

INTRODUCTION

DETERMINACY AND INDETERMINACY

Determinate Structure \Rightarrow معناها أن المنشأ محدد استاتيكيًا
أي نستطيع حله و إيجاد المجاهيل به عن طريق معادلات الاتزان
ومعادلات ال *Intermediate hinges*.

Indeterminate Structure \Rightarrow معناها أن المنشأ غير محدد استاتيكيًا
أي لا نستطيع حله و إيجاد المجاهيل به عن طريق معادلات الاتزان
ومعادلات ال *Intermediate hinges* فقط و لكن نحتاج الى معادلات
إضافية لحله.

لمعرفة أي *Structure* هل هو *Determinate* أو *Indeterminate*
نحدد عدد المعادلات و عدد المجاهيل لل *Structure*.

1) Beams and Frames :

Equations : المعادلات

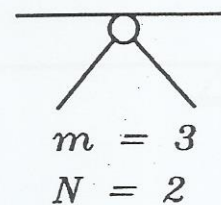
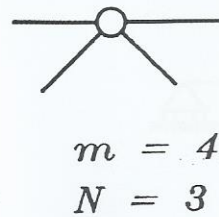
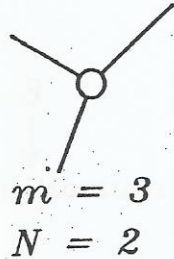
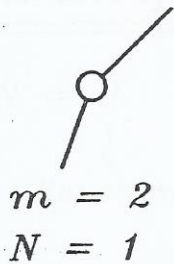
معادلات الاتزان (*Equilibrium equations*) وهم ٣ معادلات
 $\Sigma X = 0 \quad \Sigma Y = 0 \quad \Sigma M = 0$

المعادلات التي تعطيها ال *Intermediate hinges* في حالة وجودها

$$N = m - 1$$

N : No. of equations given by hinge.

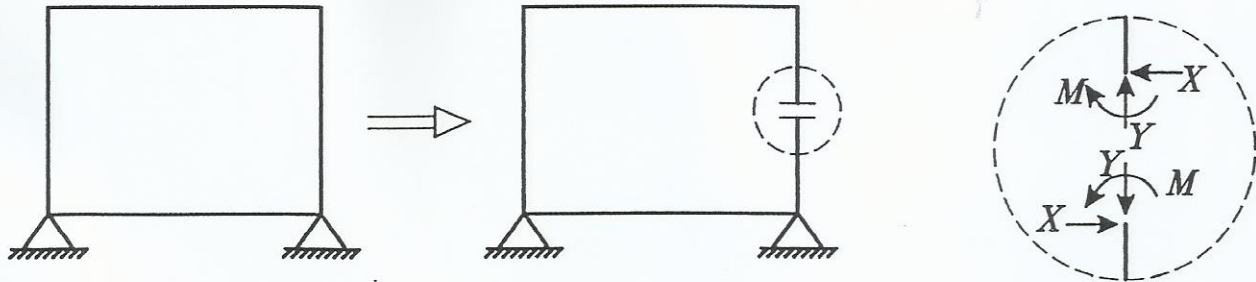
m : No. of members connected to hinge.



Unknowns : المجاهيل

ردود الافعال (Reactions) .

أى شكل مغلق يعطى ثلاثة مجاهيل لاننا لو فتحناه عند أى نقطة سوف يظهر قوة فى اتجاه الـ X و قوة فى اتجاه الـ Y و $Moment$.



لمعرفة أى Structure هل هو *Determinate* أو *Indeterminate*

1 *Determinate Structure*

The number of unknowns = The number of equations

2 *Indeterminate Structure*

The number of unknowns > The number of equations

ملحوظة

فى حالة *The number of unknowns < The number of equations*
يكون المنشأ *Unstable*

Example:

$$\begin{array}{ccc} UN = 3 & \& EQ = 3 \\ \downarrow & & \downarrow \\ \text{Reactions} & & \text{Equilibrium} \end{array}$$

$$EQ = UN \text{ ----- } \text{Determinate structure}$$

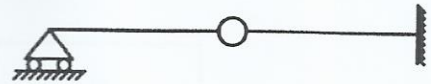


Example:

$$UN = 4 \quad \& \quad EQ = 3 + 1 = 4$$

\downarrow \downarrow \rightarrow I.H.
Reactions Equilibrium

$EQ = UN$ ----- Determinate structure



Example:

$$UN = 5 \quad \& \quad EQ = 3 + 1 + 1 = 5$$

$EQ = UN$ ----- Determinate structure

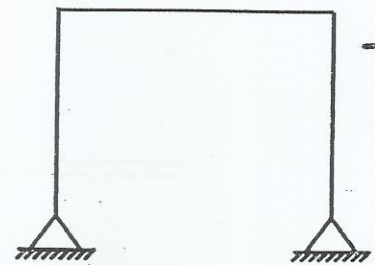


Example:

$$UN = 4 \quad \& \quad EQ = 3$$

$EQ < UN$ ----- Indeterminate structure

$$UN - EQ = 4 - 3 = 1 \quad (1 \text{ time statically indeterminate})$$

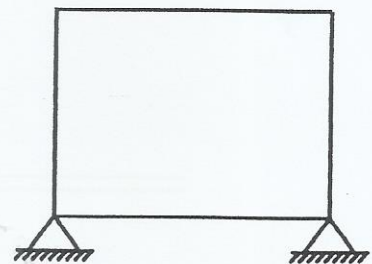


Example:

$$UN = 4 + 3 = 7 \quad \& \quad EQ = 3$$

$EQ < UN$ ----- Indeterminate structure

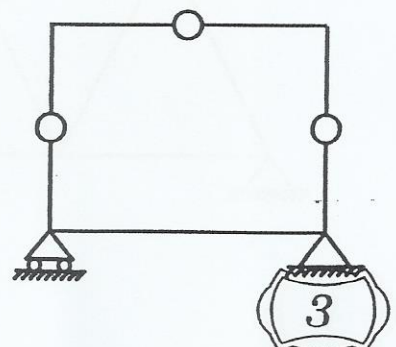
$$UN - EQ = 7 - 3 = 4 \quad (4 \text{ times statically indeterminate})$$



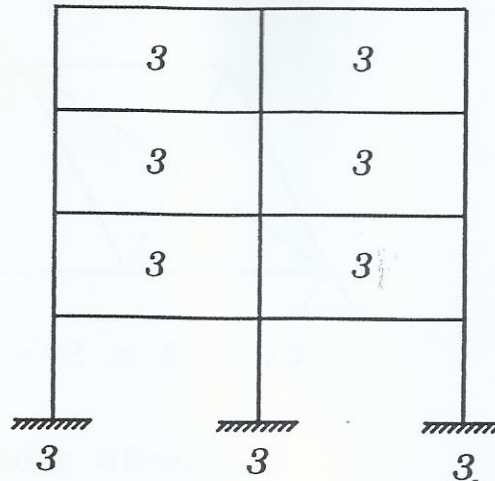
Example:

$$UN = 3 + 3 = 6 \quad \& \quad EQ = 3 + 3 = 6$$

$EQ = UN$ ----- Determinate structure



Example:



$$UN = 27 \quad \& \quad EQ = 3$$

$EQ < UN$ ----- Indeterminate structure

$$UN - EQ = 27 - 3 = 24$$

(24 times statically indeterminate)

2) Trusses :

Equations : المعادلات

$$\Sigma X = 0 \quad \Sigma Y = 0$$

كل Joint تعطى معادلتان وهما

Unknowns : المجاهيل

Reactions

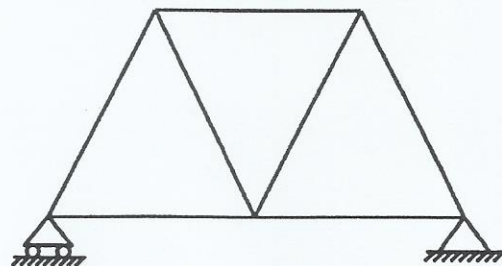
Forces in members

Example:

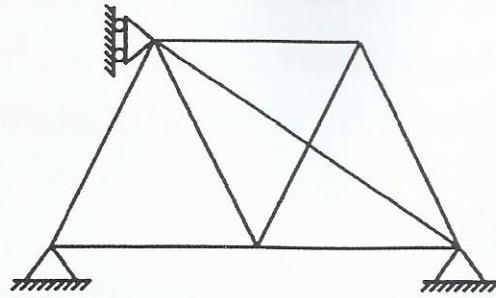
$$UN = 3 + 7 = 10$$

$$EQ = 2 \times 5 = 10$$

$EQ = UN$ ----- Determinate structure



Example:



$$UN = 5 + 8 = 13 \quad \& \quad EQ = 2 \times 5 = 10$$

$EQ < UN$ ----- Indeterminate structure

$$UN - EQ = 13 - 10 = 3$$

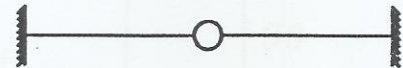
[3 times statically indeterminate (2 external + 1 internal)]

