРЬОХШАРНІРНОЇ СИСТЕМИ

Для заданої трьохшарнірної системи з арочною частиною:

1. Визначити опорні реакції в трьохшарнірній арці чи рамі від заданого навантаження.
2. Обчислити зусилля M , Q та побудувати відповідні епюри.

Математичні залежності кривих та їх похідних, якими описується арочна частина трьохшарнірної системи



Рівняння кривих та їх похідних

$$y(x) = b + \sqrt{R^2 - \left(\frac{l}{2} - x\right)^2} - R + c; \quad R = \frac{l^2 + 4c^2}{8c} \quad (\text{Коло})$$

$$y(x) = b + \frac{4c}{l^2}(l-x)x \quad (\text{Парабола})$$

$$y(x) = b + \frac{2c}{l}\sqrt{(l-x)x} \quad (\text{Еліпс})$$

$$y'(x) = \operatorname{tg} \alpha(x) = \frac{l-2x}{2\sqrt{R^2 - (l/2-x)^2}} \quad (\text{Коло})$$

$$y' = \operatorname{tg} \alpha(x) = \frac{4c}{l^2}(l-2x) \quad (\text{Парабола})$$

$$y' = \operatorname{tg} \alpha(x) = \frac{c \cdot (l-2x)}{l \cdot \sqrt{(l-x)x}} \quad (\text{Еліпс})$$

Таблиця 3 – Вихідні дані до завдання 4

	Розміри конструкції		P₁ (кН)	P₂ (кН)	P₃ (кН)	P₄ (кН)	P₅ (кН)
	<i>l</i> (м)	<i>f</i> (м)					
1	12	5	50	140	120	-	-
2	14	6	-	130	140	300	-
3	16	7	-	-	160	280	80
4	18	8	80	-	-	280	90
5	20	9	90	100	-	-	70
6	22	10	100	90	220	-	-
7	24	11	-	80	240	240	-
8	26	12	-	-	260	240	100
9	28	13	140	-	-	220	120
0	30	10	100	50	-	-	130

