الأكاديمية العربية الدولية
Arab International Academy

اسم المحاضرة: نظرية الاستقرار الانشائي

اسم المحاضر: م. آلاء سبع الليل

الأكاديمية العربية الدولية – منصة أعد

مخطط المادة العلمية

أولا: المقدمة

ثانيا: مدخل الى الاستقرار الانشائي

ثالثا: عوامل تؤثر في استقرار الهياكل الانشائية

رابعا:الاستقرار الانشائي

خامسا: أنواع الاستقرار الانشائي

سادسا: الطريقة العددية

سابعاً: امثلة

ثامناً: حالات خاصة

المقدمة

نظرية الاستقرار الانشائي تعتبر من المفاهيم الأساسية في علم الهندسة المدنية، حيث تهدف إلى فهم سلوك المباني والهياكل أثناء التحميل وتوزيع القوى عليها .تعتمد هذه النظرية على القوى والمتانة الميكانيكية للمواد والهياكل، مما يساعد في تصميم وبناء المباني بشكل آمن ومستقر.

تتضمن النظرية عدة عناصر مهمة مثل تأثير القوى الخارجية على الهياكل المختلفة وكيفية المقاومة لها، بالإضافة إلى العوامل التي يجب مراعاتها أثناء تصميم وبناء المباني لضمان استقرارها وسلامة السكان والمستخدمين.

ان استقرار المنشات هو القدرة على تحمل القوى والضغوط المختلفة التي تتعرض لها المنشأة دون الانهيار أو التشوه الدائم .يعتبر فهم الاستقرار في المنشات أمرًا حيويًا لضمان سلامة المباني والمنشآت واستدامتها على المدى الطويل.

يتطلب فهم الاستقرار في المنشات دراسة تفصيلية للقوى الفعّالة والتفاعلات بين المواد المختلفة التي تشكل المنشأة، بما في ذلك الهياكل الفولاذية والخرسانية والأسس.

مدخل الى الاستقرار الانشائي

تتكون الجمل الإنشائية structural systems من :

1. العناصر الإنشائية structural elements
2. المساند supports

بحيث يمكن تمثيل أي شيء في الطبيعة باستخدام هذين العنصرين في تفسير انهياره تحت تأثير القوى المختلفة.

يتألف العنصر الإنشائي من مادة وأبعاد، ويتشوه تحت تأثير القوى المطبقة عليه أو نتيجة تفاعله مع العناصر الأخرى التي يُكَوِّنُ معها الجملة الإنشائية.

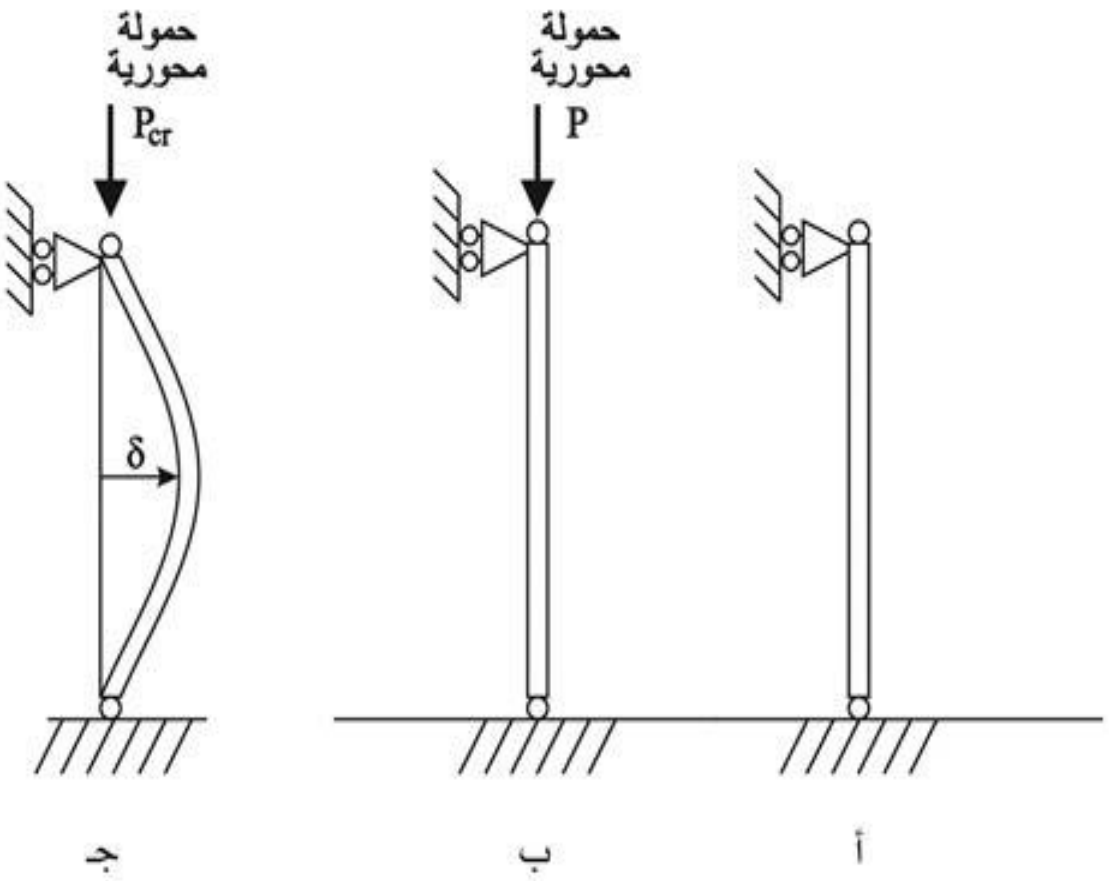
ويجب على التصميم الإنشائي structural design أن يحقق غايتين رئيسيتين:

المقاومة strength: أو حالة عدم انهيار المنشأ تحت تأثير الحمولات المعرض لها.

القساوة stiffness: التي تضمن عدم حصول تشوهات أكبر من المسموح بها.

مدخل الى الاستقرار الانشائي

في بعض الحالات وخاصة في العناصر المعرضة لقوى ضغط، يتشوه العنصر بتشوهات صغيرة غير ملحوظة تحت تأثير قوى ضاغطة صغيرة (الشكل 1 - ب)، إلا أنه عند الوصول إلى قوة حرجة تتولد تشوهات جانبية كبيرة (انخفاض ملحوظ في القساوة) يمكن ملاحظتها في تلك العناصر ولاسيما الرقيقة أو النحيلة (الشكل 1 - جـ)، فيفقد العنصر قدرته على حمل القوة قبل الوصول إلى قدرة تحمل المادة. يُطلق على حالة الانهيار هذه التحنيب buckling أو حالة عدم الاستقرار الإنشائي structural instability.



الشكل (1) التشوه تحت تأثير تغير قوى الضغط.

(أ) الشكل الأصلي دون حمولات.

(ب) التشوه تحت تأثير حمولات صغيرة (تشوهات محورية غير ملحوظة).

(جـ) تشوه جانبي بفعل التحنيب.

عوامل تؤثر في استقرار الهياكل الانشائية

- جودة المواد الانشائية :تأثير الخامات المستخدمة في التشييد على قوة وثبات الهيكل الانشائي.
- تصميم الهيكل :كيفية تصميم الهيكل ومدى توافقه مع القوى والظروف التي سيتعرض لها.
- البيئة الجوية والطبيعية :تأثير العوامل المناخية والبيئية على استقرار ومتانة الهياكل.

هناك عوامل عديدة تؤثر في استقرار الهياكل الانشائية بما في ذلك عمر الهيكل، تكيفه مع التغيرات البيئية والحمل المفروض عليه، وجودة التصميم والمواد .على سبيل المثال، يمكن أن يؤدي تدهور الخرسانة أو الصلب المستخدم في الهيكل إلى فقدان الاستقرار .بالإضافة إلى ذلك، يجب أيضًا مراعاة الضرر المحتمل الناتج عن الزلازل والعواصف والفيضانات وكيفية تصميم الهيكل بناء على ذلك.

