STABILITY

نسألكم الدعاء

Table of Contents

* Stability ---------- Page 2
* Frames ---------- Page 2
* Beams ---------- Page 8
* Trusses ---------- Page 9
* خطوات الحل ---------- Page 11
* Example ---------- Page 12

© Copyright Eng.Akram Moustafa2013. All copyrights reserved.
Downloading or printing of these notes is allowed for personal use only.
Commercial use of these notes is not allowed. (www.yasserelleathy.com)

STABILITY

يتم تقسيم المنشآت عامة تقسيمتين الاولى اما ان يكون المنشأ *Determinate* أو *Indeterminate* و الثانية اما ان يكون *Stable* أو *Unstable* .

و فى هذا الدرس سوف ندرس ثلاثة منشآت و هم الـ *Frames* و الـ *Beams* و الـ *Trusses* اما الـ *Arches* فتعامل معاملة الـ *Frames* .

Determinate Structure ⟹ معناها أن المنشأ محدد استاتيكيا
أى نستطيع حله و ايجاد المجاهيل به عن طريق معادلات الاتزان ومعادلات الـ *Intermediate hinges* .

Indeterminate Structure ⟹ معناها أن المنشأ غير محدد استاتيكيا
أى لا نستطيع حله و ايجاد المجاهيل به عن طريق معادلات الاتزان ومعادلات الـ *Intermediate hinges* فقط و لكن نحتاج الى معادلات اضافية لحله .

Stable Structure ⟹ معناه أن المنشأ متزن أى أنه آمن
أى أنه يستطيع مقاومة أى حمل يؤثر عليه سواء قوة فى اتجاه *X* أو *Y* أو *Moment* .

Unstable Structure ⟹ معناه أن المنشأ غير متزن أى انه سوف ينهار اذا اثرنا عليه بقوى

ملحوظة هامة

عند دراسة الـ *Stability* لا يفرق معنا القوى المؤثرة على المنشأ

1) FRAMES

لمعرفة أى *Structure* هل هو *Determinate* أو *Indeterminate* نحدد عدد المعادلات و عدد المجاهيل للـ *Structure* .

© Copyright Eng.Akram Moustafa2013. All copyrights reserved.
Downloading or printing of these notes is allowed for personal use only.
Commercial use of these notes is not allowed. (www.yasserelleathy.com)

Equations : المعادلات

معادلات الاتزان *(Equilibrium equations)* وهم ٣ معادلات

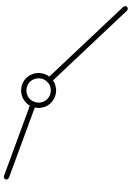
$$\Sigma X = 0 \quad \Sigma Y = 0 \quad \Sigma M = 0$$

المعادلات التى تعطيها الـ *Intermediate hinges* فى حالة وجودها

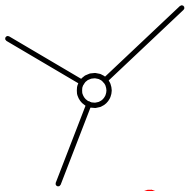
$$N = m - 1$$

N : No. of equations given by hinge.

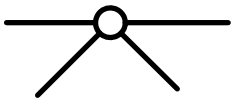
m : No. of members connected to hinge.



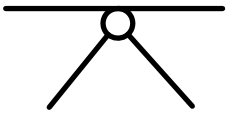
m = 2
N = 1



m = 3
N = 2



m = 4
N = 3

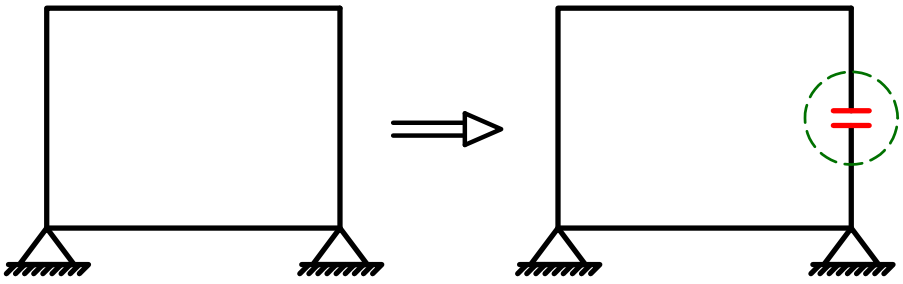


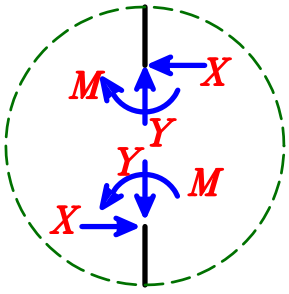
m = 3
N = 2

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* .





© Copyright Eng.Akram Moustafa2013. All copyrights reserved.
Downloading or printing of these notes is allowed for personal use only.
Commercial use of these notes is not allowed. (www.yasserelleathy.com)

Determinacy

UN > EQ — Indeterminate Structure

UN = EQ — Determinate Structure

UN < EQ — Unstable Structure

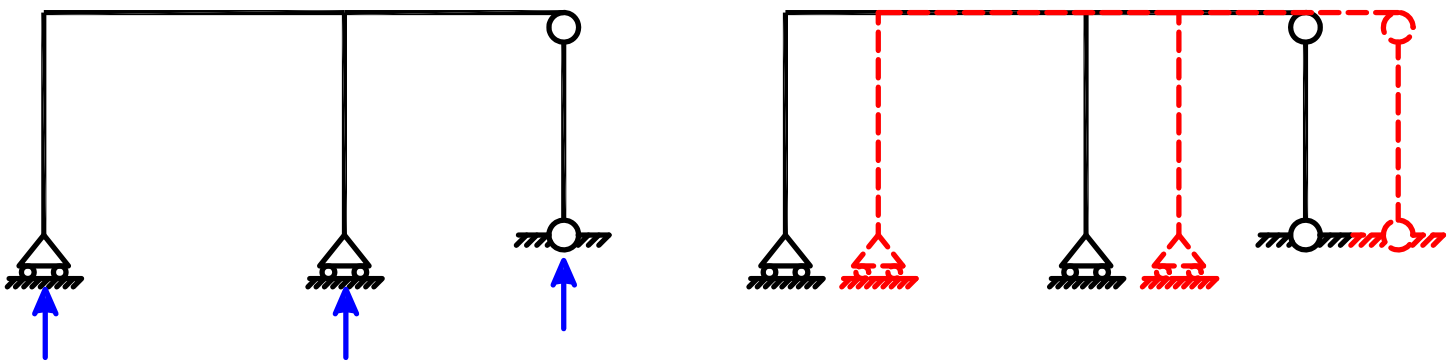
من الممكن أن يكون Stable أو Unstable

فى حالة لو الـ UN < EQ يكون الـ Structure غير متزن لاننا نجد ان بعض الـ Reactions يمكن حسابها من معادلتين مختلفتين و تكون القيم من المعادلة الاولى مختلفة عن الثانية.

فى حالة اذا كانت الـ UN = EQ أو الـ UN > EQ نبدأ فى البحث فى الحالات القادمة فاذا تحققت أى منهم يكون المنشأ Unstable .

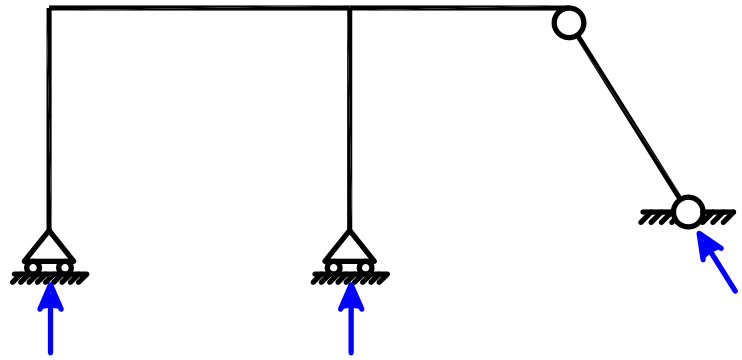
1- All reactions are parallel

لو كانت كل الـ Reactions متوازية فان الـ Structure يكون Unstable لانه سوف يتحرك فى الاتجاه العمودى على هذه الـ Reactions.

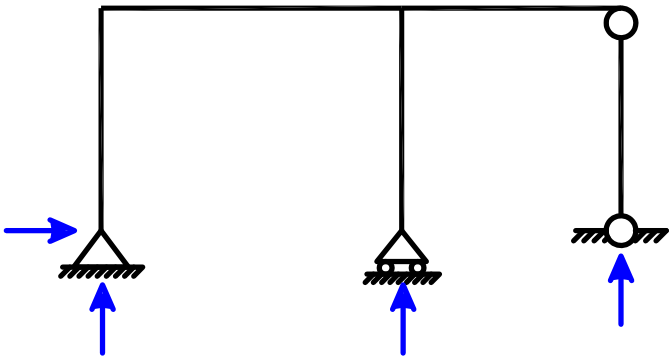


و لجعل هذا المنشأ Stable اما أن نغير اتجاه احد الـ Reactions أو أن نضيف Reaction فى اتجاه اخر كالتالى .