ملحوظة

في حالة الكمرات فقط من الممكن أن نهمل ال Reactions في اتجاه ال X لأنها لا تؤثر على تصميم الكمرة و لكن لابد ان نهمل معها معادلة $\Sigma X = 0$

Example:

$$UN = 4 \quad \& \quad EQ = 2 + 1 = 3$$



$UN > EQ$. ----- Indeterminate structure

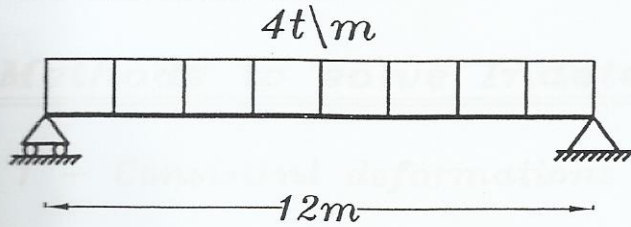
Once statically indeterminate

Why we use statically indeterminate structures?

لأنها تعطى Moments أقل من statically determinate structures وبذلك تقلل القطاعات التي نحتاجها في المنشأ أي أنها

More economic than Statically determinate structures

Example:

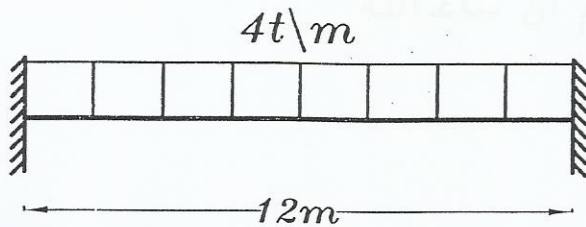
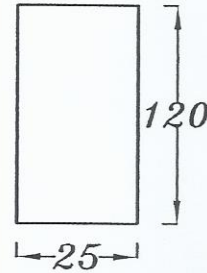


$$\frac{wL^2}{8} = 72m.t$$

Determinate Structure

إذا صممنا هذه الكمرة نجد أنها تحتاج

الى قطاع 25cm x 120cm



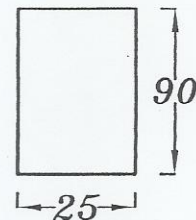
$$\frac{wL^2}{12} = 48m.t$$

$$\frac{wL^2}{24} = 24m.t$$

Indeterminate Structure

إذا صممنا هذه الكمرة نجد أنها تحتاج

الى قطاع 25cm x 90cm



Problems of statically indeterminate structures

ال Statically determinate structures لا تتأثر بال Deformations
و لا تتأثر بالتغير فى درجات الحرارة .

ال Statically indeterminate structures تتأثر بال Deformations
و بدرجات الحرارة مما يولد عزوما اضافية على المنشأ .

Methods to solve Indeterminate structures :

