Influence lines

خطوط التأثير

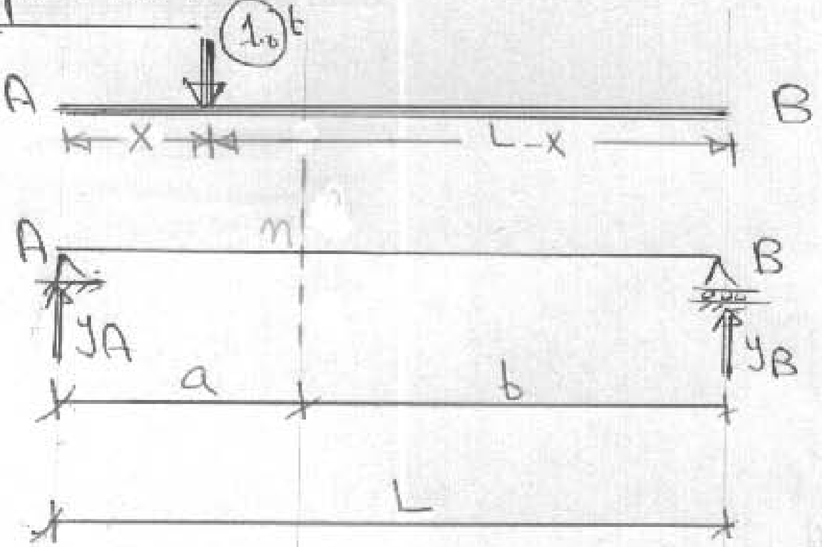
The influence line for a function [reaction - moment - shear etc ......] is a diagram whose ordinate at a particular section represents the value of this function due to a unit load acting at this section.

خطوط التأثير لدالة ما (رد فعل - قص - عزم ... الخ) هو الشكل الذي تعبر قيمته عند قطاع ما عن قيمة هذه الدالة نتيجة لحمل مقداره الوحدة عند هذا القطاع. تستخدم أساساً خطوط التأثير كما سيوضح فيما بعد في حساب قيم وأماكن الأحمال الحية التي تعطي أقصى تأثير.

** Influence lines for simple beam :

(1-) عند وضع حمل مقداره الوحدة

على بعد X من الركيزة A فإن:



$\Sigma M @ A = 0$

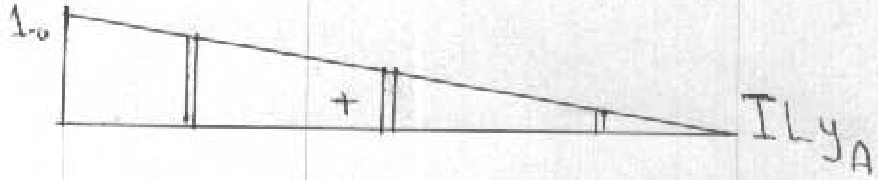
$y_B \times L - 1 \times X = 0$

$\therefore y_B = \frac{X}{L} \longrightarrow y_A = 1 - \frac{X}{L} = \frac{L - X}{L}$

معادلتا y_A ، y_B هما معادلتا خطين مستقيمين

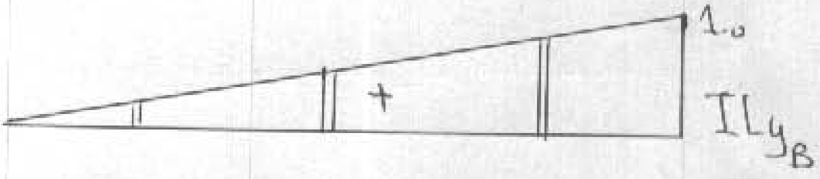
At A $[X = 0] \longrightarrow y_B = 0 \qquad y_A = 1$

At B $[X = L] \longrightarrow y_B = 1 \qquad y_A = 0$

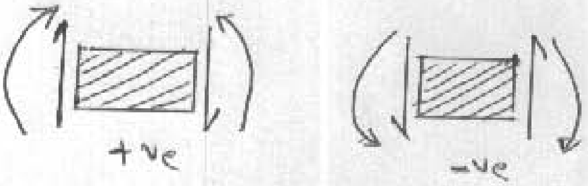


for shear القص

* عند وضع الحمل يمين القطاع m فإن القص shear في الجزء Bm هو $[y_A]$

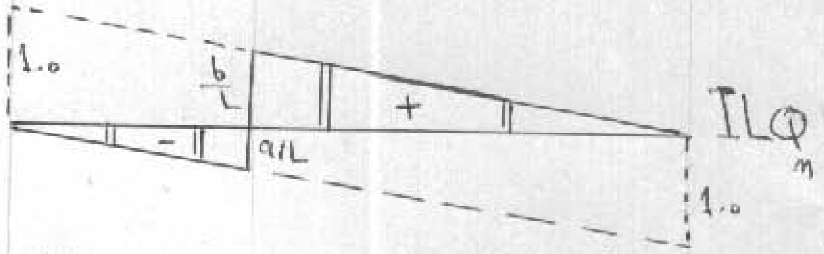


* عند وضع الحمل يسار القطاع m فإن القص في الجزء Am هو $[-y_B]$.