© Copyright Eng.Akram Moustafa2013. All copyrights reserved.
Downloading or printing of these notes is allowed for personal use only.
Commercial use of these notes is not allowed. (www.yasserelleathy.com)

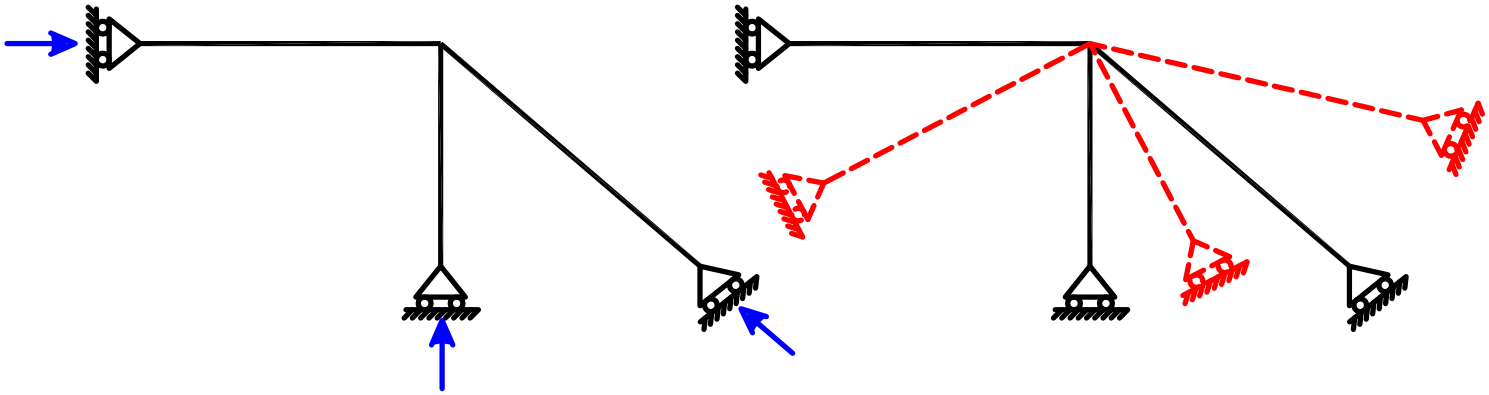


OR

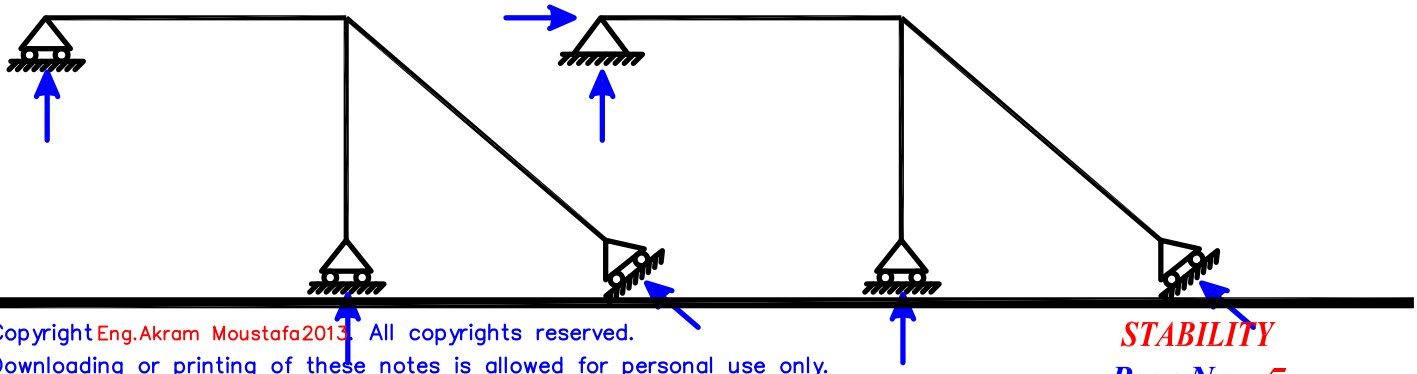


2- *All reactions are intersecting at a point*

لو كانت كل الـ *Reactions* متقاطعة فى نقطة قان الـ *Structure* يكون *Unstable* لانه سوف يدور حول هذه النقطة .



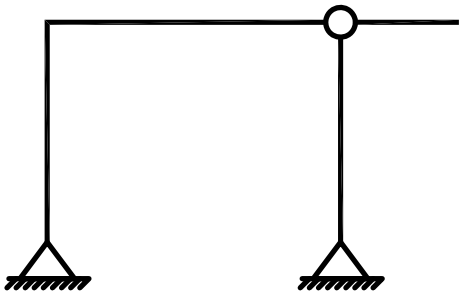
و لجعل هذا المنشأ *Stable* اما أن نغير اتجاه احد الـ *Reactions* حتى لاتكون متلاقية أو نضيف *Reaction* بحيث لا يمر بالنقطة .

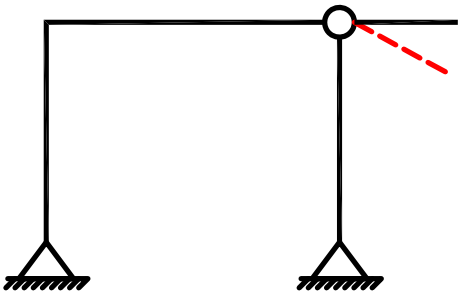


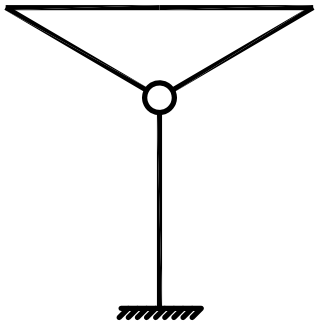
© Copyright Eng.Akram Moustafa2013 All copyrights reserved.
Downloading or printing of these notes is allowed for personal use only.
Commercial use of these notes is not allowed. (www.yasserelleathy.com)

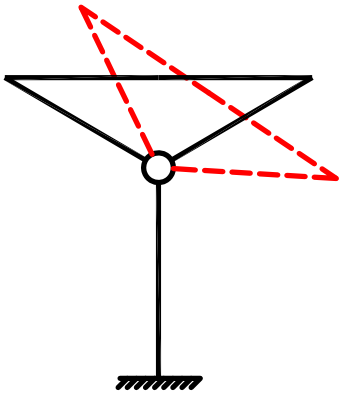
3- Geometrical Unstability

و تحدث عندما يكون جزء من المنشأ متصل بـ *Intermediate hinge* من ناحية و *Free* من الناحية الاخرى حيث أن هذا الجزء عند التأثير عليه باى قوة سوف يدور حول الـ *Intermediate hinge* .

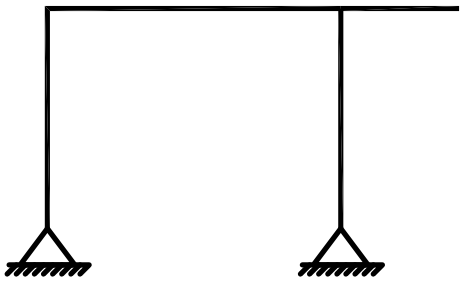


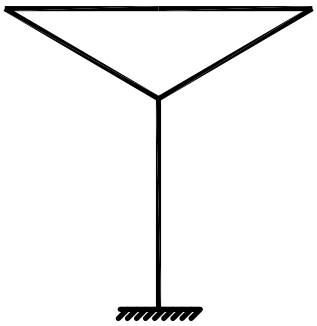






و لجعل هذا المنشأ متزن نزيل الـ *Intermediate hinge* .





