

E4 : ANALYSE ET CALCULS DE STRUCTURES

U 41 : MECANIQUE

Le dossier technique d'étude est commun aux épreuves E4 et E5

Durée : 4 heures

Coefficient : 3

LES DOCUMENTS AUTORISES SONT FOURNIS :

Tableau des intégrales de MOHR

CONTENU DU DOSSIER :

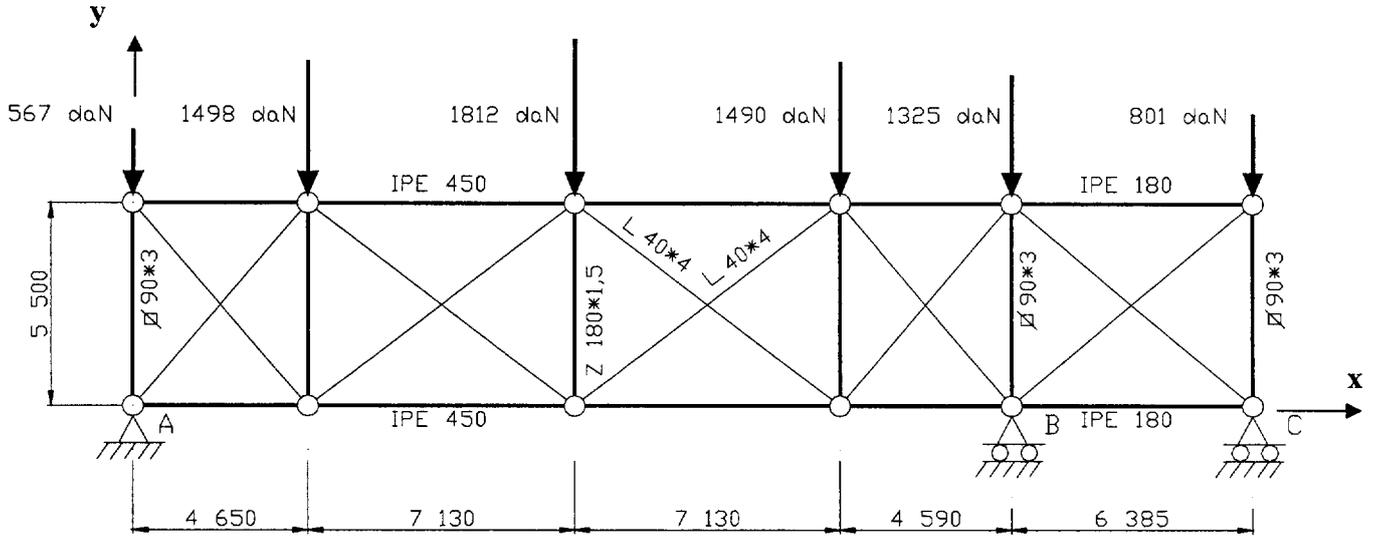
- Questionnaire : pages 2/8 à 5/8.
- Documents réponses : DR 1 et DR 2 pages 6/8 à 7/8.
- Annexe : Tableau des intégrales de MOHR page 8/8.

Les trois exercices ainsi que de nombreuses questions peuvent être traitées indépendamment.