Check

$|Q_m|_{left} + |Q_m|_{right} = 1.0$



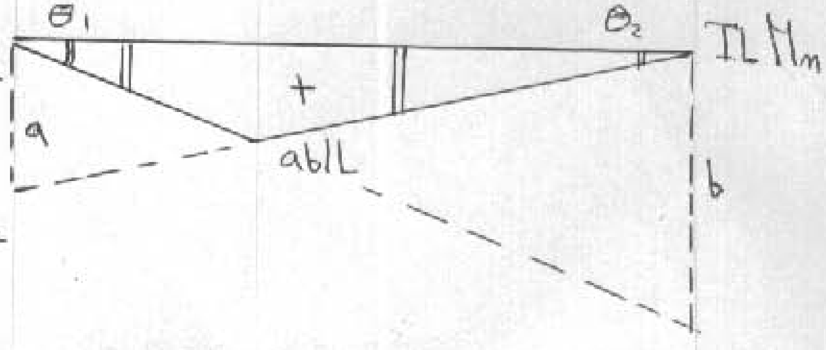
for moment العزم

عند وضع الحمل يمين القطاع m ←

$M_{m_L} = y_A \times a = \frac{ab}{L}$

عند وضع الحمل يسار القطاع m ←

$M_{m_R} = y_B \times b = \frac{ab}{L}$



Check

$$\tan\theta_1 + \tan\theta_2 = 1$$

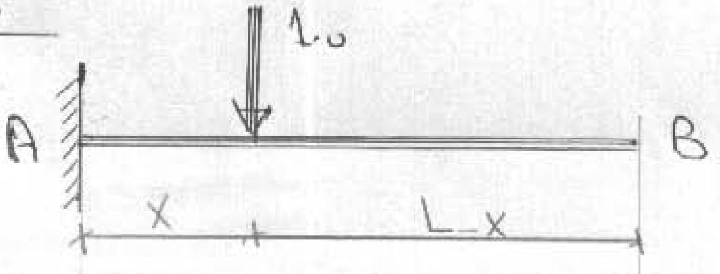
$$\left[\text{i.e.,}\quad \frac{b}{L} + \frac{a}{L} = \frac{a+b}{L} = 1\right] \quad \text{o.k.}$$

Summary — ملخص العلاقات:

$IL_{y_A} + IL_{y_B} = 1.0$
$ILQ_{m_R} = IL_{y_A}$
$ILQ_{m_L} = -IL_{y_B}$
$ILM_m = \frac{a \times b}{L}$

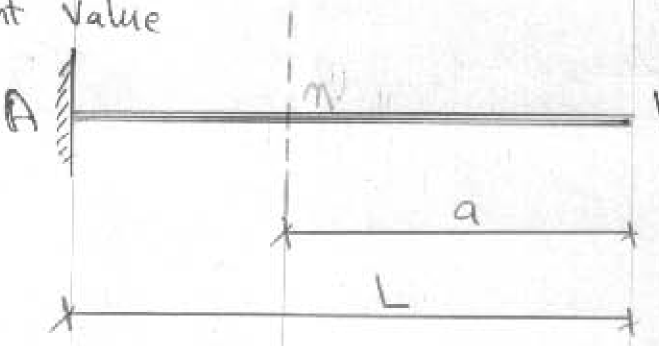
** Influence lines for cantilever

For (load = 1) at distance X from A:



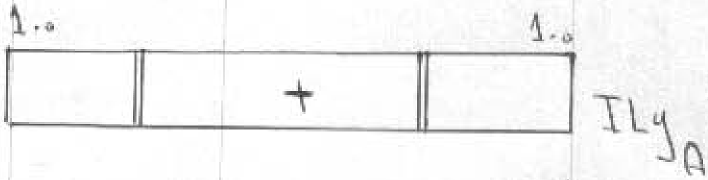
$\Sigma y = 0 \longrightarrow y_A = 1.0$ constant value