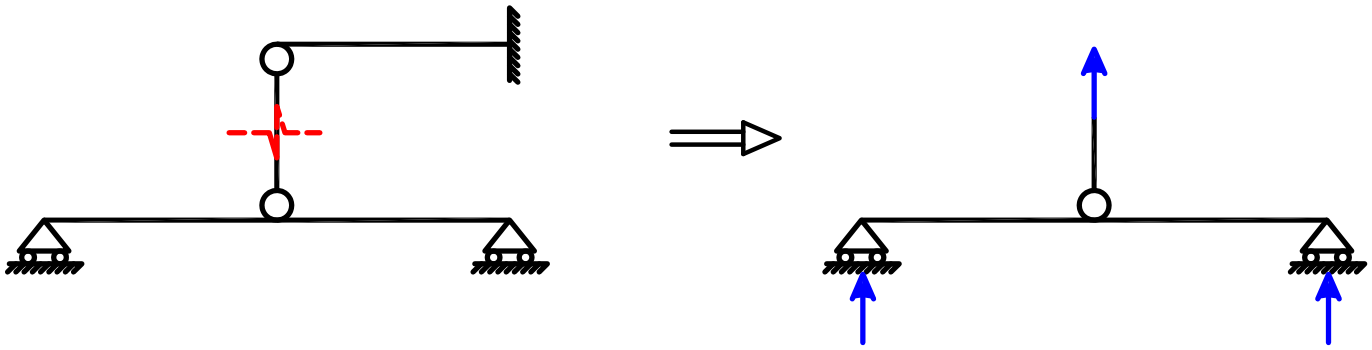
© Copyright Eng.Akram Moustafa2013. All copyrights reserved.
Downloading or printing of these notes is allowed for personal use only.
Commercial use of these notes is not allowed. (www.yasserelleathy.com)

4- Part of structure is Unstable

فى حالة وجود جزء من الـ Structure غير متزن يكون الـ Structure كله غير متزن لانه لو انهار جزء من الـ Structure فهذا معناه أن المنشأ كله أصبح غير آمن .

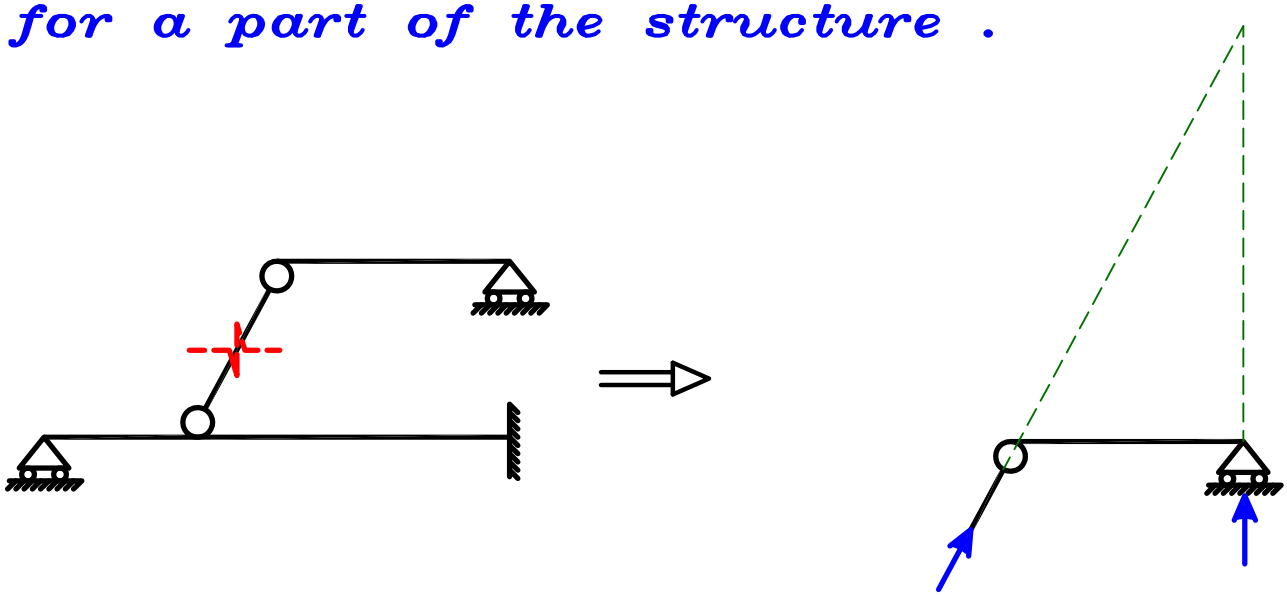
و يحدث هذا فى احد الحالات التالية :

a- Reactions are parallel for a part of the structure .



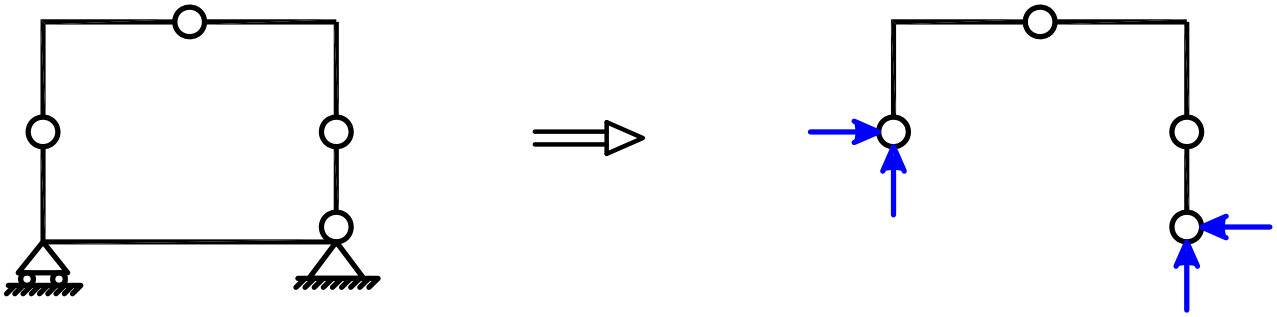
و لجعل هذا المنشأ Stable اما أن نغير اتجاه احد الـ Reactions أو أن نضيف Reaction فى اتجاه اخر كالتالى .

b- Reactions are intersecting at one point for a part of the structure .



© Copyright Eng.Akram Moustafa2013. All copyrights reserved.
Downloading or printing of these notes is allowed for personal use only.
Commercial use of these notes is not allowed. (www.yasserelleathy.com)

C – Case of more than three intermediate hinges in a closed frame .



لانه فى هذه الحالة نجد أن الجزء المفصول به عدد الـ $UN = 4$ بينما عدد الـ EQ يكون كالتالى (٣ معادلات و هم $\Sigma M = 0$ $\Sigma Y = 0$ $\Sigma X = 0$ بالاضافة الى معادلات الـ $I.H.$ فنجد أن 2 $I.H.$ بهما 2 $members$ فكل واحدة تعطى معادلة و2 $I.H.$ بهما $member$ فلا يعطيا معادلات و بالتالى تكون الـ $EQ = 5$.)

حيث أن هذا الجزء $EQ > UN$ يكون $Unstable$ و بالتالى يكون المنشأ كله $Unstable$.

و لكى يكون المنشأ $Stable$ نزيل احد الـ $I.H$.

---

2) Beams

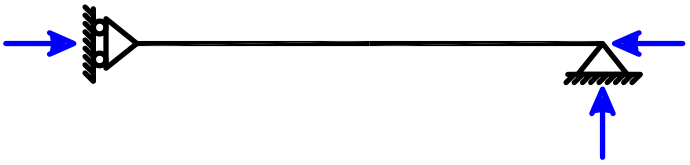
نتعامل معها مثل الـ $Frames$ تماما مع اختلاف وحيد أنه فى حالة الـ $Beams$ نهمل معادلة $\Sigma X = 0$ كما نهمل الـ $Reactions$ فى اتجاه الـ X حيث أننا عادة لا نهتم بالـ $Normal\ force$ فى الكمرات

$UN = 4$ & $EQ = 2 + 1 + 1 = 4$

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

و تكون هذه الكمرة $Stable$ لعدم وجود أى حالة تجعلها $Unstable$

© Copyright Eng.Akram Moustafa2013. All copyrights reserved.
Downloading or printing of these notes is allowed for personal use only.
Commercial use of these notes is not allowed. (www.yasserelleathy.com)



UN = 2 & EQ = 2

EQ = UN ----- Determinate structure

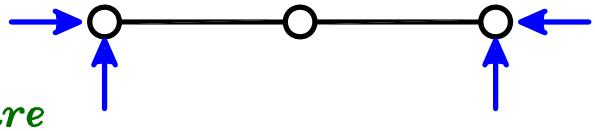
و لكن الـ *Reactions* كلها متقابلة فى نقطة و بالتالى تكون *Unstable* .