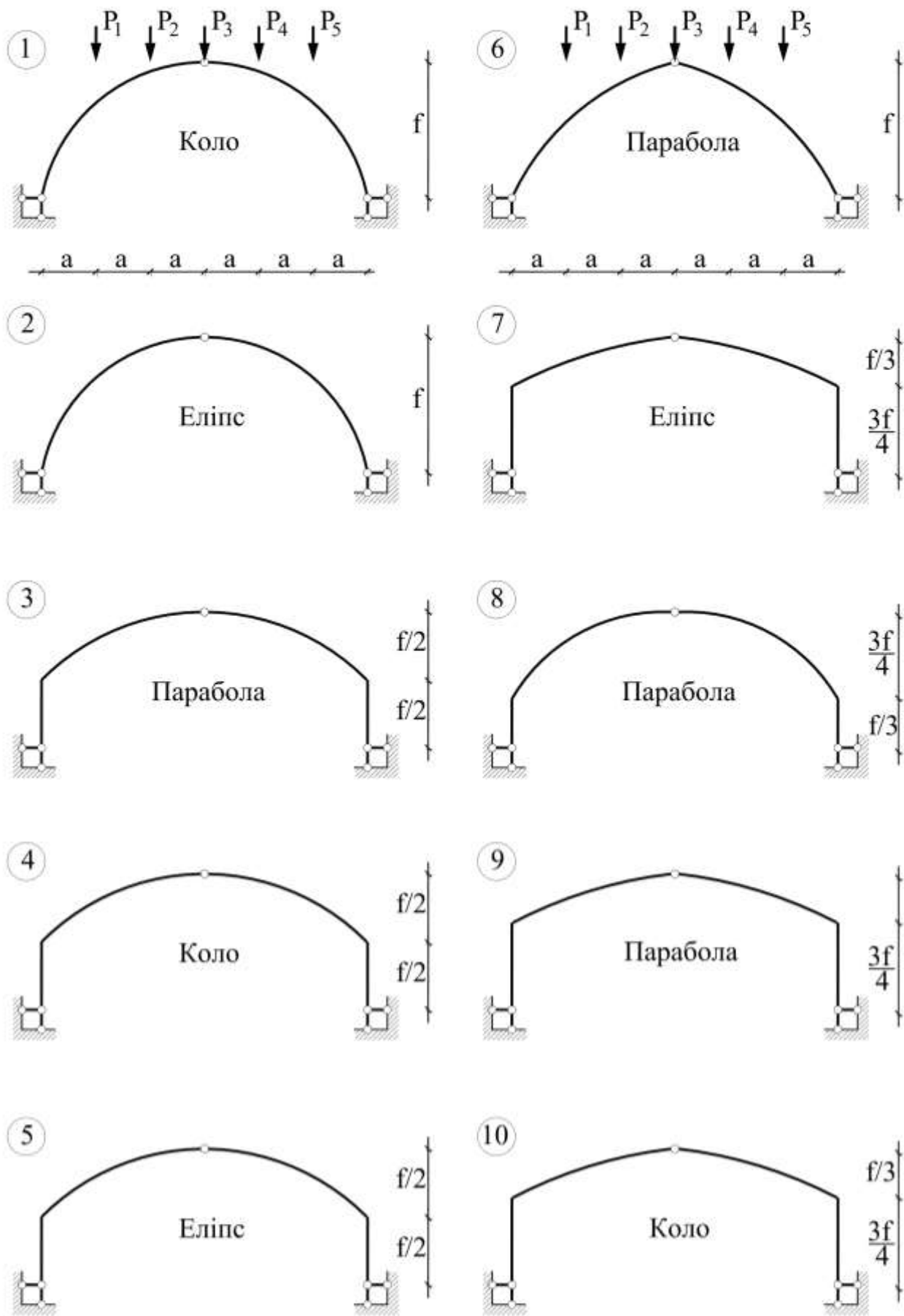


Рисунок 9 – Варіанти схем арок №1-10 для завдання 4

Завдання 5

РОЗРАХУНОК СТАТИЧНО ВИЗНАЧЕНОЇ ФЕРМИ НА ДІЮ ПОСТІЙНОГО НАВАНТАЖЕННЯ

Для заданої ферми необхідно:

1. Перевірити умови статичної визначеності ферми.
2. Визначити опорні реакції в фермі від заданого навантаження.
3. Аналітично визначити зусилля в елементах ферми.

Таблиця 4 – Вихідні дані до завдання 5

№	Таблиця 1			Таблиця 2						
	Розміри балкової ферми			P ₁ (кН)	P ₂ (кН)	P ₃ (кН)	P ₄ (кН)	P ₅ (кН)	P ₆ (кН)	P ₇ (кН)
	l (м)	h (м)	Номер панелі							
1	15	6,0	3	20	30	60	80	90	30	100
2	18	7,5	4	30	100	70	30	20	40	60
3	21	8,0	5	40	90	30	20	30	50	100
4	24	9,0	6	50	80	70	10	80	90	60
5	27	9,5	3	60	40	20	80	90	110	120
6	30	10,5	4	70	60	30	70	100	10	20
7	33	12,0	5	80	50	80	60	110	40	30
8	36	13,0	6	90	40	70	50	120	60	10
9	33	11,0	6	100	30	60	40	10	110	100
0	30	9,0	5	20	80	50	30	20	90	40

Примітка. Зосереджені сили P_i прикладаються на верхні проміжні вузли ферми зліва-направо від P₁ до P₇.