$\Sigma M @ A = 0 \longrightarrow M_A = -1 * X = -X$

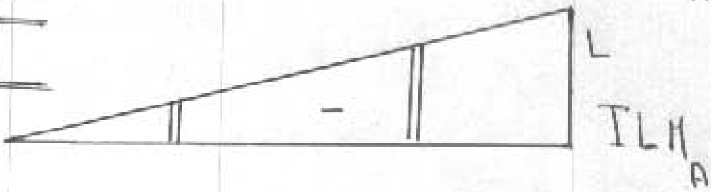


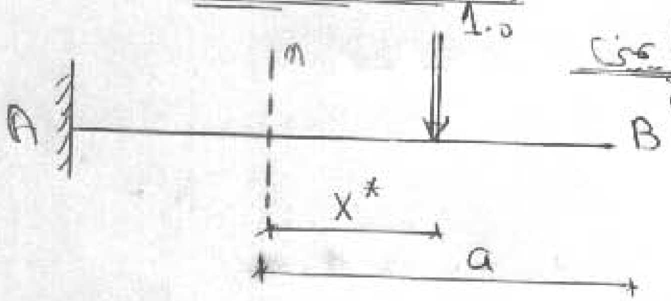
At A $[X = 0] \longrightarrow M_A = 0$

At B $[X = L] \longrightarrow M_A = -L$



For IL Q_m and IL M_m





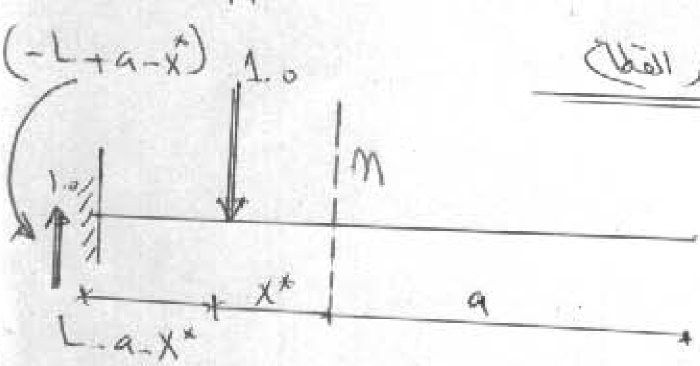
الحمل يمين القطاع

$Q_{m_R} = 1.0 \qquad M_m = -1 * X^* = -X^*$

At m $[X^* = 0] \longrightarrow M_m = 0$

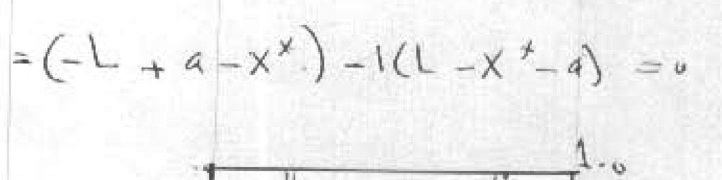
At B $[X^* = a] = M_m = -a$

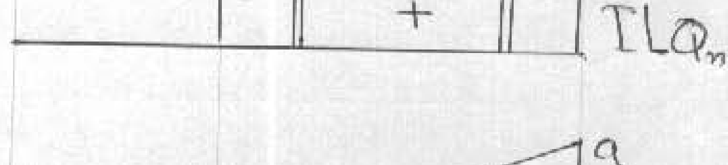
الحمل يسار القطاع



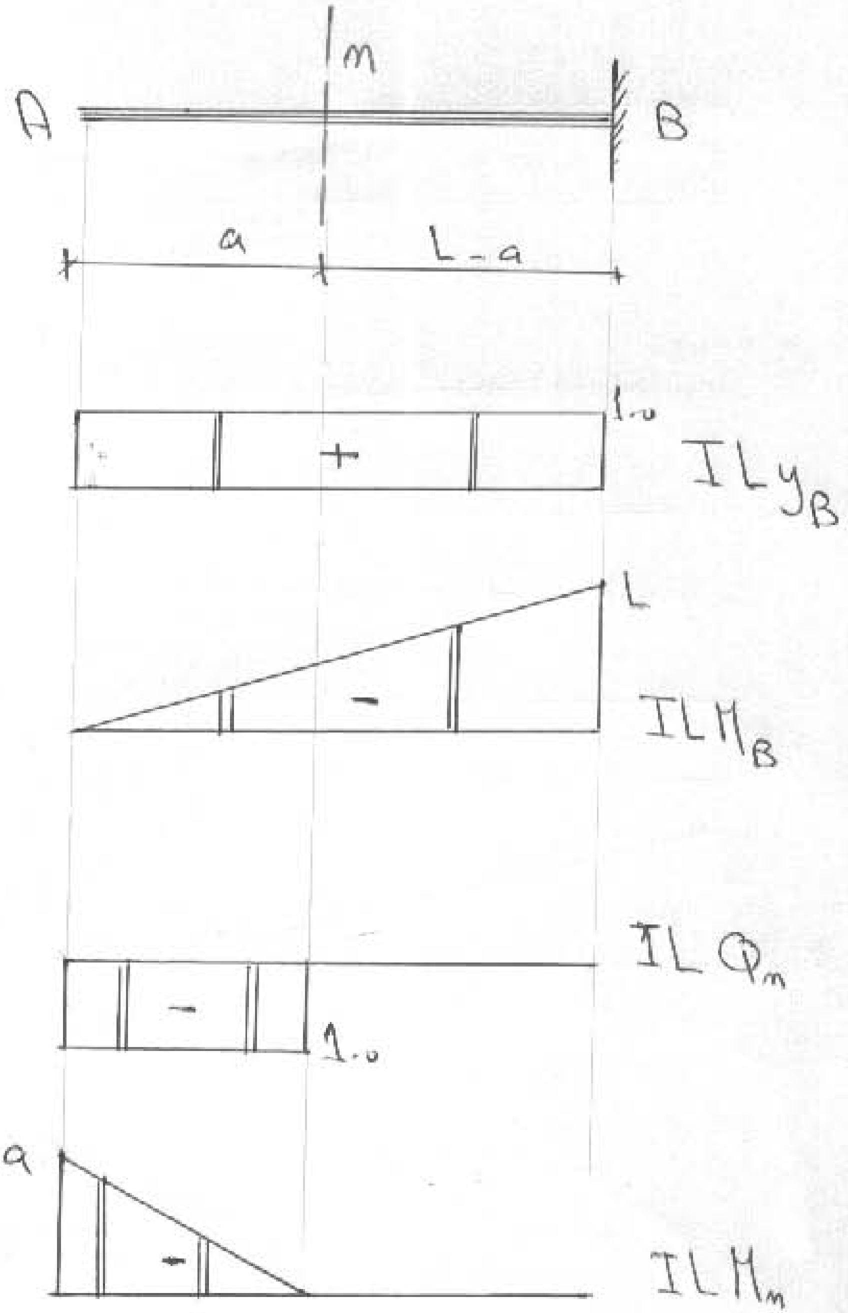
$Q_{m_L} = 1 - 1 = 0$

$M_{m_L} = (-L + a - X^*) - 1(L - X^* - a) = 0$





EX:



لحالة كابولي ركيزته يمين العمود

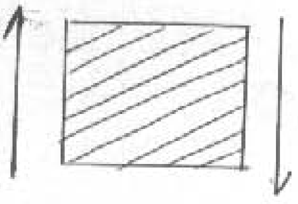
لاحظ الفروق بينه وبين الحالة

السابقة (الركيزة تحت اليسار).

الاختلاف الرئيسي هو في

شكل ILQ_m وذلك طبقاً

لإشارات القص



+ve shear

* Overhanging beam كمرة ممتدة

* يتم رسم خطوط تأثير الجزء AB كالسابق تماماً مع مد الخطوط المنتهية عند B لتصل إلى الطرف الحر C وتم حساب القيم بنسب الأطوال.

* عند حساب Q_{B_R} ، M_{B_R} كأننا نتعامل مع الكابولي BC فقط.

* لاحظ أن $ILM_B = ILM_{B_R}$ لأن قيم العزم M_B عند التحميل يسار تساوي دائماً صفر عند الركائز.

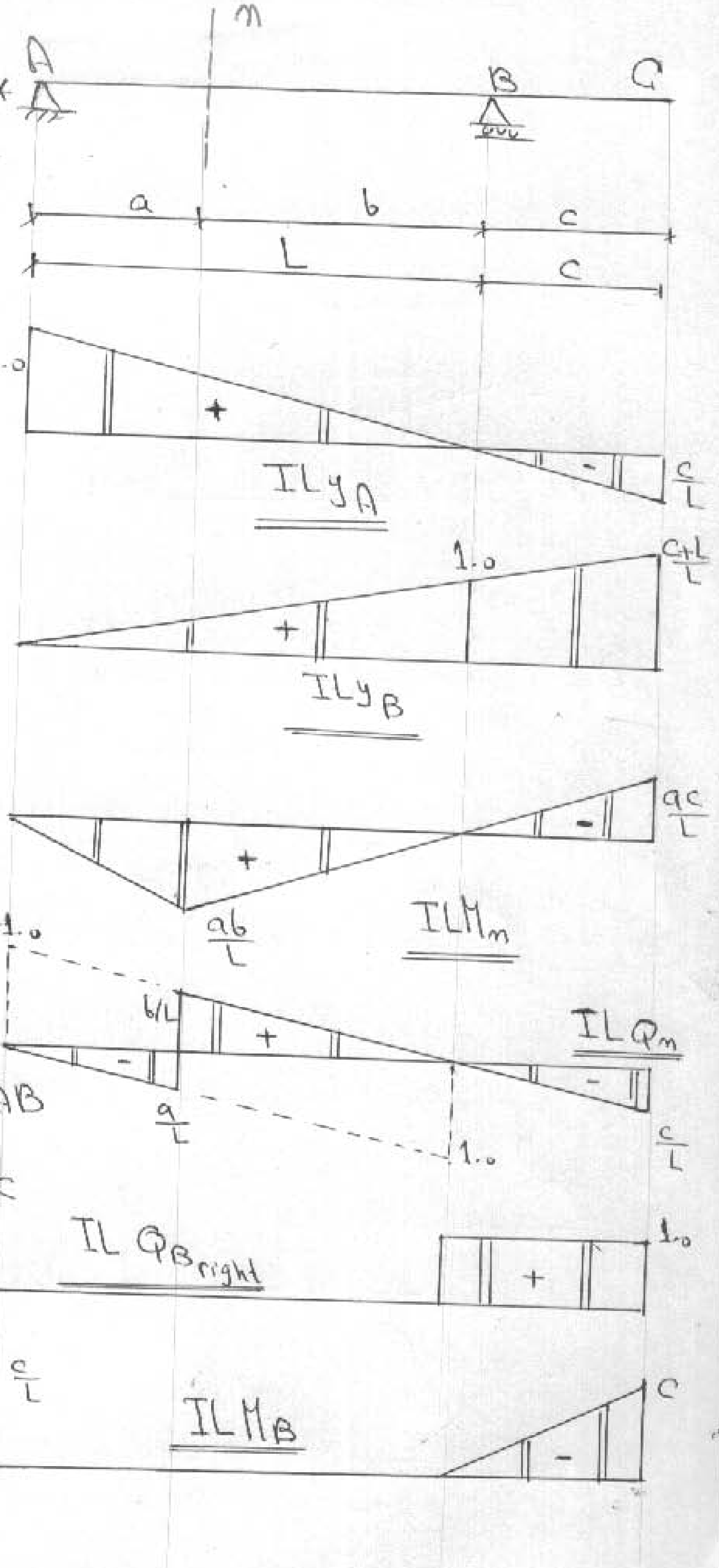
* عند حساب ILQ_{B_L}

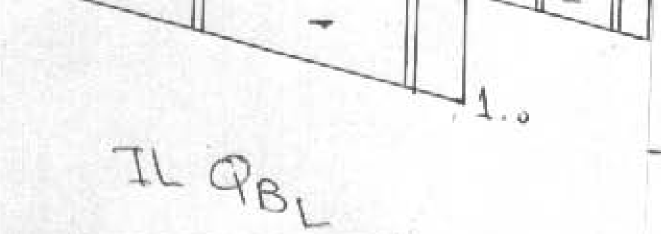
فتخيل أن القطاع n أصبح يسار الركيزة B مباشرة وعندئذ يكون:

$a = L \rightarrow b = 0$

$\therefore ILQ_{B_L} = -ILy_B$ for AB

and $ILQ_{B_L} = ILy_A$ for BC



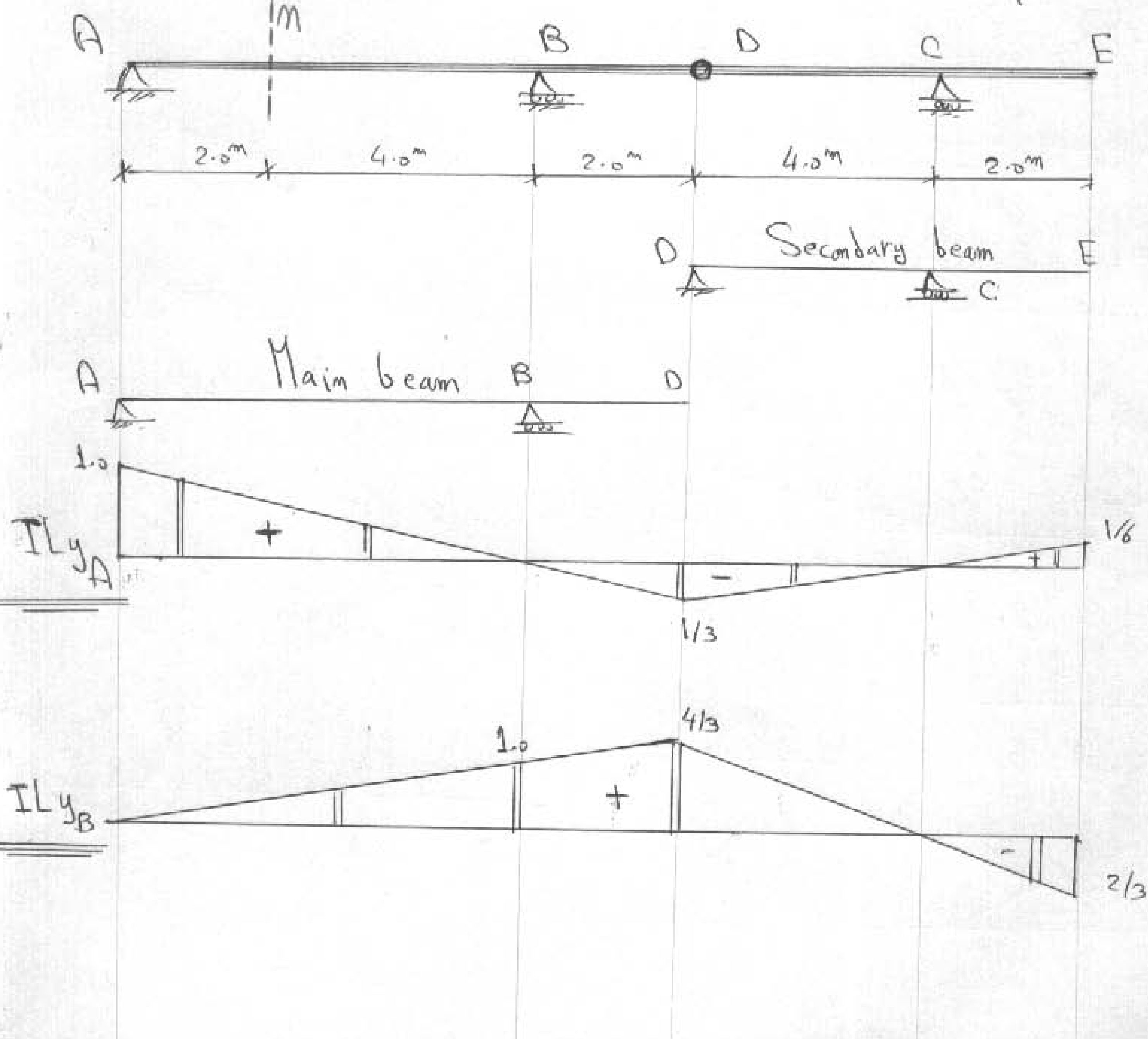


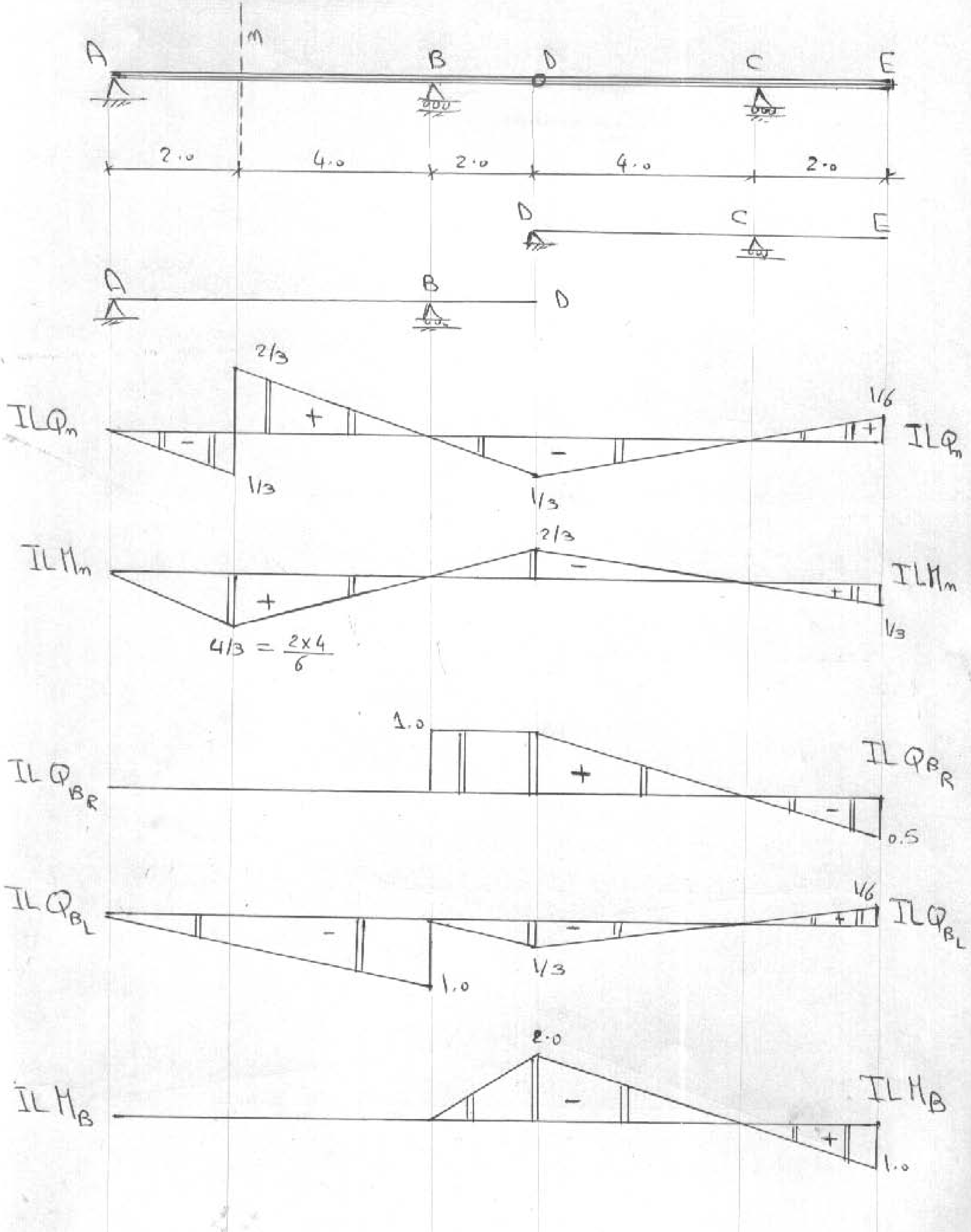
$IL\ Q_{B_L}$

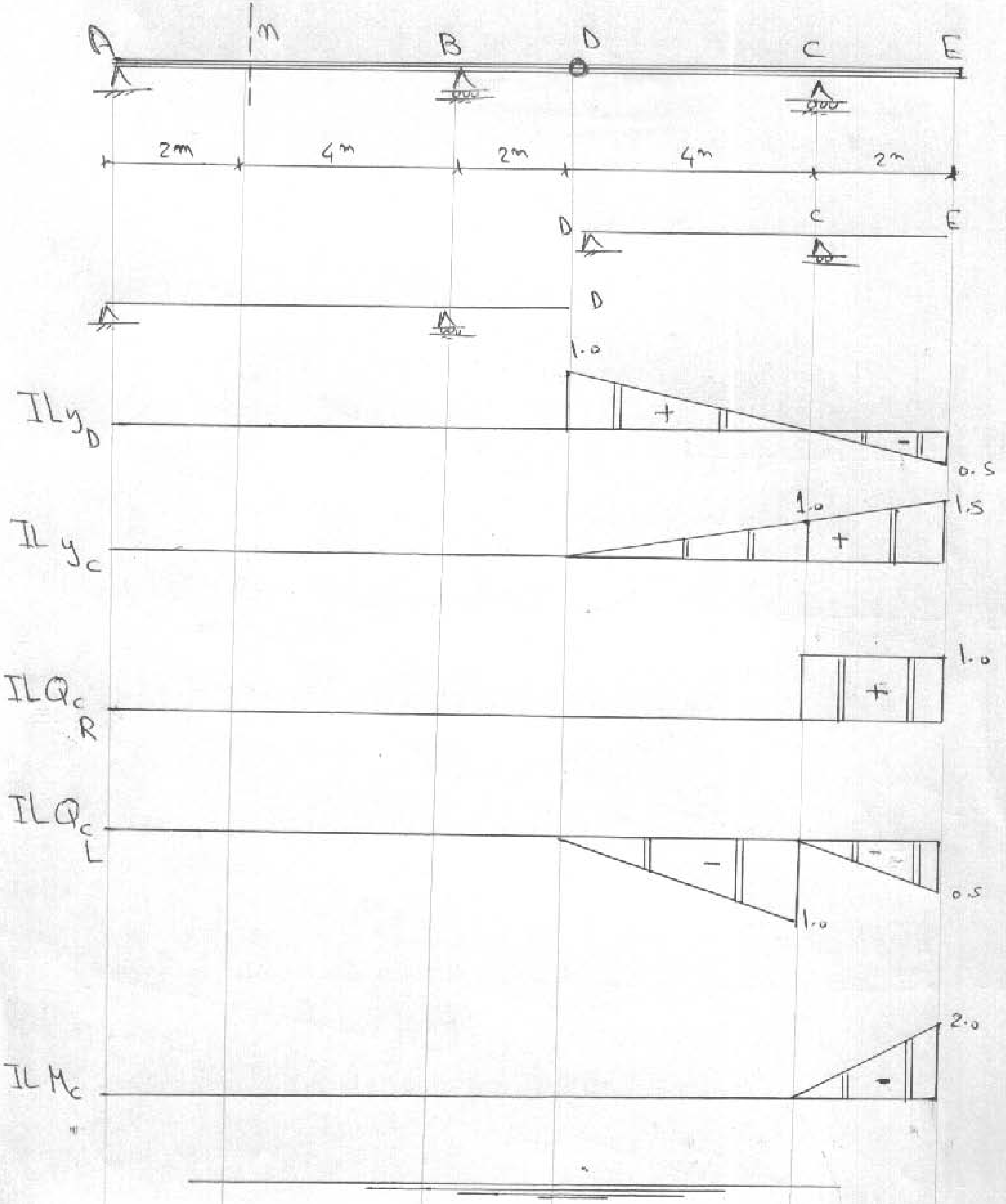
* Compound beam كمرة مركبة (مفصلية)

Main beams
Secondary beams
> * يتم تحديد الأجزاء الرئيسية والثانوية

* يتم رسم خطوط التأثير لكل جزء على حدة.
* الكمرة الثانوية لا تنقل تأثيرها إلى الكمرة الرئيسية.
* الكمرة الرئيسية تنقل تأثيرها إلى الكمرة الثانوية وذلك بتوصيل
يتم I_Lines عند نهاية الكمرة الرئيسية (بداية الكمرة الثانوية)
بحيث تساوي zero عند الركيزة التالية في الكمرة الثانوية.