فى الـ *Beams* عند وجود *3 I.H.* على نفس الاستقامة تكون الكمرة *Unstable*

و ذلك لاننا لو فصلنا الجزء الذى به الـ *3 I.H.* على حده يكون *Unstable*

neglected *neglected*

UN = 2 & EQ = 2+1 = 3



UN < EQ ----- Unstable structure

---

3) TRUSSES

لها طريقة حساب مختلفة عن الكمرات و الـ *Frames*

Equations : المعادلات

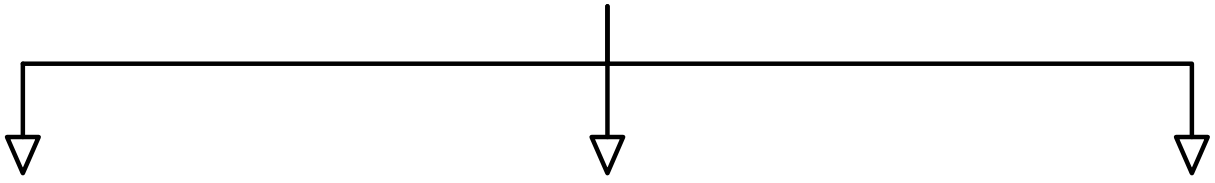
كل *Joint* تعطى معادلتان وهما $\Sigma X = 0$ $\Sigma Y = 0$

و بالتالى تكون عدد المعادلات هو عدد الـ *Joints* مضروب *2* x

Unknowns : المجاهيل

 # Reactions

 # Forces in members

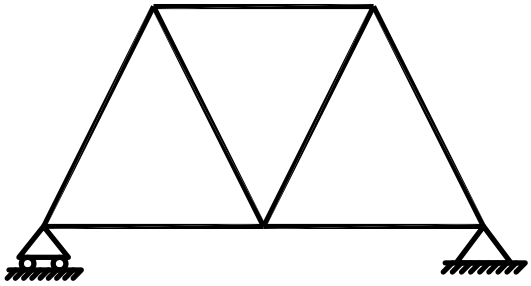


UN > EQ	***UN = EQ***	***UN < EQ***
Indeterminate Structure	***Determinate Structure***	***Unstable Structure***
Stable	***Stable***	

© Copyright Eng.Akram Moustafa2013. All copyrights reserved.
Downloading or printing of these notes is allowed for personal use only.
Commercial use of these notes is not allowed. (www.yasserelleathy.com)

$UN = 3 + 7 = 10$

$EQ = 2 \times 5 = 10$



$EQ = UN$ ----- Determinate & Stable structure

Degree of indeterminacy

فى أى من المنشآت السابقة لتحديد الDegree of indeterminacy تكون

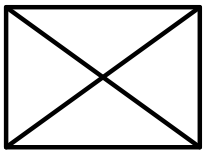
Degree of indeterminacy = UN − EQ

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

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

$UN - EQ = 1$ ⟹ Once statically indeterminate

فى حالة الTruss يوجد Externally indeterminacy و Internally indeterminacy حيث اذا كان عدد الReactions فى الTruss اكبر من ٣ يكون الTruss خارجيا Indeterminate و يكون الTruss داخليا Indeterminate عندما نجد به شكل الCross



© Copyright Eng.Akram Moustafa2013. All copyrights reserved.
Downloading or printing of these notes is allowed for personal use only.
Commercial use of these notes is not allowed. (www.yasserelleathy.com)

خطوات الحل

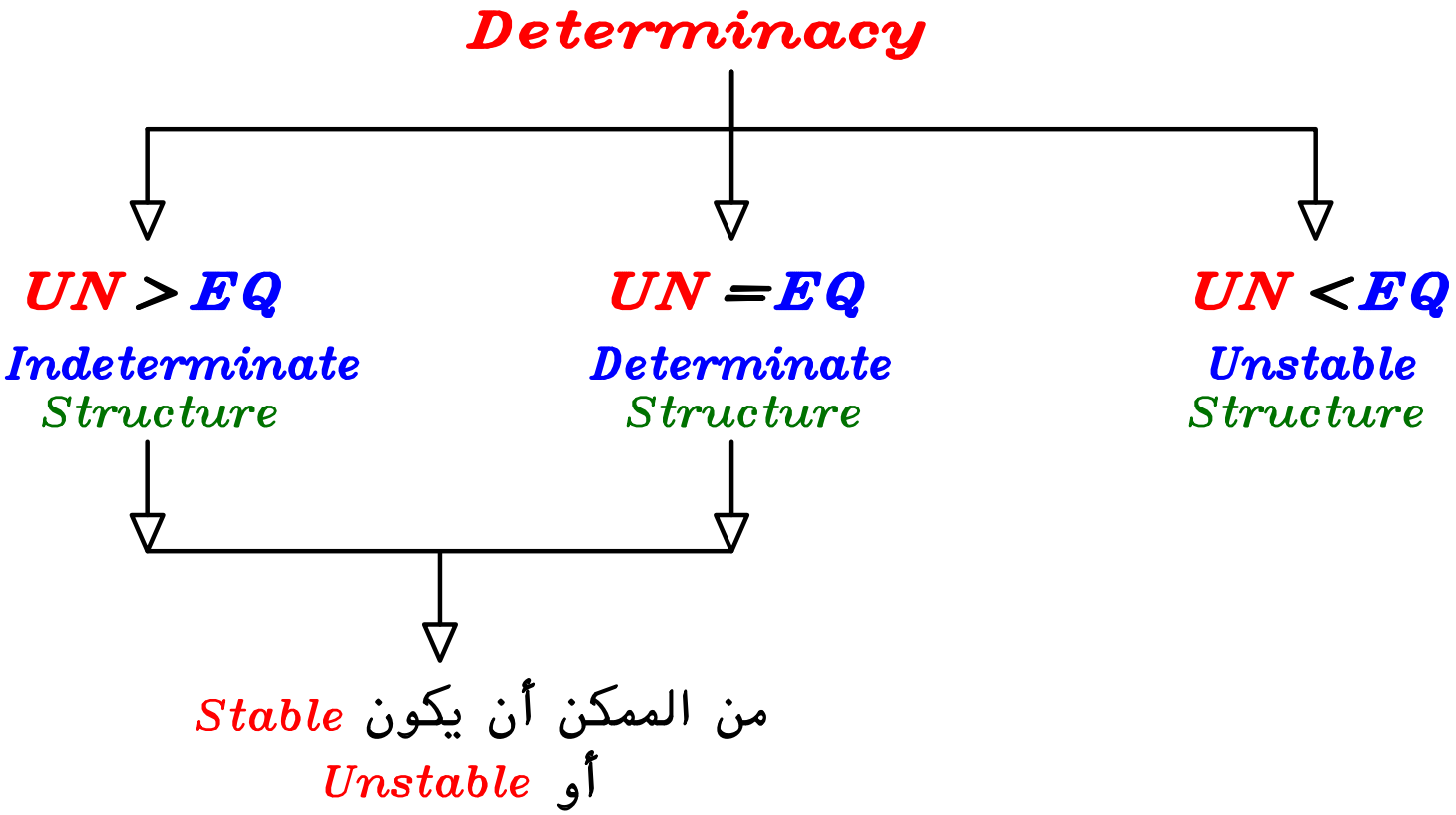
For beams & Frames

١- نحدد عدد المعادلات و عدد المجاهيل.

٢- نحدد هل المنشأ *Determinate or Indeterminate* و فى حالة اذا كان *Indeterminate* نحدد الـ *Degree of indeterminacy* .

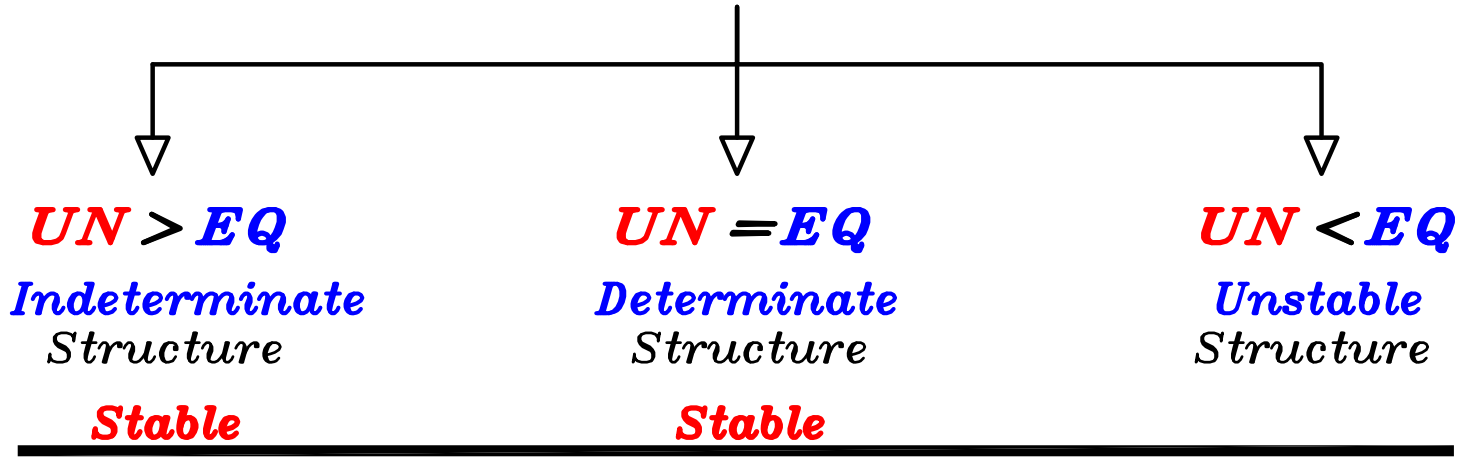
٣- نحدد هل المنشأ *Stable or Unstable* .