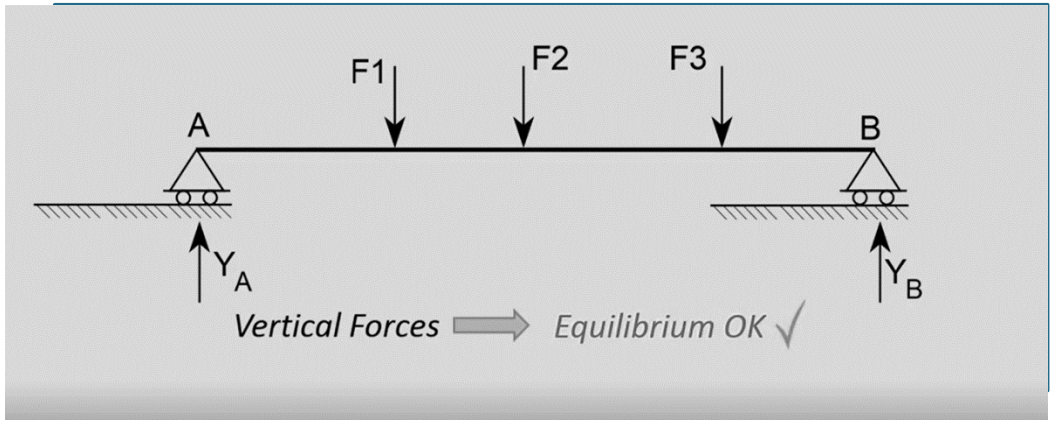
الاستقرار الانشائي

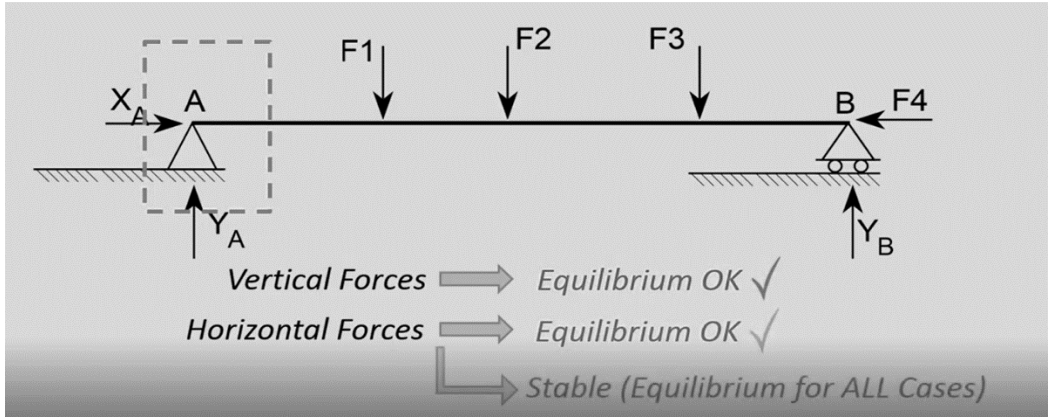
الاستقرار مرتبط بقدرة المنشأ على الوصول الى التوازن ..

اذا كان المنشأ قادر على الوصول الى التوازن تحت تأثير أي قوة محتملة سوف يكون مستقر .

اما في حال تواجد مجموعة من القوى اثرت على المنشأ فان المنشأ لن يل الى التواز في هذه الحالة المنشأ سيكون غير مستقر.

من اشهر الطرق المستخدمة في استقرار المنشآت هي الطريقة العددية لكن يوجد حالات خاصة لا ينفع فيها اختبار الاستقرار العددي .





أنواع الاستقرار الانشائي

- الاستقرار الانشائي الثابت

يتعلق هذا النوع من الاستقرار بالقدرة على تحمل القوى الخارجية دون تغيير موقع الهيكل أو شكله .يعتمد على توازن القوى المؤثرة وقدرة المواد على المقاومة.

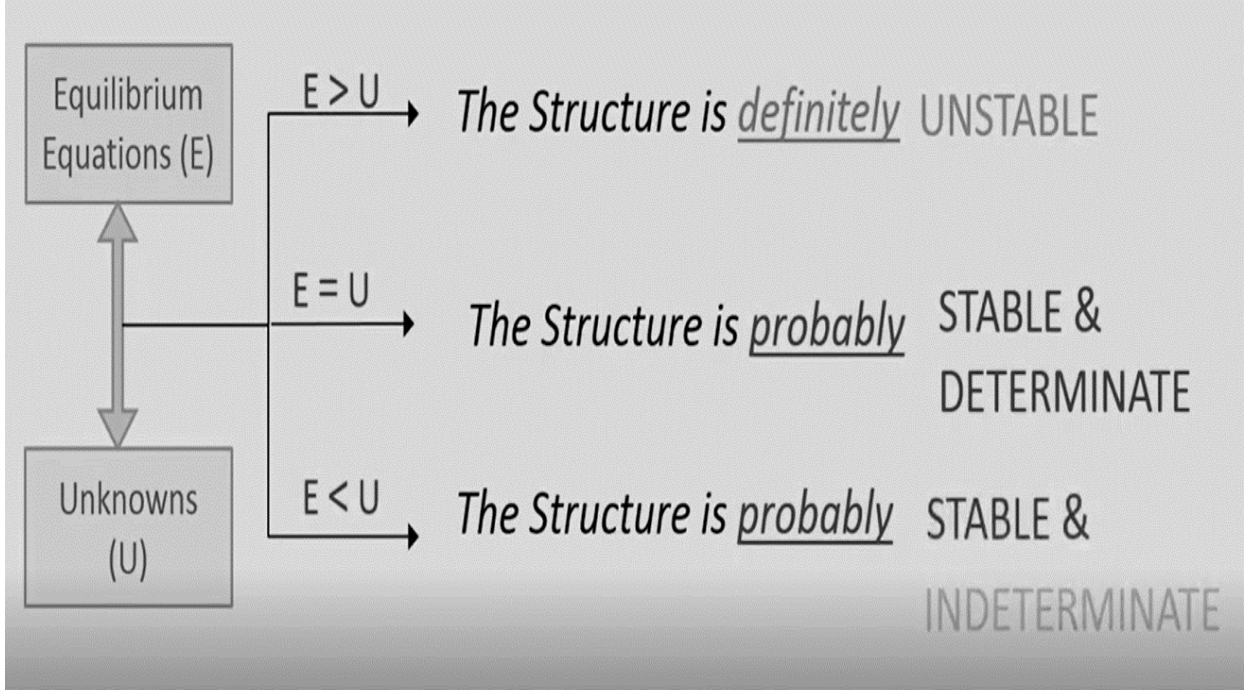
- الاستقرار الانشائي الديناميكي

يحدث هذا النوع من الاستقرار عندما يوجد اهتزاز أو تأرجح في الهيكل الانشائي نتيجة لتأثيرات خارجية مثل الرياح أو الزلازل .يتطلب تصميم خاص للتعامل مع تلك القوى الديناميكية.