A
m
B
D
C
E
2.0
4.0
2.0
4.0
2.0
D
C
E
A
B
D
2/3
1/6
ILQm
+
-
+
ILQm
1/3
1/3
ILMm
2/3
-
ILMm
+
+
4/3 = 2x4/6
1/3
1.0
ILQBR
ILQBR
+
-
0.5
ILQBL
1/6
ILQBL
-
-
+
1.0
1/3
2.0
ILMB
ILMB
-
+
1.0


A
m
B
D
C
E
2m
4m
2m
4m
2m
D
C
E
D
1.0
ILy_D
+
-
0.5
1.0
1.5
ILy_c
+
1.0
ILQ_c R
+
ILQ_c L
-
-
1.0
0.5
2.0
ILM_c
-

** Maximum and minimum values of the functions:

To Calculate the maximum and minimum values of the different types of functions [Q - N - M, y] using values of D.L and L.L, the following steps have to be done:

A^{+ve} — يتم حساب المساحة الموجبة لشكل خط التأثير

A^{-ve} — " " " السالبة " "

$A^{+ve} - A^{-ve}$ = خط التأثير " المساحة الصافية " "

* قيمة الدالة التي تنتج من الـ D.L تكون:

$$M_{D.L},\ Q_{D.L},\ y_{D.L},\ N_{D.L} = A_{net} * D.L \longrightarrow \boxed{1}$$

* قيمة الدالة التي تنتج من الـ L.L تكون:

$$M^{+ve},\ Q^{+ve},\ y^{+ve},\ N^{+ve} = A^{+ve} * L.L \longrightarrow \boxed{2}$$

$$M^{-ve},\ Q^{-ve},\ y^{-ve},\ N^{-ve} = A^{-ve} * L.L \longrightarrow \boxed{3}$$

Max. value	$= \boxed{1} + \boxed{2}$
Min. value	$= \boxed{1} + \boxed{3}$

Example:

Calculate the max. and min. values of M_m given that $D.L = 2$ t/m and $L.L = 1$ t/m.