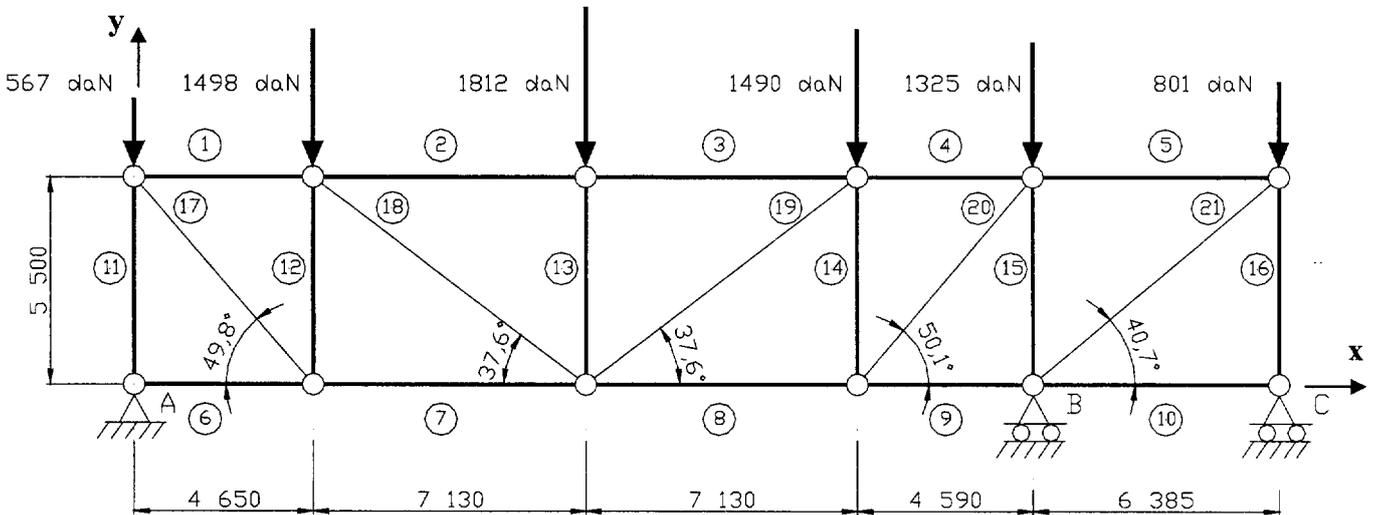
BAREME :	Exercice 1	9 points.
	Exercice 2	6 points.
	Exercice 3	5 points.

Exercice 1 : Etude d'une poutre au vent.

La poutre au vent délimitée par les files 5 et 6 peut être modélisée sous vent extrême comme suit :