1 - Consistent deformations

2 - Three moment equations

3 - Slope deflection

4 - Moment distribution

الاربع طرق سوف ندرسهم فى هذا الترم ان شاء الله

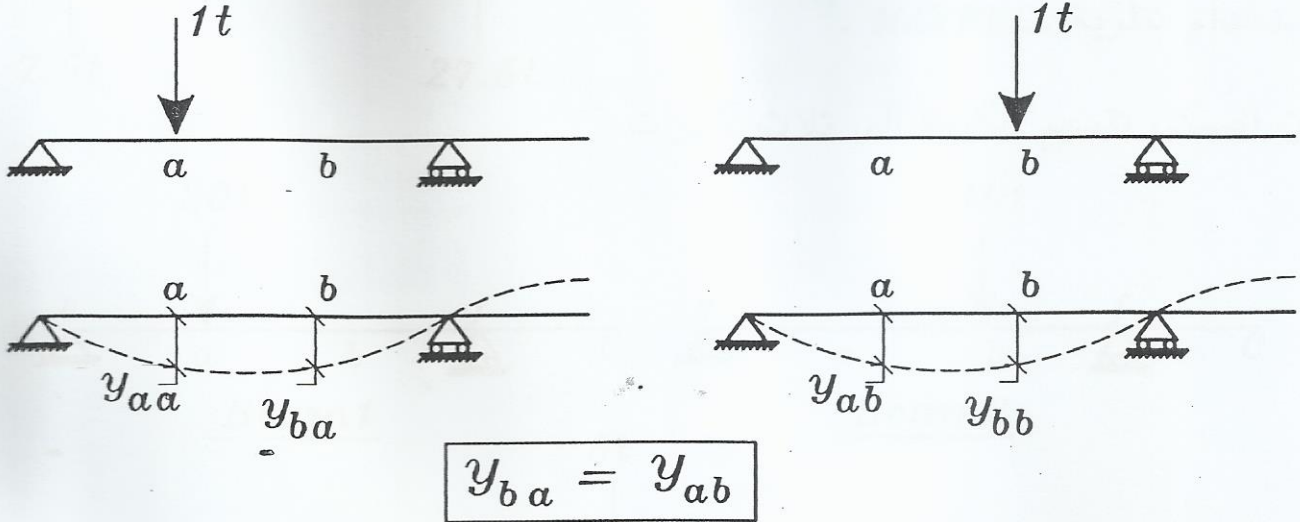
5 - Stiffness Method

و الطريقة الخامسة سوف ندرسها العام القادم ان شاء الله

MAXWELL'S THEORY

هى عبارة عن نظرية و هى كالتالى :

١ - ال deflection المحسوب عند (a) نتيجة ال (1t) الموضوع عند (b) يساوى
ال deflection المحسوب عند (b) نتيجة ال (1t) الموضوع عند (a) .

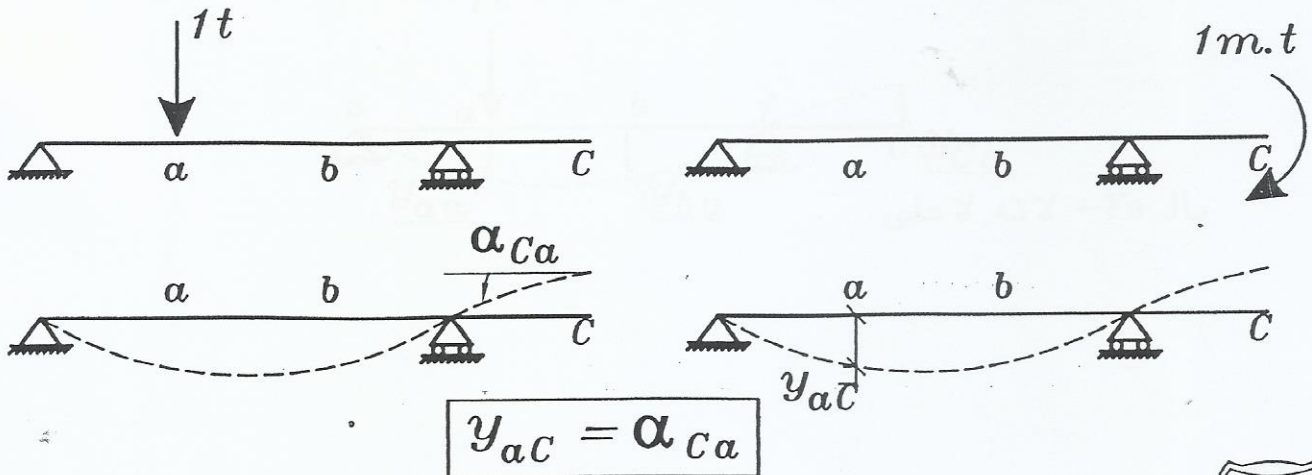


عند كتابة ال deflection فى هذه الطريقة عند أى نقطة نكتب حرفان الحرف
الاول هو رقم النقطة اللى بنحسب عندها ال deflection و الرقم الثانى هو
رقم النقطة الموضوع عندها ال (1t).

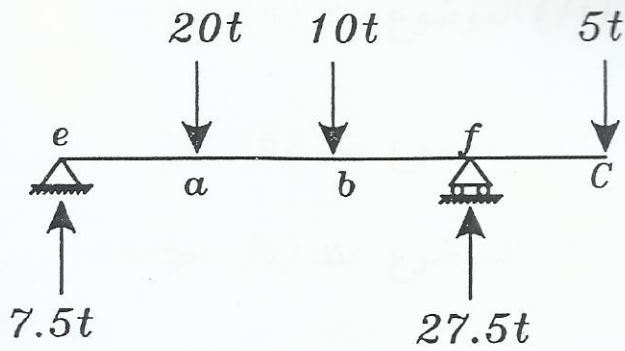
$y_{ab} \Rightarrow$ deflection عند (a) نتيجة ال (1t) الموضوع عند (b)

$y_{ba} \Rightarrow$ deflection عند (b) نتيجة ال (1t) الموضوع عند (a)

١ - ال deflection المحسوب عند (a) نتيجة ال (1m.t) الموضوع عند (c) يساوى
ال Slope angle المحسوب عند (c) نتيجة ال (1t) الموضوع عند (a) .