٤- لو المنشأ *Unstable* نجعله *Stable* .



For Tusses

١- نحدد عدد المعادلات و عدد المجاهيل.



© Copyright Eng.Akram Moustafa2013. All copyrights reserved.
Downloading or printing of these notes is allowed for personal use only.
Commercial use of these notes is not allowed. (www.yasserelleathy.com)

٢ - لو المنشأ *Indeterminate* نحدد الـ *Degree of indeterminacy* .

٣ - لو المنشأ *Unstable* نجعله *Stable* .

$$\textbf{Degree of indeterminacy} = UN - EQ$$

EXAMPLE

For the shown structures determine if the structure is determinate or indeterminate , and if it is stable or unstable and if it is indeterminate calculate the degree of indet. and if it is unstable make it stable.

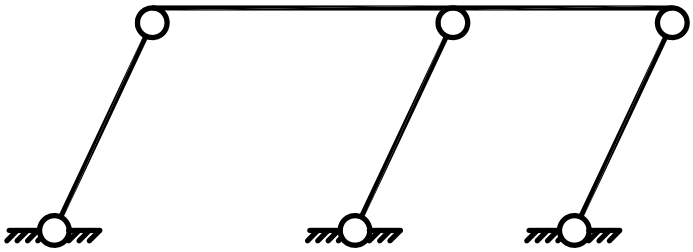


Fig.1

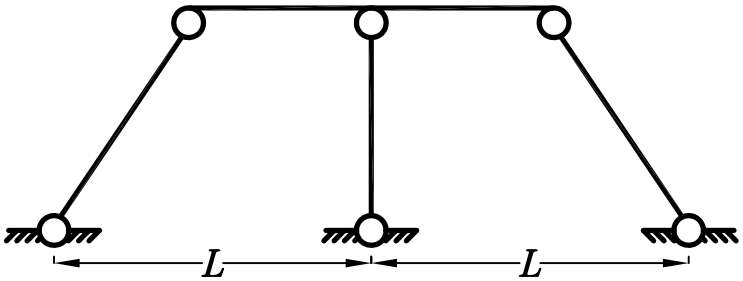


Fig.2

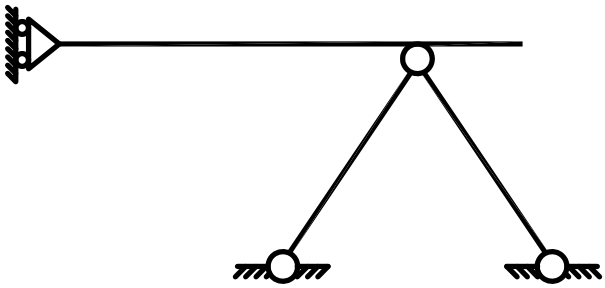


Fig.3

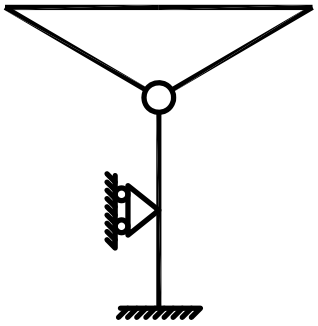


Fig.4

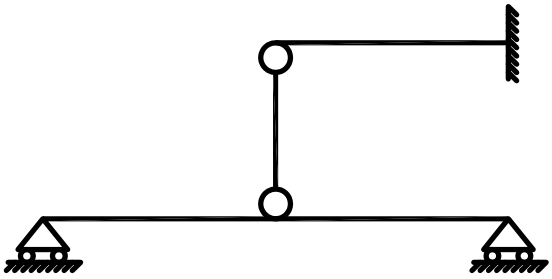


Fig.5

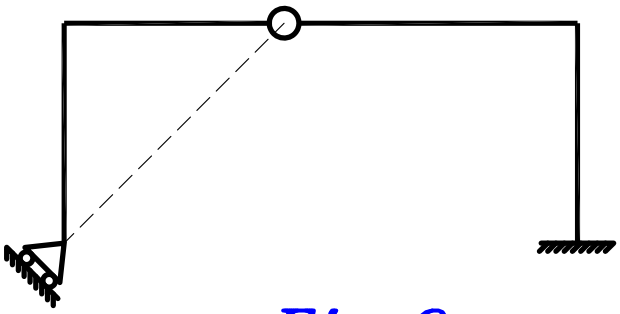


Fig.6

© Copyright Eng.Akram Moustafa2013. All copyrights reserved.
Downloading or printing of these notes is allowed for personal use only.
Commercial use of these notes is not allowed. (www.yasserelleathy.com)

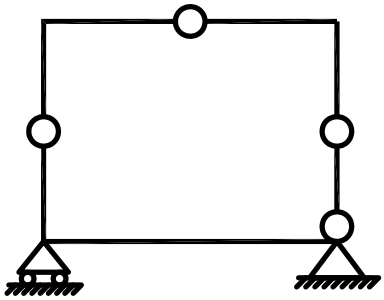


Fig.7

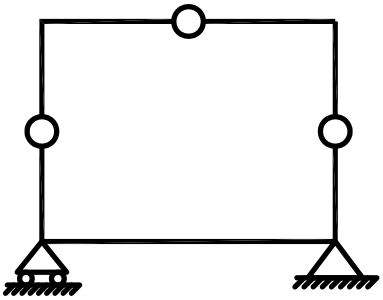


Fig.8

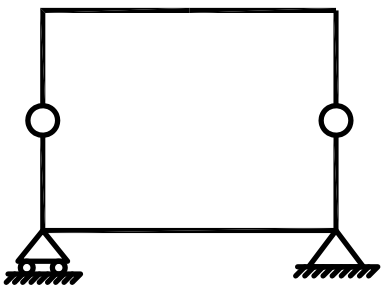


Fig.9

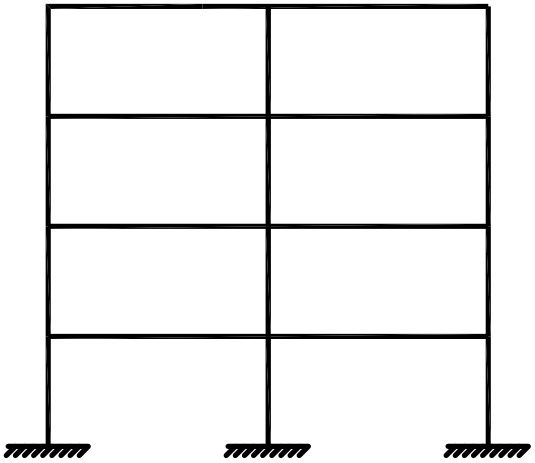


Fig.10

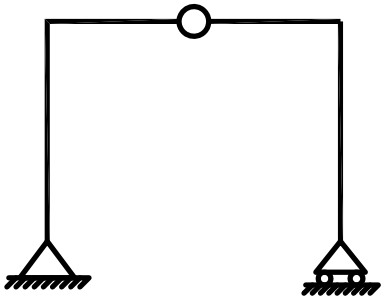


Fig.11

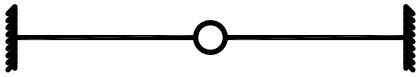


Fig.12

Fig.13

Fig.14

Fig.15

Fig.16

© Copyright Eng.Akram Moustafa2013. All copyrights reserved.
Downloading or printing of these notes is allowed for personal use only.
Commercial use of these notes is not allowed. (www.yasserelleathy.com)