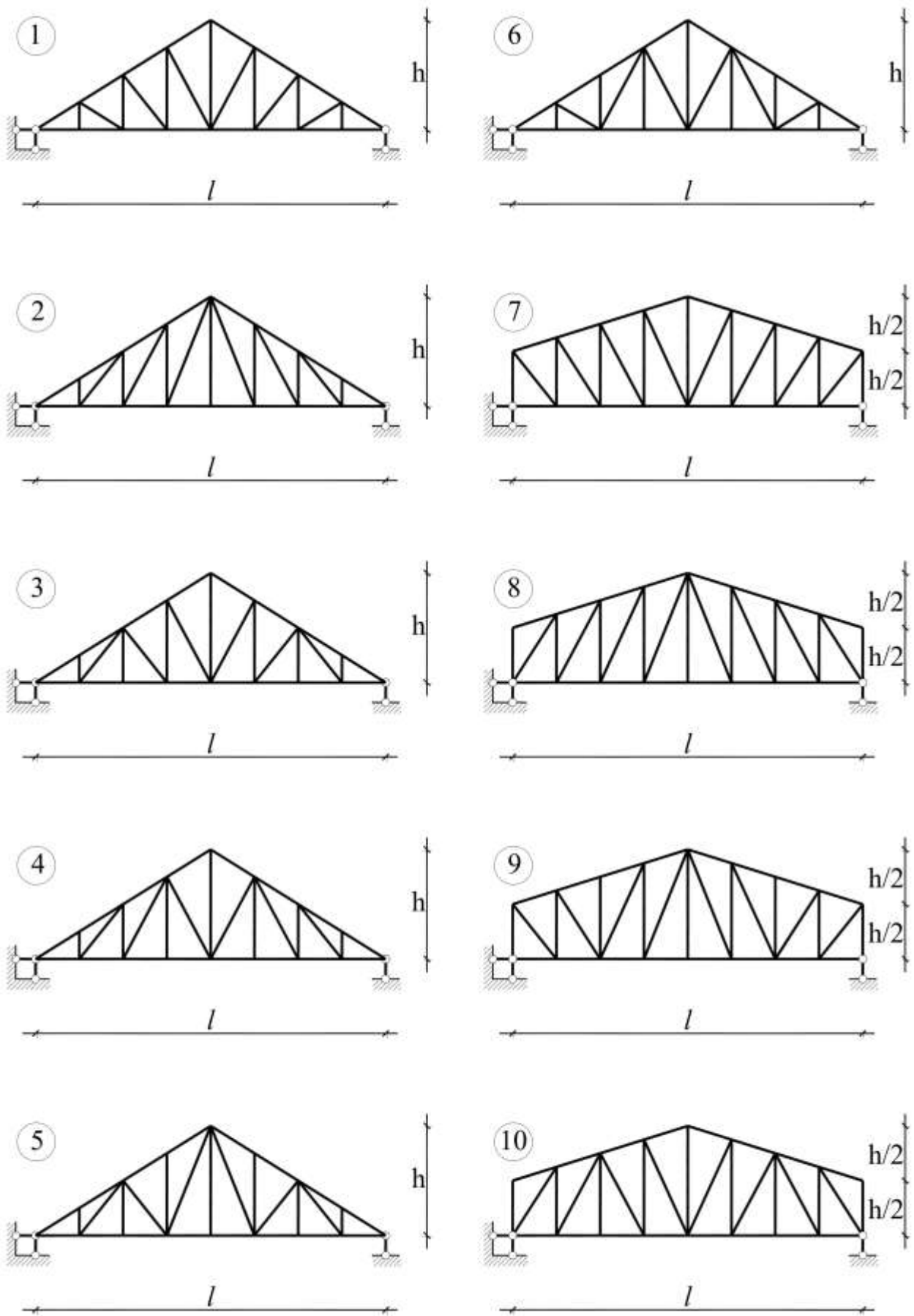


Рисунок 10 – Варіанти схем арок №1-10 для завдання 5

Завдання 6

РОЗРАХУНОК ПЕРЕМІЩЕНЬ ПЛОСКОЇ РАМИ

Визначити вертикальне та горизонтальне переміщення, а також кут повороту перерізу К при $l = 6\text{м}$; $h = 4\text{м}$; $F = 20\text{кН}$; $q = 4\text{кН/м}$; $M = 25\text{кНм}$; $EI = \text{const}$.