$$A^{+ve} = \left(\frac{1}{2} \times 6 \times \frac{4}{3}\right) + \left(\frac{1}{2} \times 2 \times \frac{1}{3}\right) = 4\frac{1}{3} = \frac{13}{3}$$

$$A^{-ve} = \frac{1}{2} \times 6 \times \frac{2}{3} = 2$$

$$A_{net} = A^{+ve} - A^{-ve} = 4\frac{1}{3} - 2 = \frac{7}{3}$$

$$M_{D.L} = A_{net} \times D.L = \frac{7}{3} \times 2 = \frac{14}{3} \text{ t.m}$$

$$M^{+ve}_{L.L} = A^{+ve} \times L.L = \frac{13}{3} \times 1 = \frac{13}{3} \text{ t.m}$$

$$M^{-ve}_{L.L} = A^{-ve} \times L.L = 2 \times 1 = 2 \text{ t.m}$$

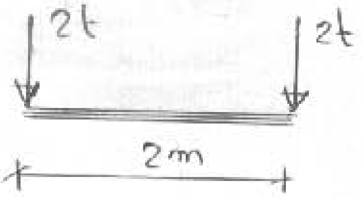
$$M_{max} = M_{D.L} + M^{+ve}_{L.L} = \frac{14}{3} + \frac{13}{3} = 9 \text{ t.m}$$

$$M_{min} = M_{D.L} + M^{-ve}_{L.L} = \frac{14}{3} - 2 = \frac{8}{3} \text{ t.m}$$

Example

Calculate $M_{n_{max}}$ and $M_{n_{min}}$ given that $D.L = 2\,t/m$

and L.L is as shown

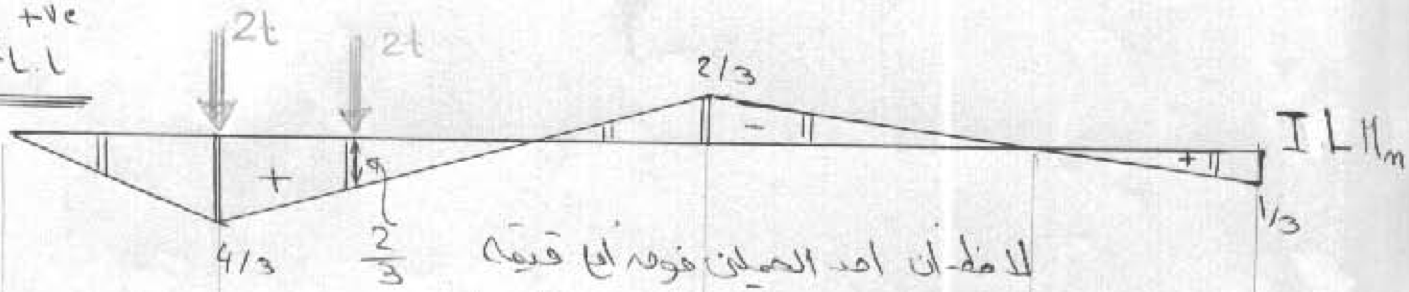


$$M_{D.L} = \frac{14}{3}\ t.m$$ كما سبق حسابه:

نضع الحمل المتحرك في المكان الذي يعطي أكبر احداثيات موجبة

(سالبة) تحت الحملين المركزين للحصول على $M^{+ve}_{L.L}$ ($M^{-ve}_{L.L}$).

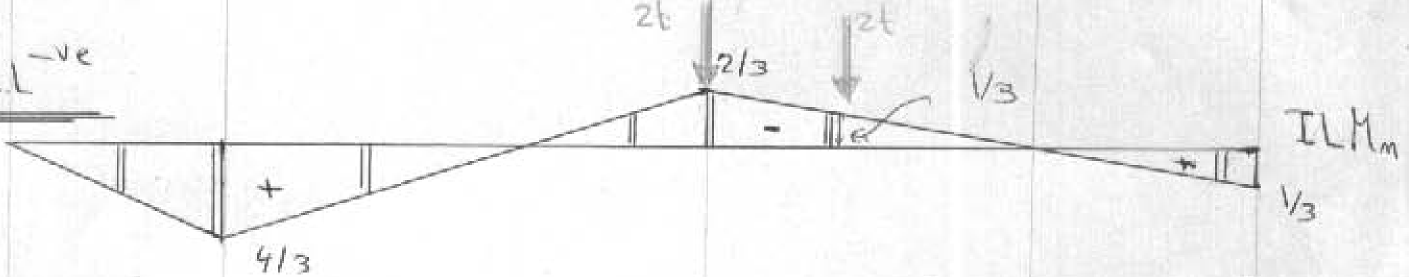
for $M^{+ve}_{L.L}$



لاحظ أن أحد الحملين فوق أكبر قيمة

والحمل الآخر في الجزء الأطول.

for $L.L^{-ve}$



$$M^{+ve}_{L.L} = \left(2 \times \frac{4}{3}\right) + \left(2 \times \frac{2}{3}\right) = \frac{12}{3} = 4\ t.m$$

$$M^{-ve}_{L.L} = \left(2 \times \frac{2}{3}\right) + \left(2 \times \frac{1}{3}\right) = \frac{6}{3} = 2\ t.m$$

$$M_{max} = \frac{14}{3} + 4 = \frac{26}{3}\ t.m$$

$$M_{min} = \frac{14}{3} - 2 = \frac{8}{3}\ t.m$$