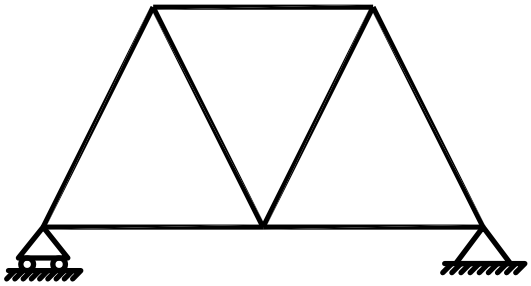


Fig.17

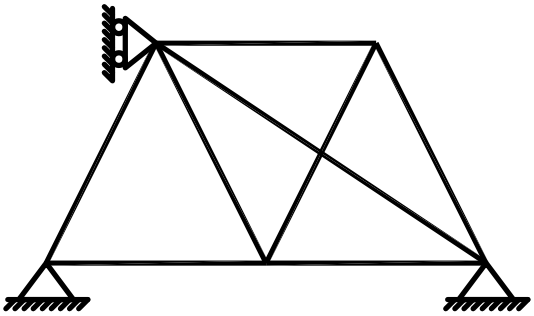


Fig.18

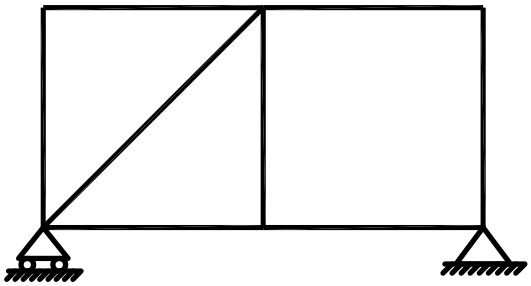
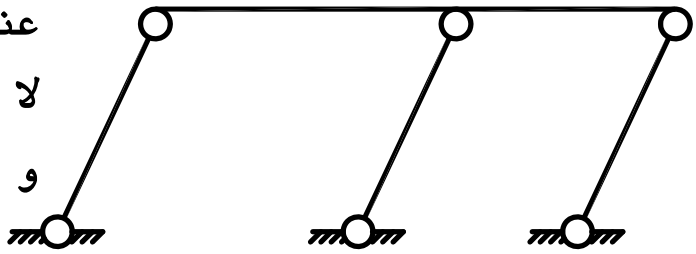


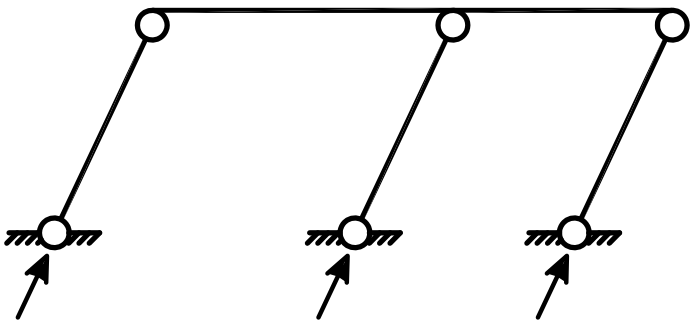
Fig.19

Fig.1



عند حساب المعادلات و المجاهيل لا ناخذ فى الاعتبار الـ *Link member* و نضع عند الـ *Support* مجهولان لانه *Hinged* و لكن عند دراسة الـ *Stability* نتعامل مع الـ *Link* و نضع له قوة واحدة فقط فى اتجاهه

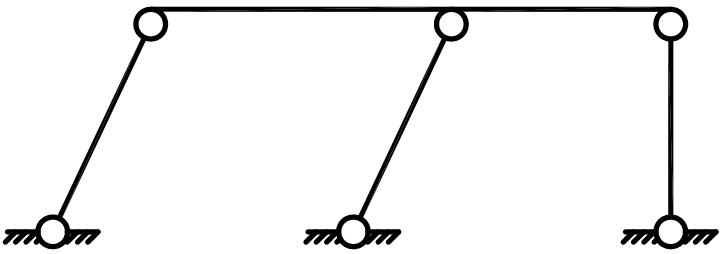
$UN = 6 \qquad EQ = 6 \Longrightarrow UN = EQ \Longrightarrow$ *Determinate*



Unstable $\Longrightarrow$ لان كل الـ *Reactions* متوازية

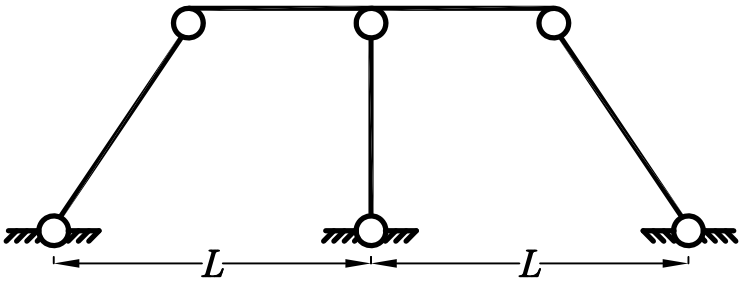
فى حالة اذا كان المنشأ *Unstable* غير مهم معرفة اذا كان *Determinate* ام لا لانه سينهار

© Copyright Eng.Akram Moustafa2013. All copyrights reserved.
Downloading or printing of these notes is allowed for personal use only.
Commercial use of these notes is not allowed. (www.yasserelleathy.com)



Stable

Fig.2



$UN = 6$

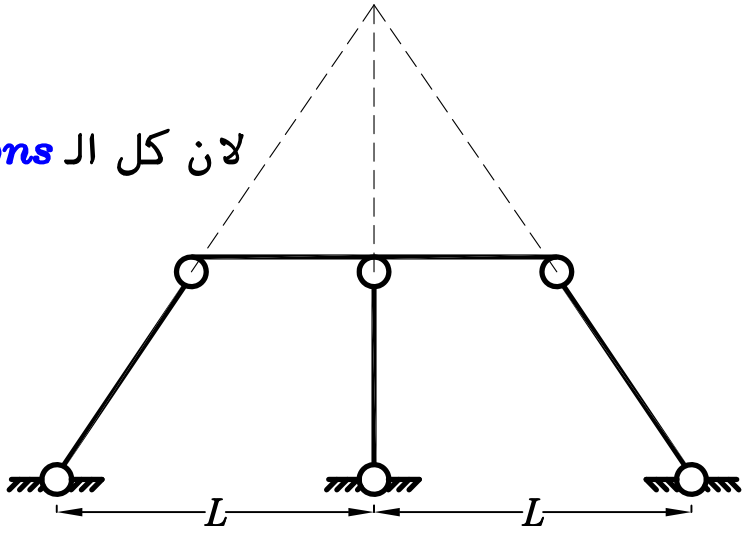
$EQ = 6$

$\Longrightarrow UN = EQ$

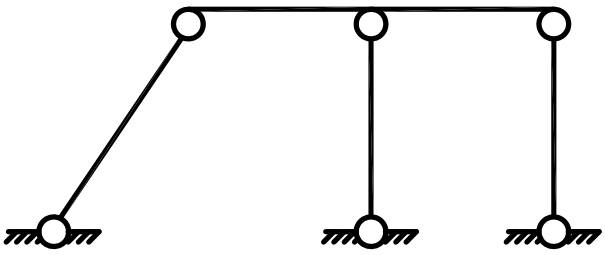
$\Longrightarrow$ **Determinate**

Unstable $\Longrightarrow$ متقاطعة **Reactions** لان كل الـ

فى نقطة

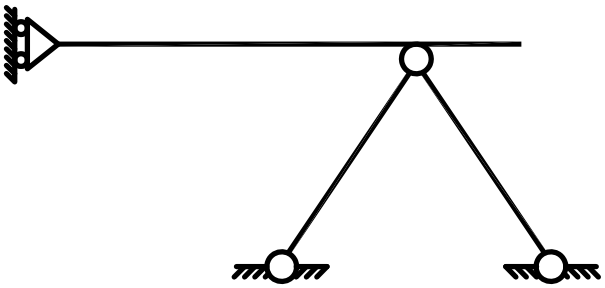


Stable



© Copyright Eng.Akram Moustafa2013. All copyrights reserved.
Downloading or printing of these notes is allowed for personal use only.
Commercial use of these notes is not allowed. (www.yasserelleathy.com)

Fig.3



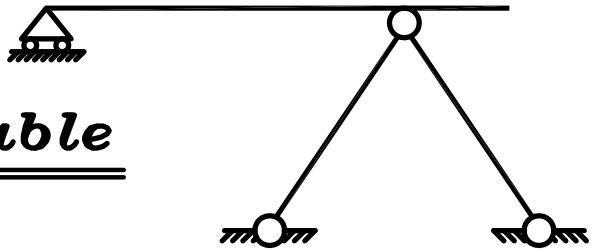
$UN = 5$

$EQ = 3 + 2 = 5$ (I.H)