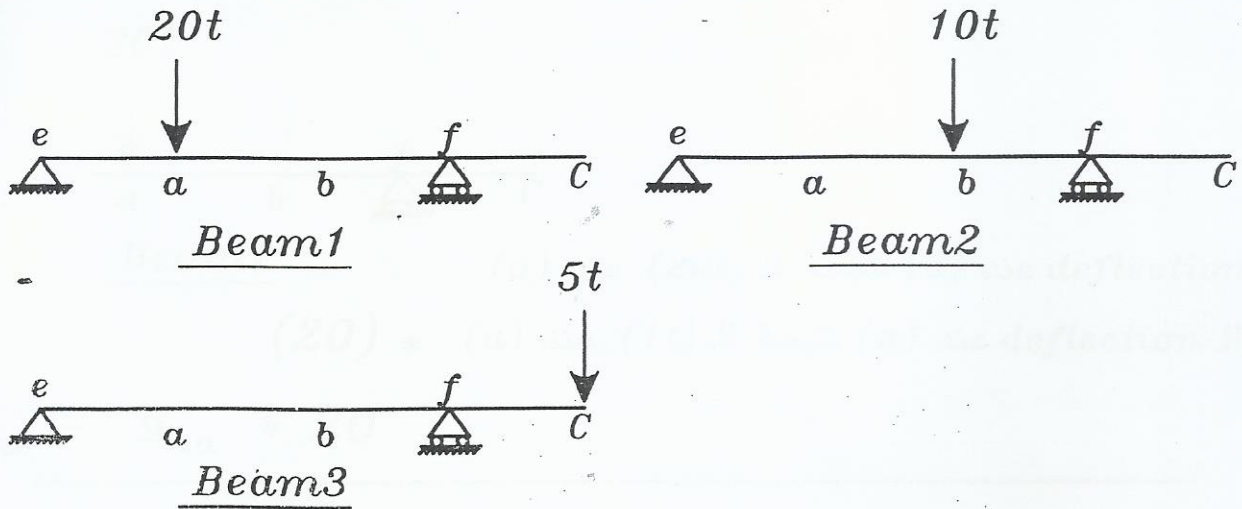


و من الممكن استخدام *MAXWELL'S THEORY* فى حساب ال *deflection* كالتالى:



فمثلا اذا اردنا حساب ال *deflection* عند نقطة (a) فى هذه الكمرة بدلا من حسابه باحدى الطرق السابقة يمكن استخدام نظرية *MAXWELL*.

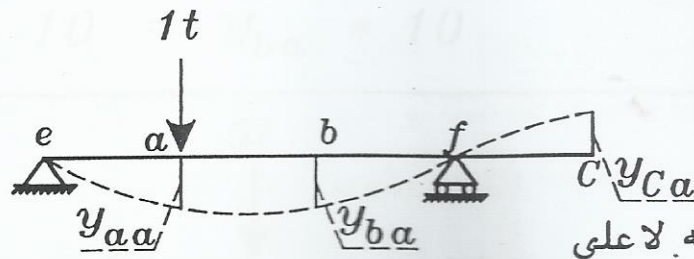
من الممكن تقسيم الكمرة الى ثلاث كمرات



و حساب ال *deflection* عند نقطة (a) فى الثلاثة كمرات و جمعهم معا فنحصل على ال *deflection* عند نقطة (a) فى الكمرة الاصلية

حيث نضع $1t$ عند النقطة المراد حساب

ال *deflection* عندها و نحسب ال *deflection* عند أى نقطة عندها *Load* و ذلك باى طريقة من الطرق السابقة و ليكن ال *Conjugate beam*.