- الاستقرار الانشائي المؤقت

يحدث هذا النوع عندما يتم تحميل الهيكل الإنشائي بشكل زائدي مما يؤدي إلى تغيرات مؤقتة في الشكل أو الموقع .يؤثر على استقرار الهيكل لفترة معينة قبل أن يعود إلى وضعه الأصلي.

الطريقة العددية



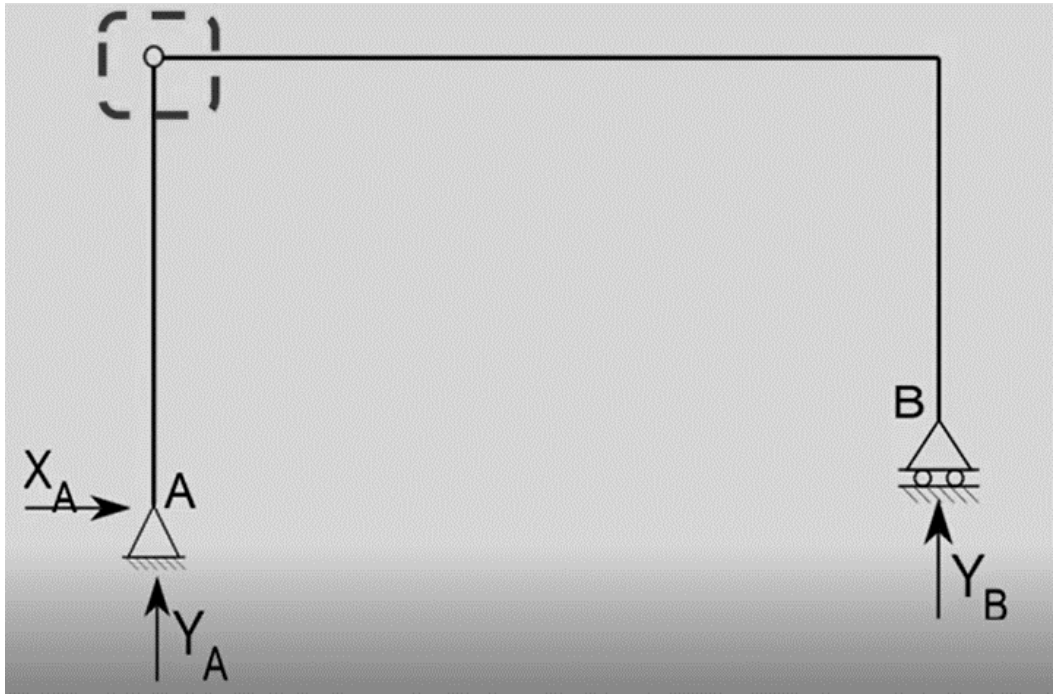
- تعتمد على المقارنة ما بين عدد المجاهيل و عدد معادلات التوازن:

1) E>U :اذا كان عدد معادلات التوازن اكبر من عدد المجاهيل فأن المنشأ بالتأكيد سيكون غير مستقر.
2) E=U: اذا كان عدد معادلات التوازن تساوي عدد المجاهيل فان من المحتمل ان يكون المنشأ مستقر و محدد ستاتيكياً.
3) E<U: اذا كان عدد معادلات التوازن اقل من عدد المجاهيل فان من المحتمل ان يكون المنشأ مستقر و لكن غير محدد ستاتيكياً.

امثلة

مثال(1):

حالة: E>U :



Investigate the stability of the following frame:

No . of Un knowns= 3

- 3 Reactions Xa , Ya , Yb

No. of Equations =4

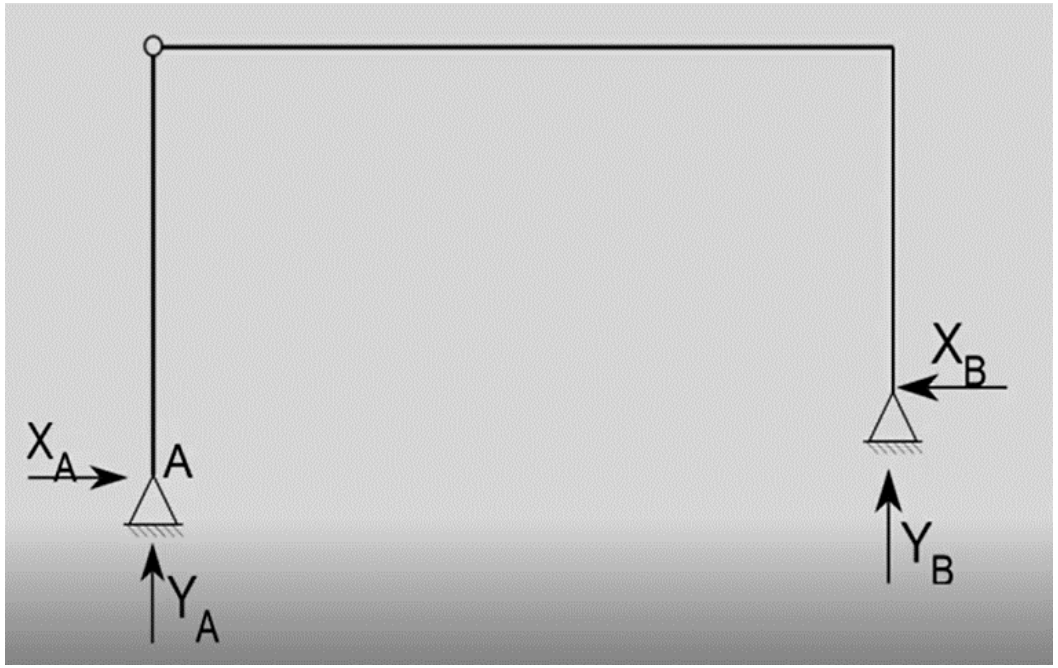
- 3 Main Equations : ∑X, ∑Y, ∑M
- 1 Equation from Hinge