$\Longrightarrow UN = EQ$

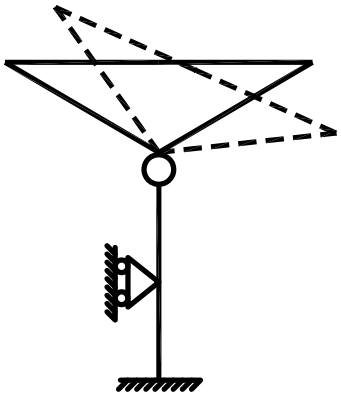
$\Longrightarrow$ **Determinate**

Unstable $\Longrightarrow$ لان كل الـ **Reactions** متقاطعة فى نقطة



Stable

Fig.4



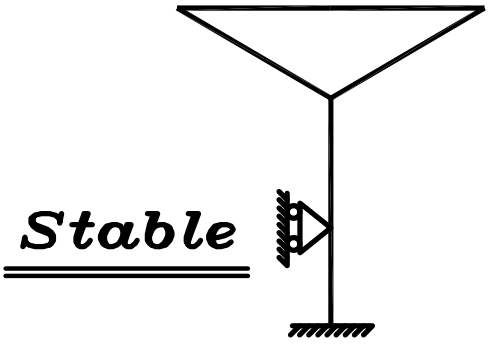
$UN = 4$

$EQ = 3 + 1 = 4$ (I.H)

$\Longrightarrow UN = EQ$

$\Longrightarrow$ **Determinate**

Unstable $\Longrightarrow$ لان الجزء العلوى سوف يدور حول الـ **I.H**



Stable

© Copyright Eng.Akram Moustafa2013. All copyrights reserved.
Downloading or printing of these notes is allowed for personal use only.
Commercial use of these notes is not allowed. (www.yasserelleathy.com)

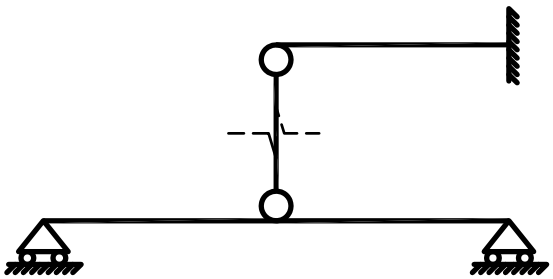
Fig.5

$UN = 5$

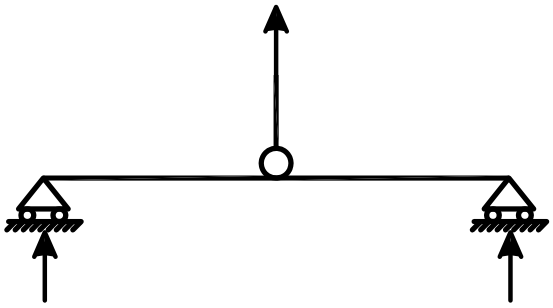
$EQ = 3 + 2 = 5$ (I.H)

$\Longrightarrow UN = EQ$

$\Longrightarrow$ **Determinate**



Unstable $\Longrightarrow$ لوجود جزء من المنشأ الـ **Reactions** به متوازية



Stable

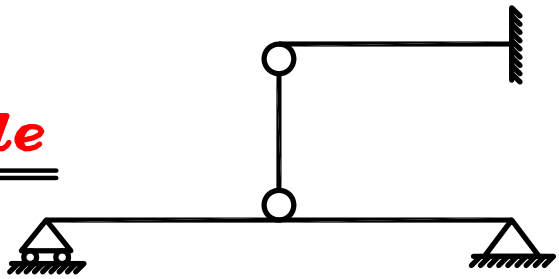


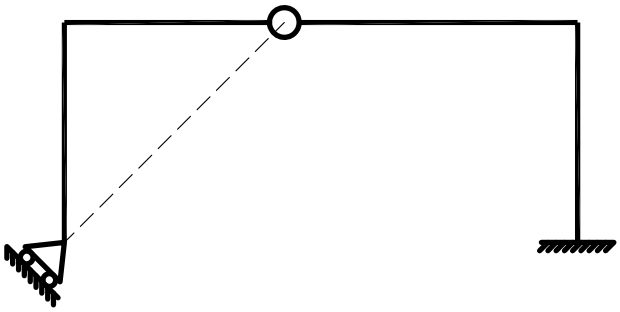
Fig.6

$UN = 4$

$EQ = 3 + 1 = 4$ (I.H)

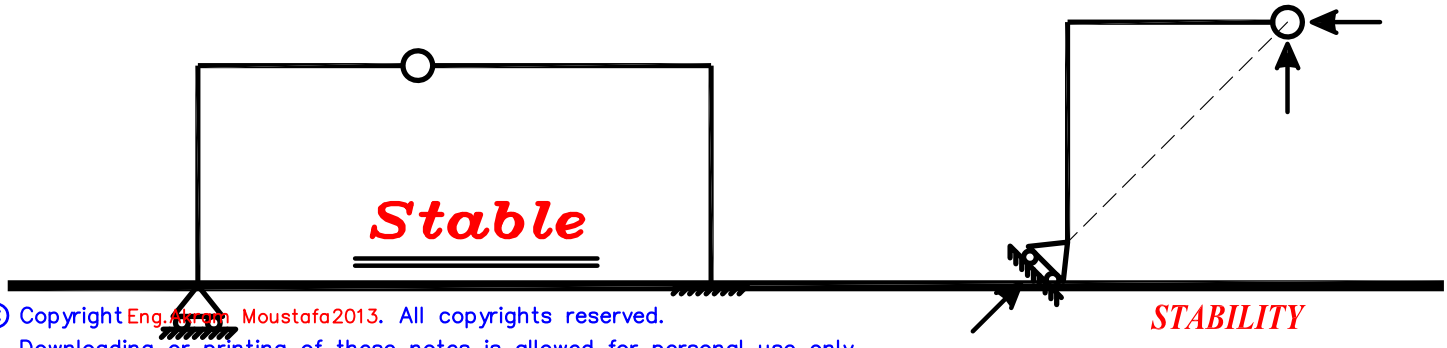
$\Longrightarrow UN = EQ$

$\Longrightarrow$ **Determinate**



Unstable $\Longrightarrow$ لوجود جزء من المنشأ الـ **Reactions** به متوازية

Stable



© Copyright Eng.Ayman Moustafa2013. All copyrights reserved.
Downloading or printing of these notes is allowed for personal use only.
Commercial use of these notes is not allowed. (www.yasserelleathy.com)

Fig.7

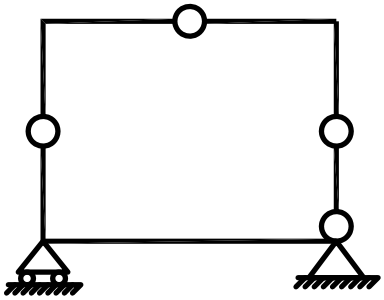
شكل مغلق

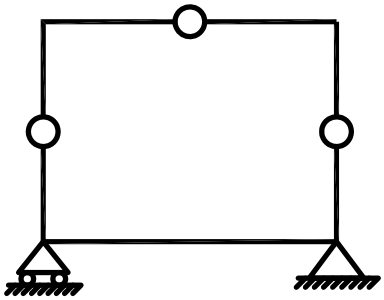
$UN = 3 + \underset{I.H}{3} = 6$

$EQ = 3 + 4 = 7$

$\Longrightarrow UN < EQ$

$\Longrightarrow$ Unstable





Stable

Fig.8

شكل مغلق

$UN = 3 + \underset{I.H}{3} = 6$

$EQ = 3 + 3 = 6$

$\Longrightarrow UN = EQ$

$\Longrightarrow$ Determinate & Stable

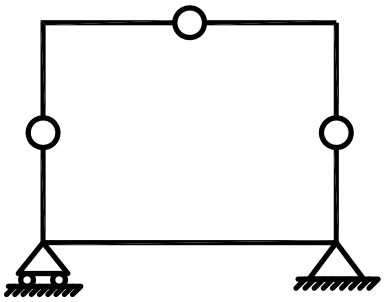


Fig.9

شكل مغلق

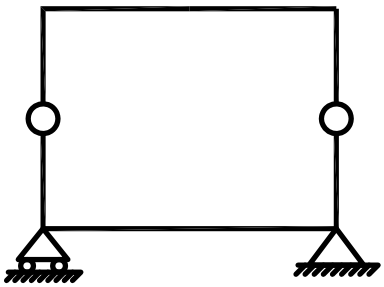
$UN = 3 + \underset{I.H}{3} = 6$

$EQ = 3 + 2 = 5$

$\Longrightarrow UN > EQ$

$\Longrightarrow$ Indeteminate

$\Longrightarrow UN - EQ = 1 \Longrightarrow$ Once statically indeterminate



© Copyright Eng.Akram Moustafa2013. All copyrights reserved.
Downloading or printing of these notes is allowed for personal use only.
Commercial use of these notes is not allowed. (www.yasserelleathy.com)