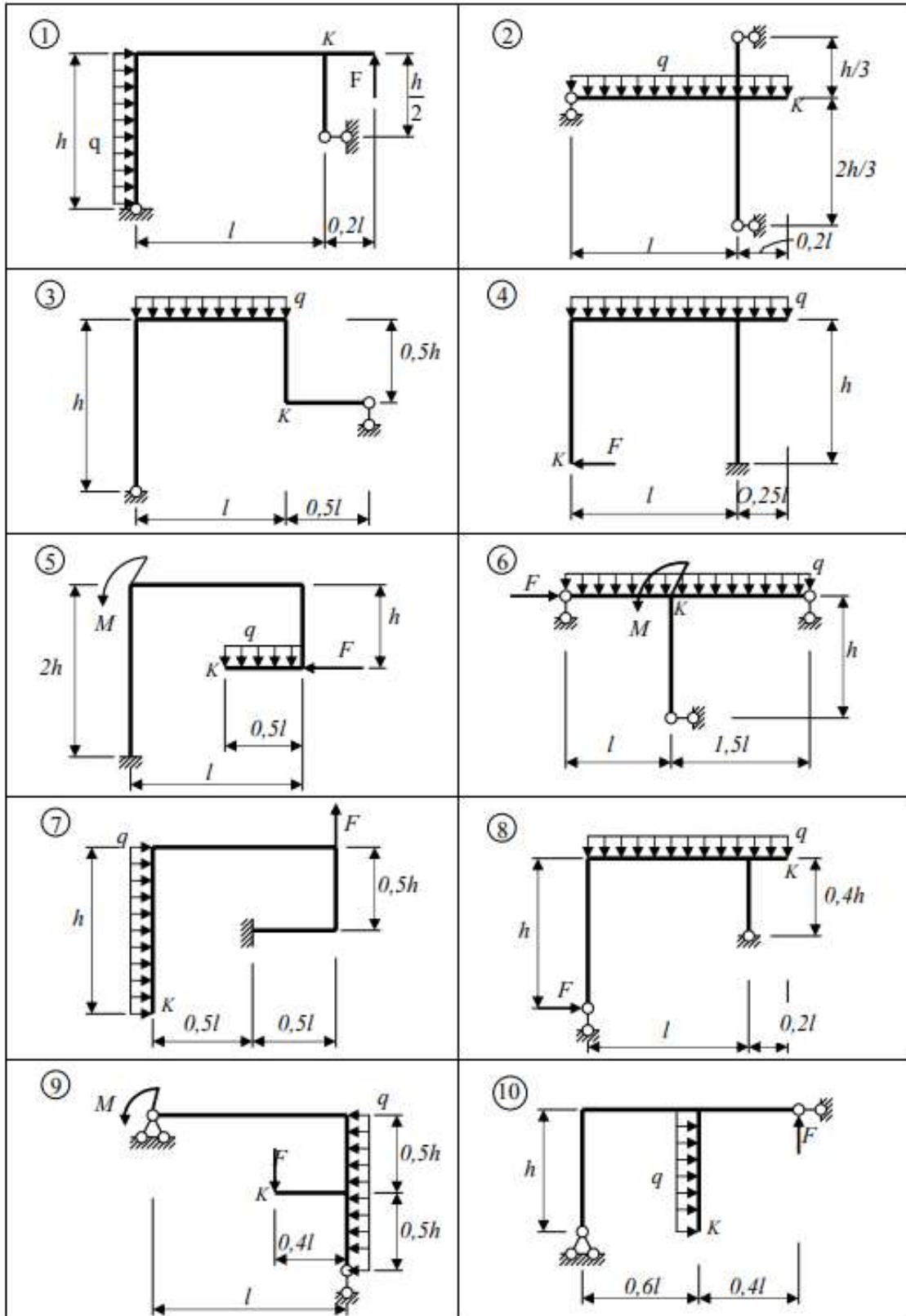


Рисунок 11 – Варіанти схем рам №1-10 для завдання 6

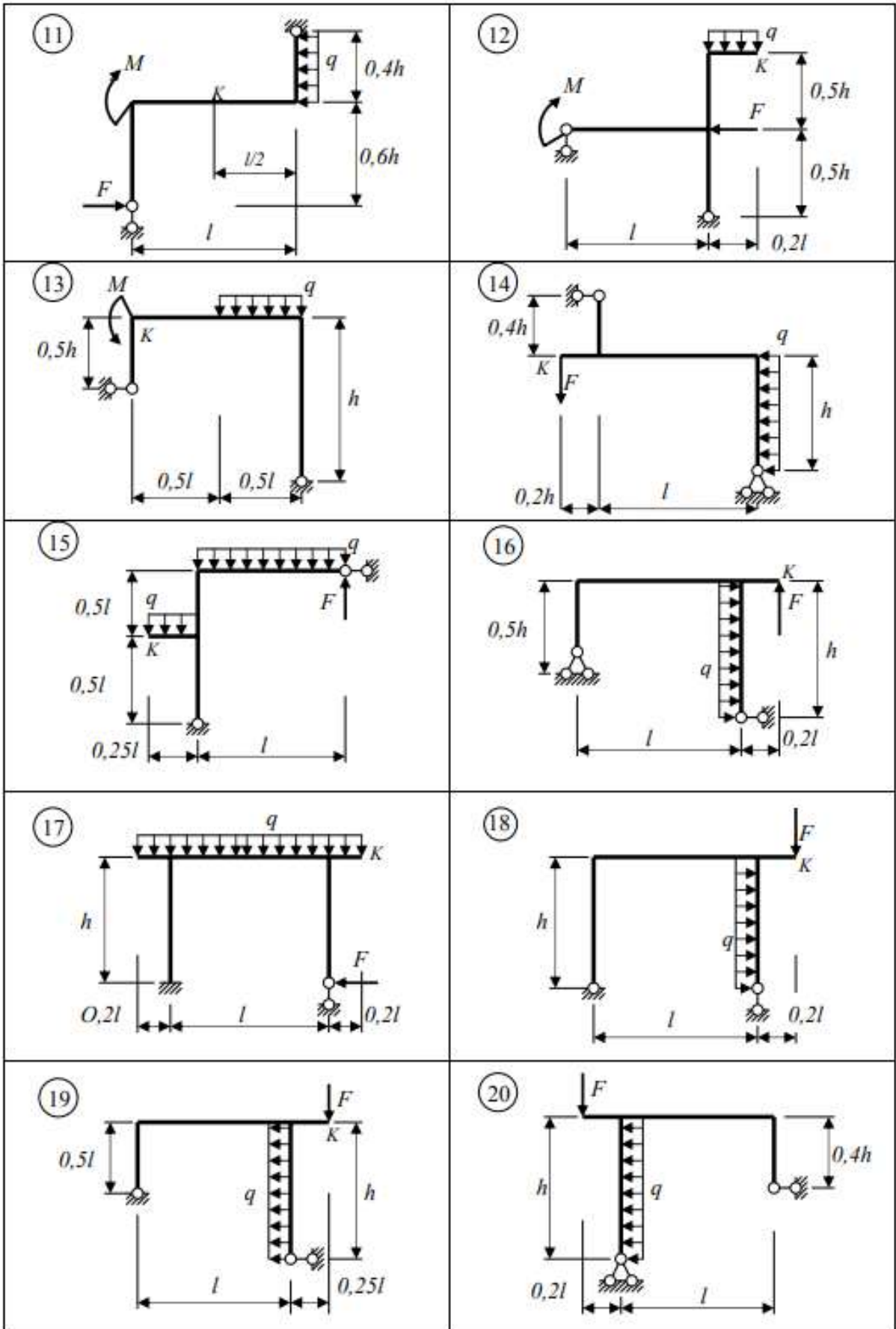


Рисунок 12 – Варіанти схем рам №11-20 для завдання 6

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Будівельна механіка: Конспект лекцій / уклад. О.Ф. Шмаль. – Любешів : Любешівський технічний коледж Луцького НТУ, 2020. – 57 с. – URL: <https://btpm.nmu.org.ua/ua/download/lecture-course/%D0%A8%D0%BC%D0%B0%D0%BB%D1%8C.%D0%91%D0%9C.%D0%9A%D0%BE%D0%BD%D1%81%D0%BF%D0%B5%D0%BA%D1%82.pdf>
2. Шпачук В. П. Конспект лекцій з курсу Будівельна механіка: для студентів 3 курсу денної форми навчання галузі знань 19 – Архітектура та будівництво / В. П. Шпачук, М. А. Засядько, О. І. Рубаненко, О. О. Чупринін; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2020. – 177 с. URL: <https://btpm.nmu.org.ua/ua/download/lecture-course/%D0%A8%D0%BF%D0%B0%D1%87%D1%83%D0%BA.%D0%97%D0%B0%D1%81%D1%8F%D0%B4%D1%8C%D0%BA%D0%BE.%D0%91%D0%9C.%D0%9A%D0%BE%D0%BD%D1%81%D0%BF%D0%B5%D0%BA%D1%82.pdf>