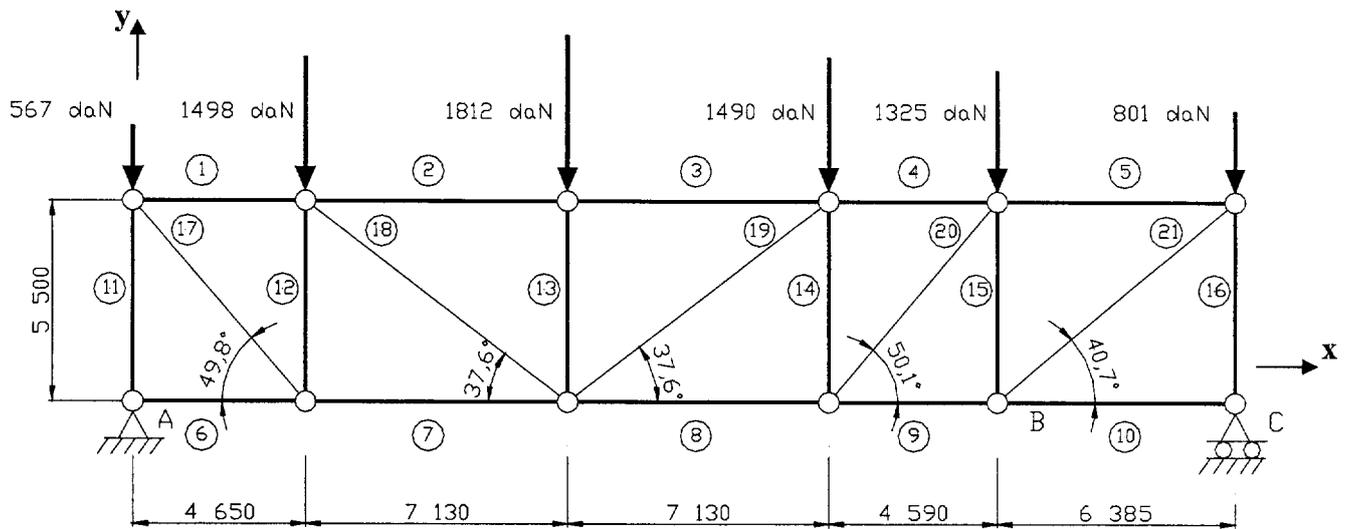


1. Déterminer le degré hyperstatique de la poutre au vent de modèle mécanique représenté ci-dessus.
2. Justifier le choix du nouveau modèle mécanique adopté pour la détermination des efforts dans les barres. Quel est le degré hyperstatique.



3. Résolution par la méthode des forces : l'inconnue hyperstatique choisie est la réaction d'appui en B.

3-1 Pour la structure isostatique S_0 représentée en page suivante : Compléter le tableau du document réponse DR 1 par la détermination des efforts normaux $N_i (S_0)$ manquants.



3-2 Pour la structure isostatique S_1 de charge unité (correspondant à $Y_B = 1$): Compléter le tableau du document réponse DR 1 par la détermination des efforts normaux $N_i (S_1)$ manquants.

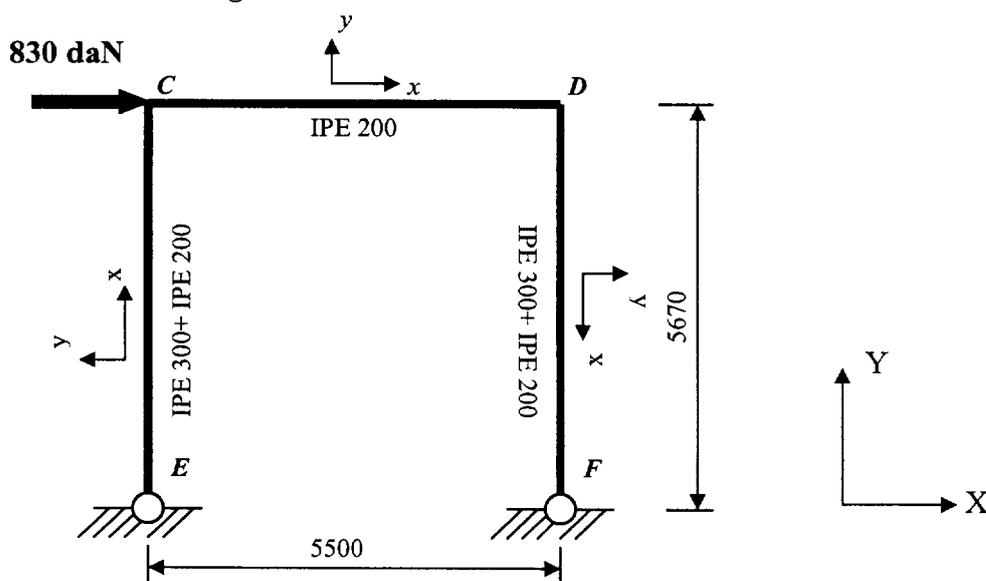
3-3 Déterminer l'inconnue hyperstatique Y_B .

3-4 Pour la structure hyperstatique : Compléter le tableau du document réponse DR 1 par la détermination des efforts normaux N_i manquants.

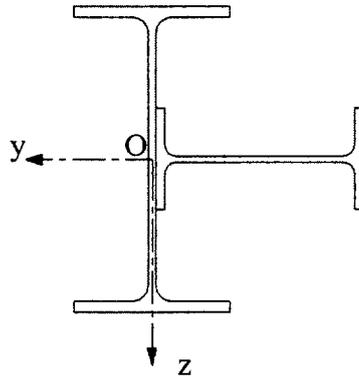
3-5 En déduire les réactions d'appuis en A et C.

Exercice 2 : Etude du portique de stabilité de long pan.