Equations >Unknowns → Unstable

امثلة

مثال(2):

حالة: E=U :



Investigate the stability of the following frame:

No . of Un knowns= 4

- **3 Reactions Xa , Ya , Xb ,Yb**

No. of Equations =4

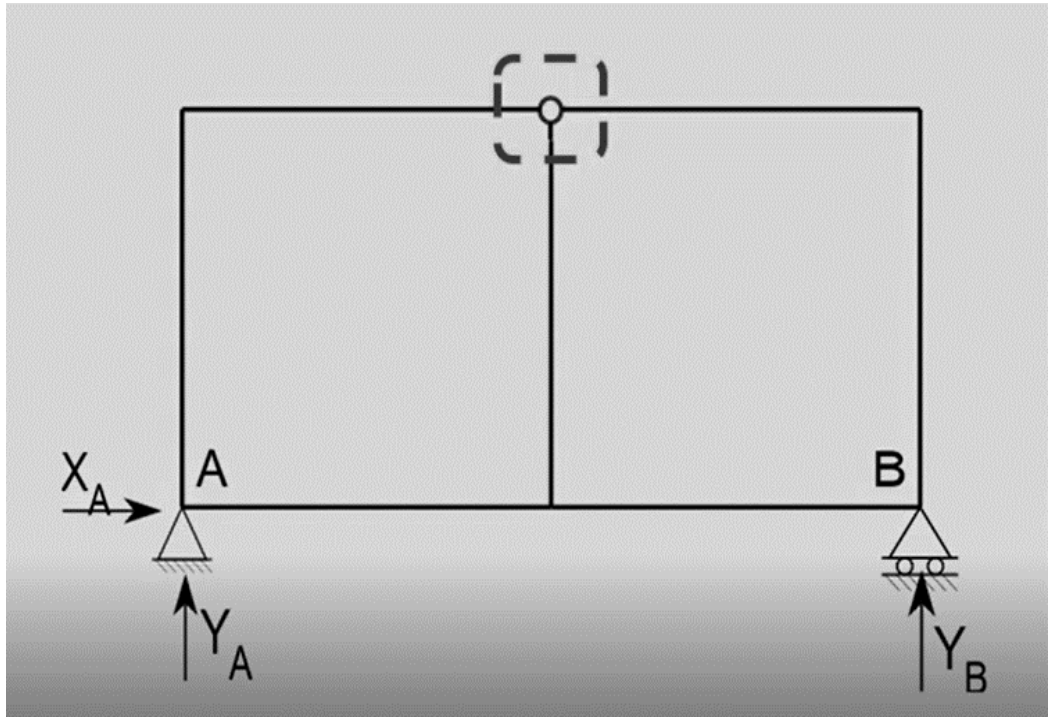
- **3 Main Equations : ∑X, ∑Y, ∑M**
- **1 Equation from Hinge**

Equations =Unknowns → Stable

امثلة

مثال(3):

حالة: E<U :



Investigate the stability of the following frame:

No . of Unknowns= 9

- **3 Reactions Xa , Ya ,Yb**
- **6 Internal Unknowns = 2 closed frames**

No. of Equations =4

- **3 Main Equations : ∑X, ∑Y, ∑M**
- **2 Equation from Hinge**

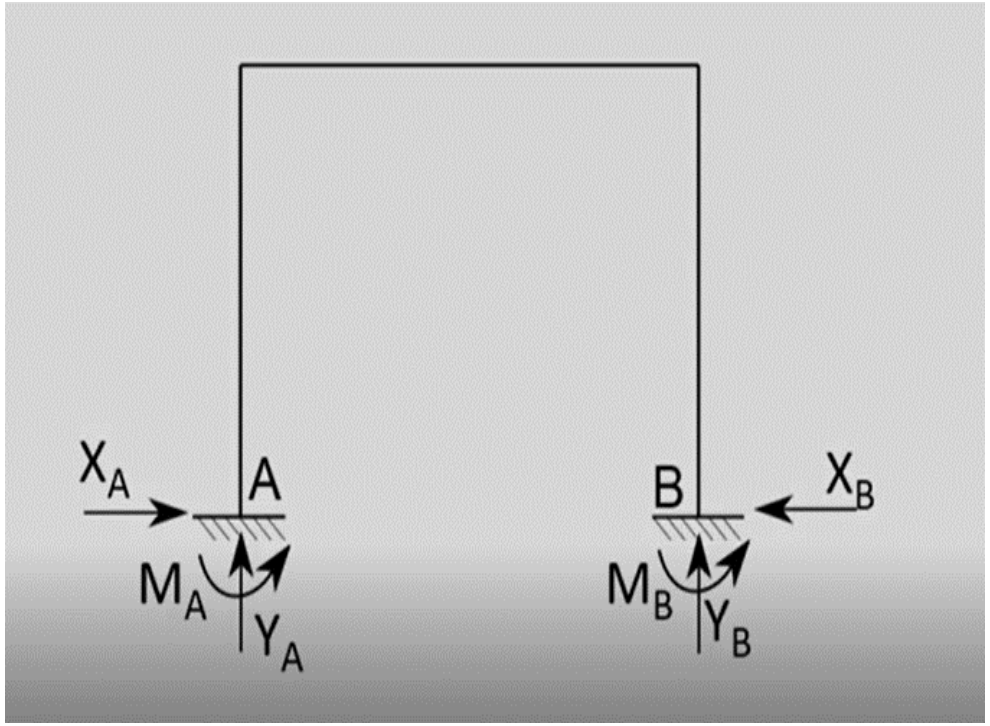
Equations < Unknowns → Stable

حالات خاصة

يوجد حالات لا ينفع فيها اختبار الاستقرار العددي

حيث يشير المنشأ فيها على انه مستقر و لكنه في الواقع يكون غير مستقراً.

مثال(1):



Investigate the stability of the following frame:

No . of Unknowns= 6

- **6 Reactions Xa , Ya , Ma , Xb, Yb, Mb**
- **No closed frames loops**

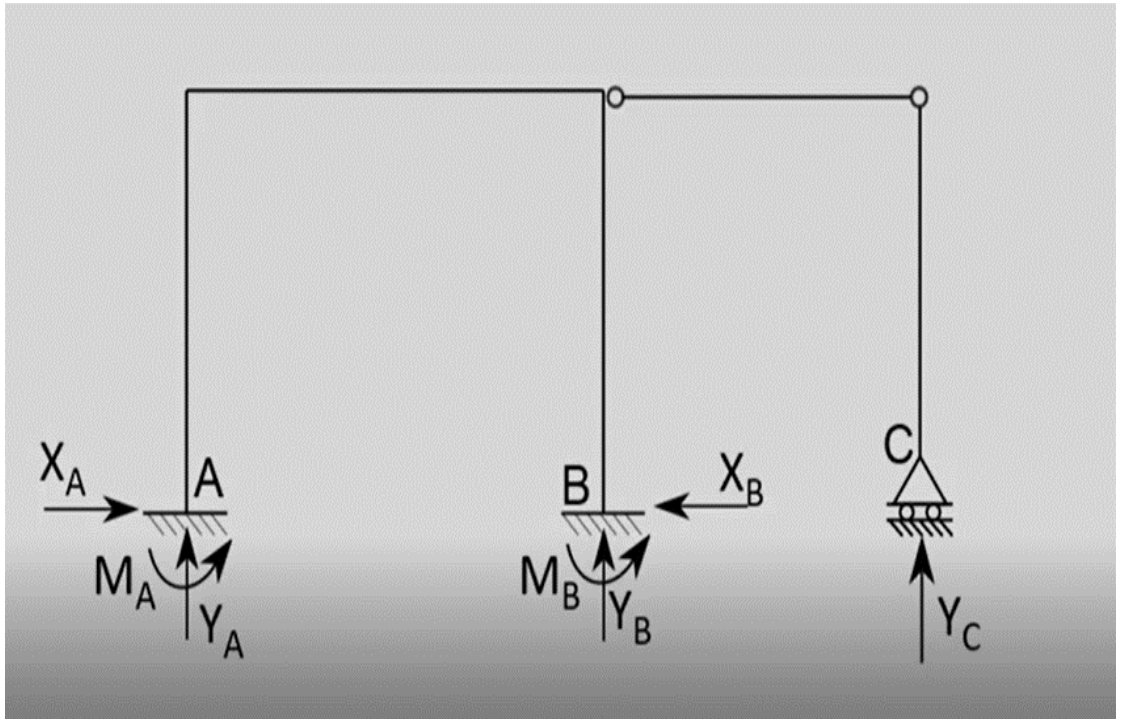
No. of Equations =3

- **3 Main Equations : ∑X, ∑Y, ∑M**

Equations < Unknowns → Stable

حالات خاصة

مثال(1):