3. Методичні рекомендації і завдання до організації самостійної роботи, підготовки до практичних занять і контрольних робіт із навчальної дисципліни «Будівельна механіка» (для бакалаврів 2–3 курсу денної і заочної форм навчання за спеціальністю 192 – Будівництво та цивільна інженерія) / уклад. О. О. Чупринін, М. А. Засядько, О. І. Рубаненко. – Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2020. – 41 с. – URL: <https://eprints.kname.edu.ua/56333/1/2019%20%D0%BF%D0%B5%D1%87.%20168%D0%9C.pdf>.
4. Методичні вказівки до виконання контрольних завдань з опору матеріалів. Побудова епюр, розрахунків на згин (для студентів 3 курсу заочної форми навчання спец. ТОРiРБ, МБГ, ВВ, ОБ, ТГП). Середя Н.В. - Харків: ХНАМГ, 2005 - 19 с. – URL: https://eprints.kname.edu.ua/10699/1/%D0%9C%D0%95%D0%A2%D0%9E%D0%94_%D0%A1%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%B0.pdf.
5. Будівельна механіка: Практикум [Електронний ресурс]: навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра спеціальності 184 «Гірництво»/ КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: Т.В. Косенко, С.М. Стовпник, Л.В. Шайдецька. – Електронні текстові дані (1 файл: 24,5 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 68 с. . – URL: https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/47433/1/Budivelna_mechanika.pdf.