- Hypothèses :*
- Etude de stabilité sans la présence du plancher.
 - Les déformations d'efforts normaux et tranchants sont négligées.
 - Charge de vent extrême.

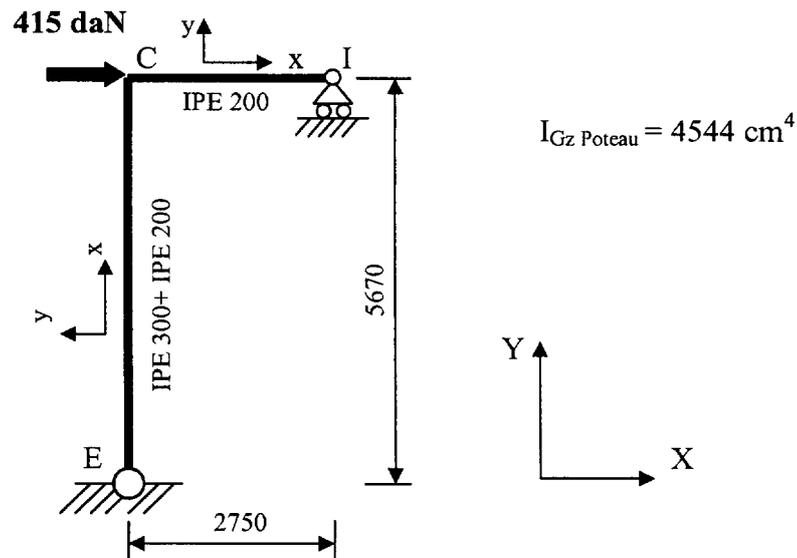


- Déterminer les caractéristiques géométriques, coordonnée y_G du centre de surface et moment quadratique I_{Gz} de la section de poteau représentée ci-dessous.



Données OTUA	h (mm)	b (mm)	t _f (mm)	t _w (mm)	A (cm ²)	I _y (cm ⁴)	I _z (cm ⁴)
IPE 300	300	150	10,7	7,1	53,8	8356	603,6
IPE 200	200	100	8,5	5,6	28,5	1943	142,3

- Déterminer le degré hyperstatique de la palée de stabilité.
- Justifier le choix du modèle d'étude simplifié représenté ci-dessous.



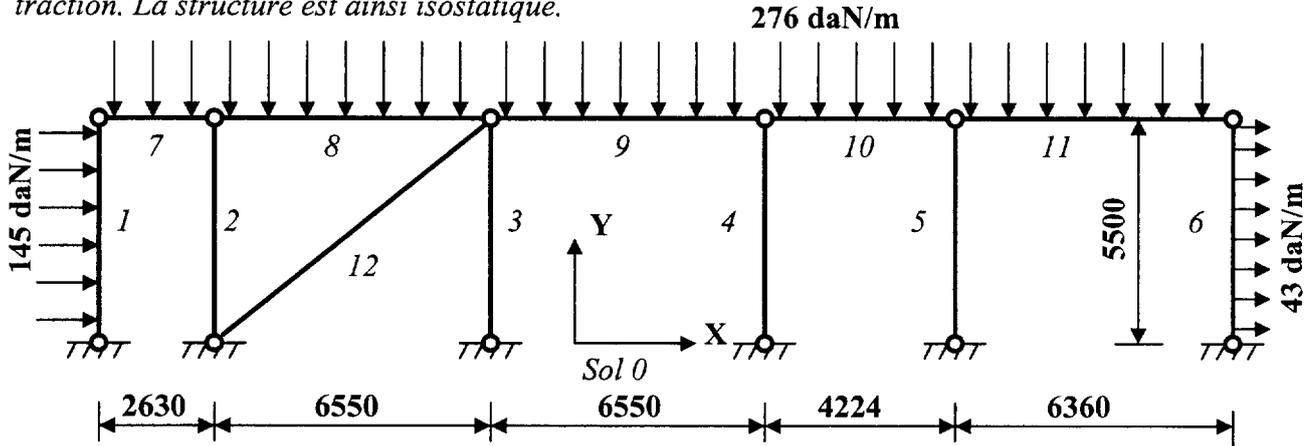
- Déterminer, pour le modèle simplifié, les actions aux liaisons.
- Représenter sur cette demi structure le diagramme de moment fléchissant.
- Déterminer la **contrainte normale maximale totale** dans la poutre et dans un poteau du portique. Conclure.
- Déterminer le déplacement en tête de poteau et pour le **vent normal**. Conclure pour une flèche limitée à $h/150$.