بال $-ve$ لانه لا على

$y_{aa} \Rightarrow$ deflection عند (a) نتيجة الـ (1t) الموضوع عند (a)

$y_{ba} \Rightarrow$ deflection عند (b) نتيجة الـ (1t) الموضوع عند (a)

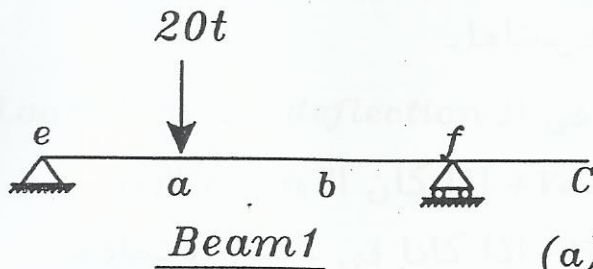
و من نظرية MAXWELL فهو يساوى y_{ab}

$y_{ab} \Rightarrow$ deflection عند (a) نتيجة الـ (1t) الموضوع عند (b)

$y_{ca} \Rightarrow$ deflection عند (C) نتيجة الـ (1t) الموضوع عند (a)

و من نظرية MAXWELL فهو يساوى y_{ac}

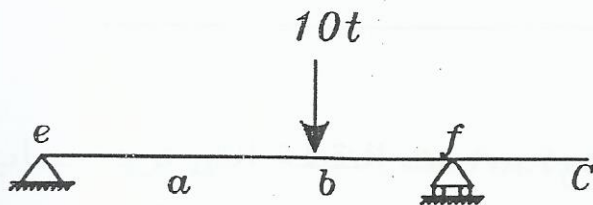
$y_{ac} \Rightarrow$ deflection عند (a) نتيجة الـ (1t) الموضوع عند (C)



الـ deflection عند (a) نتيجة الـ (20t) عند (a)

= الـ deflection عند (a) نتيجة الـ (1t) عند (a) * (20)

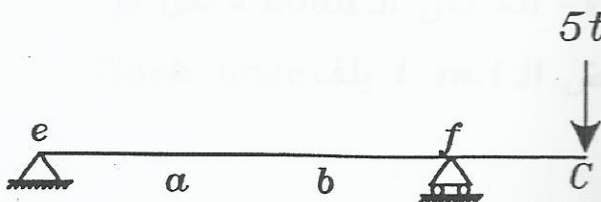
$$y_a = y_{aa} * 20$$



الـ deflection عند (a) نتيجة الـ (10t) عند (b)

= الـ deflection عند (a) نتيجة الـ (1t) عند (b) * (10)

$$y_a = y_{ab} * 10 = y_{ba} * 10$$



الـ deflection عند (a) نتيجة الـ (10t) عند (C)

= الـ deflection عند (a) نتيجة الـ (1t) عند (C) * (5)

$$y_a = y_{ac} * 10 = y_{ca} * 5$$

و بجمع ال deflection فى الثلاثة كمرات نحصل على ال deflection عند نقطة (a) فى الكمرة الاصلية.

$$y_a = y_{aa} * 20 + y_{ba} * 10 + y_{ca} * 5$$

و لكننا سوف نقوم بالخطوات التالية مباشرة لحساب ال deflection عند أى نقطة

- ١- نزيل كل ال Loads من الكمرة الاصلية و نضع $1t$ عند النقطة التى نريد حساب ال deflection عندها و نحسب ال deflection عند كل النقط التى كان عليها ال Loads باى طريقة من الثلاثة طرق التى درسناها.
 - ٢- نضرب قيمة كل Load فى الكمرة الاصلية فى ال deflection عند هذا ال Load فى الكمرة اللى عليها ال $1t$ و تكون الاشارة $+Ve$ اذا كان ال deflection و ال Load معا فى نفس الاتجاه و تكون $-Ve$ اذا كانا فى عكس الاتجاه .
- نحسب ال deflection باى طريقة من الطرق السابقة مثل ال Conjugate beam أو ال Double integration أو ال Virtual work.

و لحساب ال Slope angle عند أى نقطة

- ١- نزيل كل ال Loads من الكمرة الاصلية و نضع $1m.t$ عند النقطة التى نريد حساب ال Slope angle عندها و نحسب ال Slope angle عند كل النقط التى كان عليها ال Loads باى طريقة من الثلاثة طرق التى درسناها.
- ٢- نضرب قيمة كل Load فى الكمرة الاصلية فى ال Slope angle عند هذا ال Load فى الكمرة اللى عليها ال $1m.t$ و تكون الاشارة $+Ve$ اذا كان ال Load لاسفل أو moment يلف Clock wise و تكون $-Ve$ اذا كان ال Load لاعلى أو moment يلف Anticlockwise بشرط فرض ال $1 m.t$ يلف Clock wise.