Fig. 10

شكل مغلق

$UN = 9 + 18 = 27$

$EQ = 3$

$\Longrightarrow UN > EQ$

$\Longrightarrow$ Indeteminate

$\Longrightarrow UN - EQ = 24$

$\Longrightarrow$ 24 times statically indeterminate

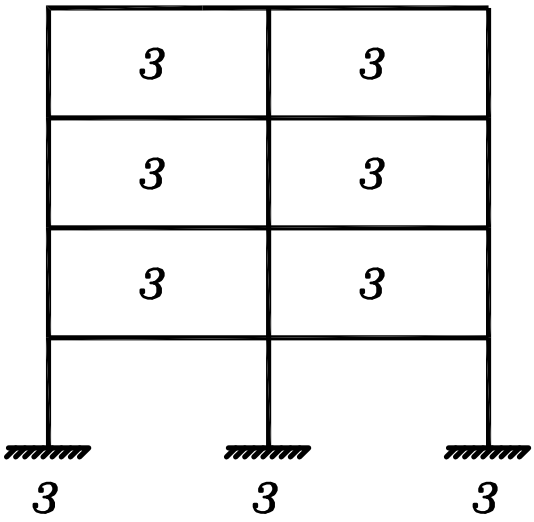


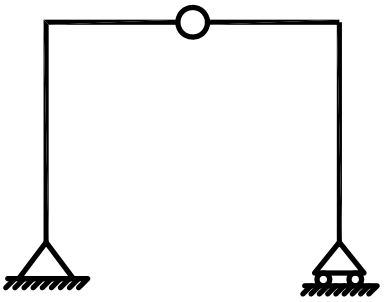
Fig. 11

$UN = 3$

$EQ = 3 + 1 = 4$ (I.H)

$\Longrightarrow UN < EQ$

$\Longrightarrow$ Unstable



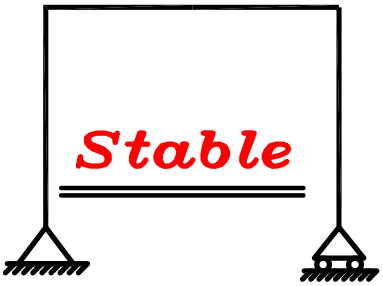


Fig. 12

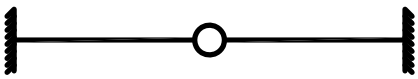
$UN = 4$

$EQ = 2 + 1 = 3$ (I.H)

$\Longrightarrow UN > EQ$

$\Longrightarrow$ Indeterminate

$\Longrightarrow UN - EQ = 1 \Longrightarrow$ Once statically indeterminate



© Copyright Eng.Akram Moustafa2013. All copyrights reserved.
Downloading or printing of these notes is allowed for personal use only.
Commercial use of these notes is not allowed. (www.yasserelleathy.com)

Fig. 13

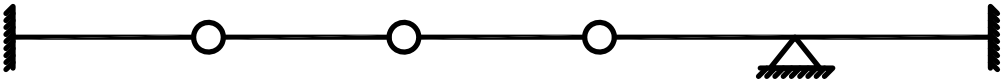
$UN = 4$ I.H

$EQ = 2 + 2 = 4$

$\Longrightarrow UN = EQ$

$\Longrightarrow$ **Determinate & Stable**

Fig. 14



$UN = 5$ I.H

$EQ = 2 + 3 = 5$

$\Longrightarrow UN = EQ$

$\Longrightarrow$ **Determinate**

Unstable $\Longrightarrow$ لوجود **3 I.H** على نفس الاستقامة

Fig. 15

$UN = 5$ I.H

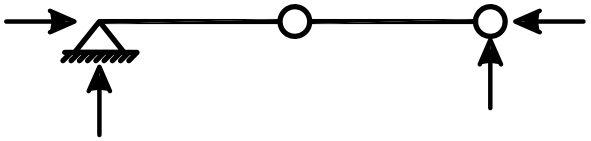
$EQ = 2 + 2 = 4$

$\Longrightarrow UN > EQ$

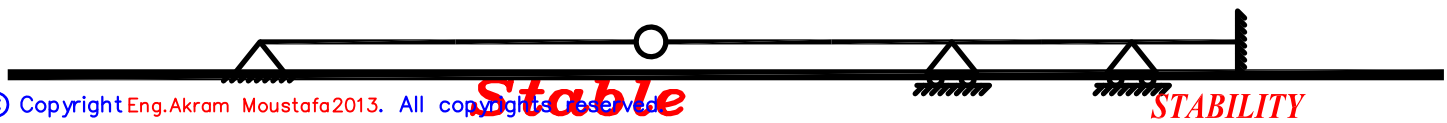
$\Longrightarrow$ **Indeterminate**

Unstable $\Longrightarrow$ لوجود **3 hinges** على نفس الاستقامة

neglected **neglected**



هذا الجزء *Unstable* و لذلك يكون المنشأ كله *Unstable*



Stable

© Copyright Eng.Akram Moustafa2013. All copyrights reserved.
Downloading or printing of these notes is allowed for personal use only.
Commercial use of these notes is not allowed. (www.yasserelleathy.com)

Fig. 16

$UN = 3$ (I.H)

$EQ = 2 + 2 = 4$

$\Longrightarrow UN < EQ$

$\Longrightarrow$ **Unstable**

Stable

Fig. 17

$UN = 3 + 7 = 10$

$EQ = 2 * 5 = 10$

$\Longrightarrow UN = EQ$

$\Longrightarrow$ **Determinate & Stable**

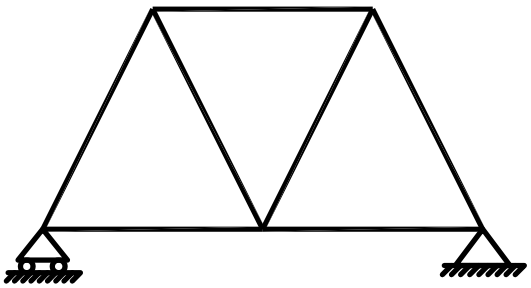


Fig. 18

$UN = 5 + 8 = 13$

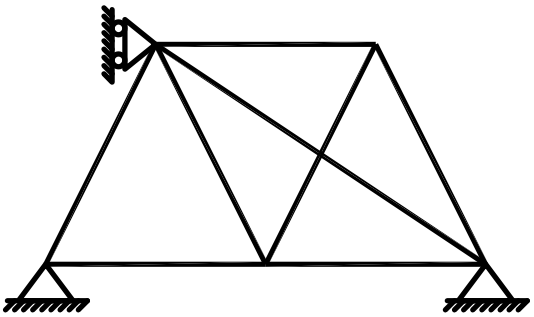
$EQ = 2 * 5 = 10$

$\Longrightarrow UN > EQ$

$\Longrightarrow$ **Indeterminate & Stable**

$\Longrightarrow UN - EQ = 3$

$\Longrightarrow$ 3 times statically indeterminate (once internally & Twice externally)



© Copyright Eng.Akram Moustafa2013. All copyrights reserved.
Downloading or printing of these notes is allowed for personal use only.
Commercial use of these notes is not allowed. (www.yasserelleathy.com)

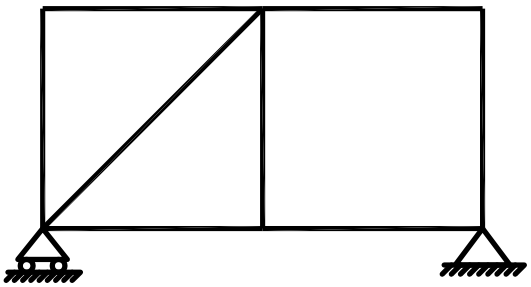
Fig. 19

$UN = 3 + 8 = 11$

$EQ = 2 * 5 = 12$

$\Longrightarrow UN < EQ$

$\Longrightarrow$ **Unstable**



© Copyright Eng.Akram Moustafa2013. All copyrights reserved.
Downloading or printing of these notes is allowed for personal use only.
Commercial use of these notes is not allowed. (www.yasserelleathy.com)