Exercice 3 : Etude du pan de fer.

Hypothèse : - Les déformations d'efforts normaux et tranchants sont négligées.
 - La pente des versants est négligé.

Combinaison d'étude : $\frac{4}{3} G + \frac{17}{12} (S_{III} + W_n)$

Sur le modèle mécanique proposé, on ne tient compte que du seul contreventement travaillant en traction. La structure est ainsi isostatique.



- Déterminer les actions aux liaisons extérieures $R_{0/i}$ et les actions aux liaisons intérieures $R_{i/j}$. On admettra concernant le contreventement que celui ci s'attache sur les poteaux.
- Tracer sur le document réponse DR 2 les diagrammes d'effort normal N et de moment fléchissant M_f_z sur la structure.

Ramasse pannes : IPE 160

poteaux : IPE 180

Données OTUA	A (cm ²)	W _{ely} (cm ⁴)	W _{elz} (cm ⁴)
IPE 180	23,9	146,3	22,16
IPE 160	20,1	108,7	16,65

Document réponse DR 1

A rendre avec la copie

	$N_i (S_0)$ (daN)	$N_i (S_1)$	$L_i/(E A_i)$ (m/daN)	δ_{i11} (m/daN)	Δ_{i10} (m)	N_i (daN)
Barre 1	-2699	0,181	$2,24 \cdot 10^{-8}$	$0,073 \cdot 10^{-8}$	$-1,094 \cdot 10^{-5}$	
Barre 2	-4897	0,458	$3,44 \cdot 10^{-8}$	$0,722 \cdot 10^{-8}$	$-7,715 \cdot 10^{-5}$	
Barre 3	-4897	0,458	$3,44 \cdot 10^{-8}$	$0,722 \cdot 10^{-8}$	$-7,715 \cdot 10^{-5}$	
Barre 4			$2,21 \cdot 10^{-8}$			
Barre 5			$12,7 \cdot 10^{-8}$			
Barre 6	0	0	$2,24 \cdot 10^{-8}$	0	0	0
Barre 7	2699	-0,181	$3,44 \cdot 10^{-8}$	$11,27 \cdot 10^{-8}$	$-1,68 \cdot 10^{-5}$	
Barre 8	4745	-0,735	$3,44 \cdot 10^{-8}$	$1,858 \cdot 10^{-8}$	$-12 \cdot 10^{-5}$	
Barre 9	3401	-0,914	$2,21 \cdot 10^{-8}$	$1,846 \cdot 10^{-8}$	$-6,87 \cdot 10^{-5}$	
Barre 10			$12,7 \cdot 10^{-8}$			
Barre 11	-3760	0,214	$25,7 \cdot 10^{-8}$	$1,177 \cdot 10^{-8}$	$-20,68 \cdot 10^{-5}$	
Barre 12	-3193	0,214	$52,9 \cdot 10^{-8}$	$2,423 \cdot 10^{-8}$	$-36,15 \cdot 10^{-5}$	
Barre 13	-1812	0	$52,9 \cdot 10^{-8}$	0	0	-1812
Barre 14	-1607	-0,214	$52,9 \cdot 10^{-8}$	$2,423 \cdot 10^{-8}$	$18,19 \cdot 10^{-5}$	
Barre 15			$25,7 \cdot 10^{-8}$			
Barre 16			$25,7 \cdot 10^{-8}$			
Barre 17	4181	-0,28	$111 \cdot 10^{-8}$	$8,702 \cdot 10^{-8}$	$-129,9 \cdot 10^{-5}$	
Barre 18	2775	-0,35	$139 \cdot 10^{-8}$	$17,03 \cdot 10^{-8}$	$-135 \cdot 10^{-5}$	
Barre 19	192	0,35	$139 \cdot 10^{-8}$	$17,03 \cdot 10^{-8}$	$9,34 \cdot 10^{-5}$	
Barre 20	2095	0,279	$111 \cdot 10^{-8}$	$8,64 \cdot 10^{-8}$	$64,88 \cdot 10^{-5}$	
Barre 21			$130 \cdot 10^{-8}$			
Déplacement global						X