Consider the following addition:

No . of Unknowns= 7

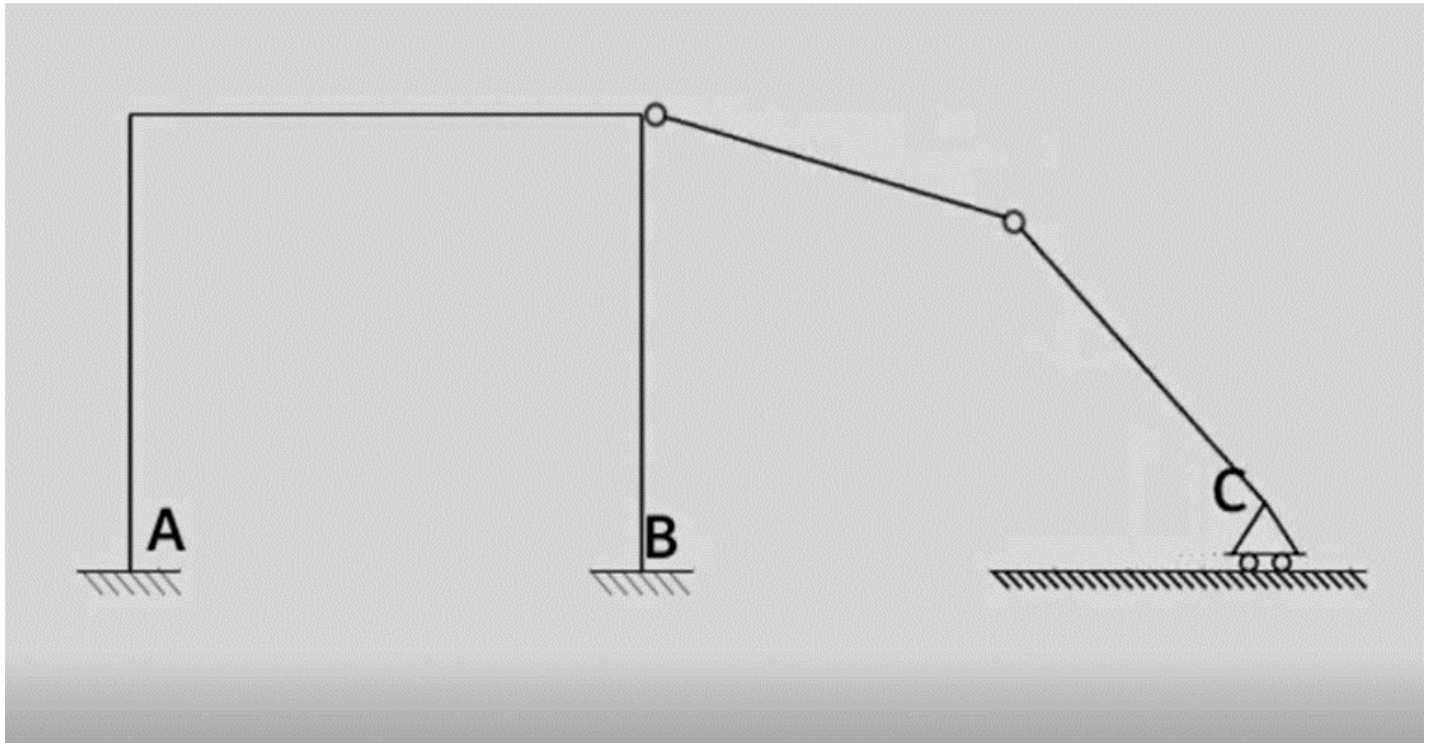
- **7 Reactions Xa , Ya , Ma , Xb, Yb, Mb , Yc**
- **No closed frames loops**

No. of Equations =5

- **3 Main Equations : ∑X, ∑Y, ∑M**
- **2 Equation from Hinge**

Equations < Unknowns → According to rule → Stable

حالات خاصة



مثال(1):