Par convention : $N > 0$ pour une barre en traction

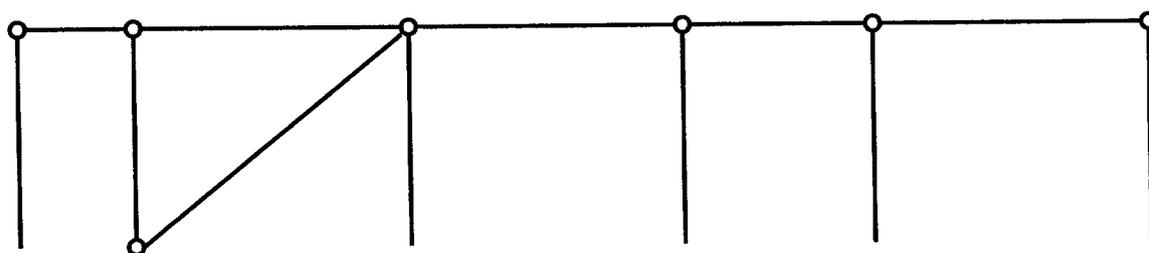
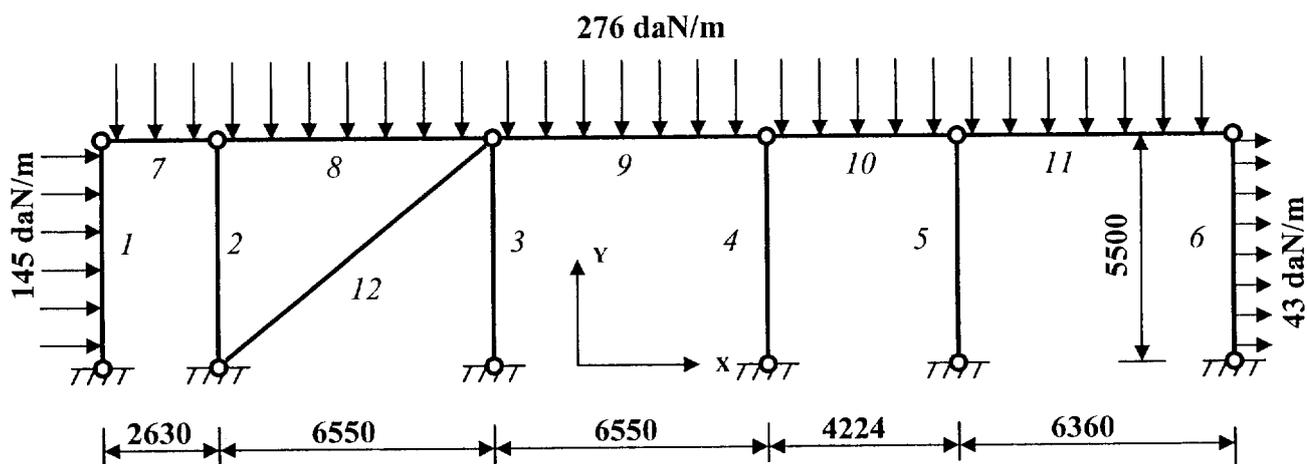
$N < 0$ pour une barre en compression

Inconnue hyperstatique

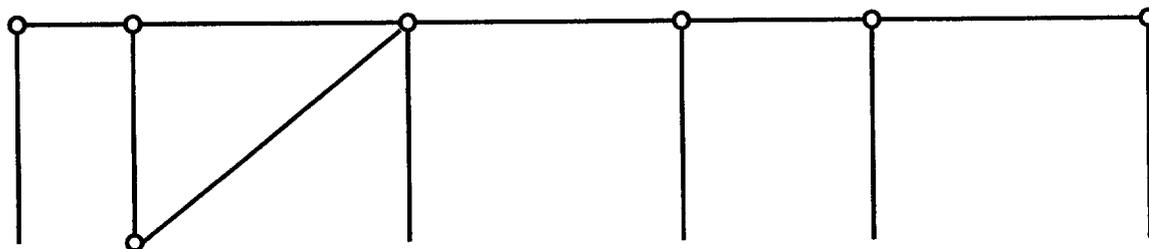
$Y_B = \text{_____} =$

Document réponse DR 2

A rendre avec la copie



N échelle : $1 \text{ cm} \rightarrow 1000 \text{ daN}$



M_{f_z} échelle : $1 \text{ cm} \rightarrow 700 \text{ daNm}$

ANNEXE : tableau des intégrales de MOHR

Résultats à multiplier par :
 L / (EA) pour les efforts normaux
 L / (EI) pour les moments fléchissants

Intégrales de Mohr: valeurs de $\frac{1}{L} \int_0^L m.M.dx$

		A	B	C	D	E	F
1		m.M	$\frac{1}{2} m.M$	$\frac{1}{2} m.M$	$\frac{1}{2} (m1+m2)M$	$\frac{1}{2} m.M$	$\frac{1}{2} m.M$
2		$\frac{1}{2} m.M$	$\frac{1}{3} m.M$	$\frac{1}{6} m.M$	$\frac{1}{6} (2.m1+m2)M$	$\frac{1}{4} m.M$	$\frac{1}{6} m.M (1 + \frac{b}{L})$
3		$\frac{1}{2} m.M$	$\frac{1}{6} m.M$	$\frac{1}{3} m.M$	$\frac{1}{6} (m1+2.m2)M$	$\frac{1}{4} m.M$	$\frac{1}{6} m.M (1 + \frac{a}{L})$
4		$\frac{1}{2} (M1+M2)m$	$\frac{1}{6} (2.M1+M2)m$	$\frac{1}{6} (M1+2.M2)m$	$\frac{1}{6} (2.m1.M1+m1.M2+m2.M1+2.m2.M2)$	$\frac{1}{4} (M1+M2)m$	$\frac{1}{6} m.[M1(1+\frac{b}{L})+M2(1+\frac{a}{L})]$
5		0	$\frac{1}{6} m.M$	$-\frac{1}{6} m.M$	$\frac{1}{6} (m1-m2)M$	0	$\frac{1}{6} m.M (1 - 2\frac{a}{L})$
6		$\frac{1}{2} m.M$	$\frac{1}{4} m.M$	$\frac{1}{4} m.M$	$\frac{1}{4} (m1+m2)M$	$\frac{1}{3} m.M$	$\frac{1}{12} m.M \frac{3L^2-4a^2}{bL}$ <small>a < b:</small>
7		$\frac{1}{2} m.M$	$\frac{1}{6} m.M (1 + \frac{b'}{L})$	$\frac{1}{6} m.M (1 + \frac{a'}{L})$	$\frac{1}{6} M [m1(1+\frac{b'}{L}) + m2(1+\frac{a'}{L})]$	$\frac{1}{12} m.M \frac{3L^2-4a'^2}{b'.L}$ <small>a' < b':</small>	$\frac{m.M}{6} [2 - \frac{(a-a')^2}{a.b'}]$ <small>a > a':</small>