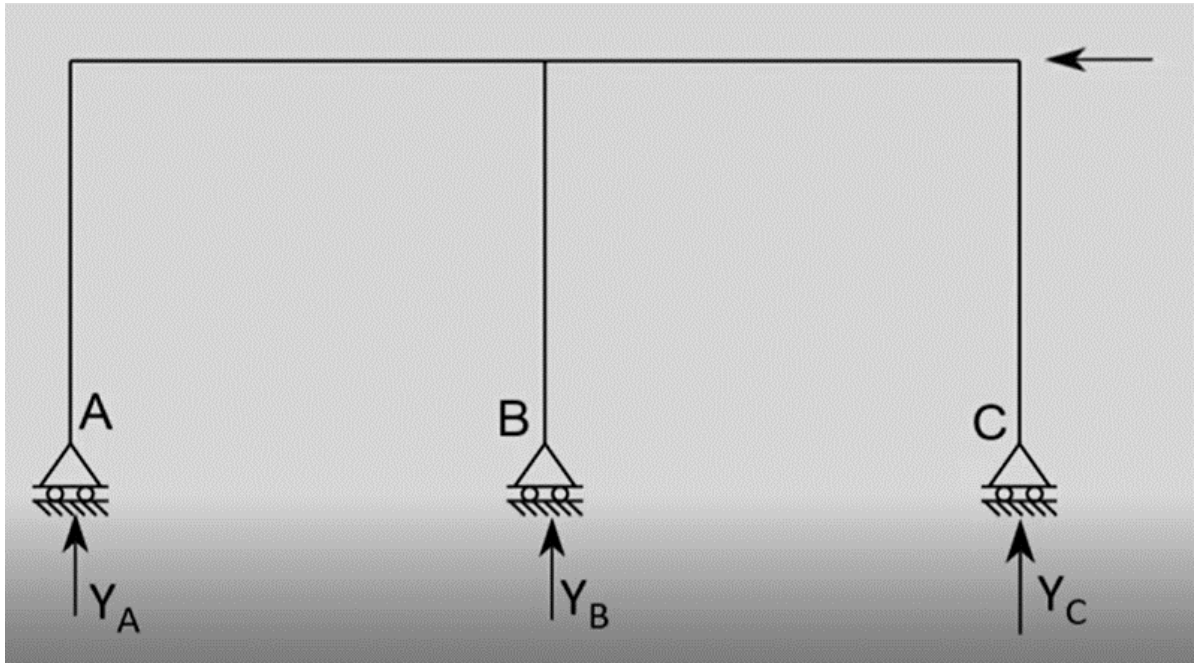
BUT Unstable!!

لكن الجزء المضاف غير مستقر.

فيعتبر حالة عدم استقرار جزئي لان عدم الاستقرار يحدث فقط في جزء من المنشأ.

حالات خاصة

مثال(2):



Investigate the stability of the following frame:

No . of Unknowns= 3

- **3 Reactions Ya , Yb, Yc**
- **No closed frames loops**

No. of Equations =3

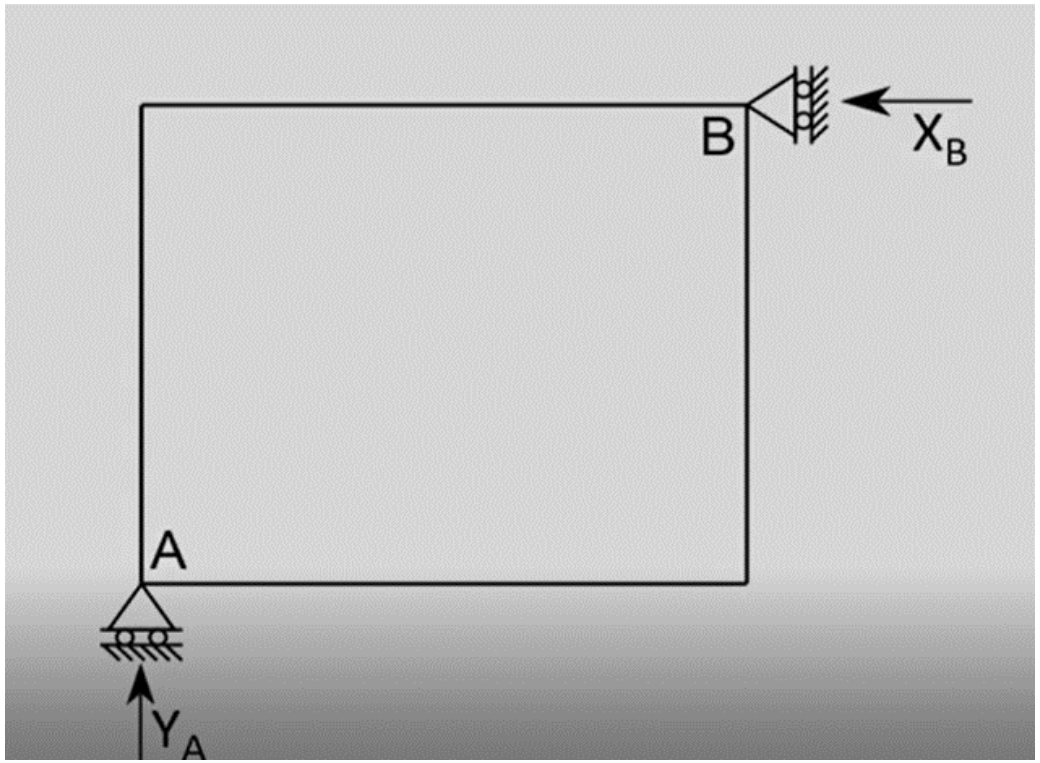
- **3 Main Equations : ∑X, ∑Y, ∑M**

Equations = Unknowns → According to rule → Stable

BUT Unstable!!

حالات خاصة

مثال(3):



Investigate the stability of the following frame:

No . of Unknowns= 5

- **2 Reactions Ya , Xb**
- **1 closed frames loops > 3 Unknowns**

No. of Equations =3

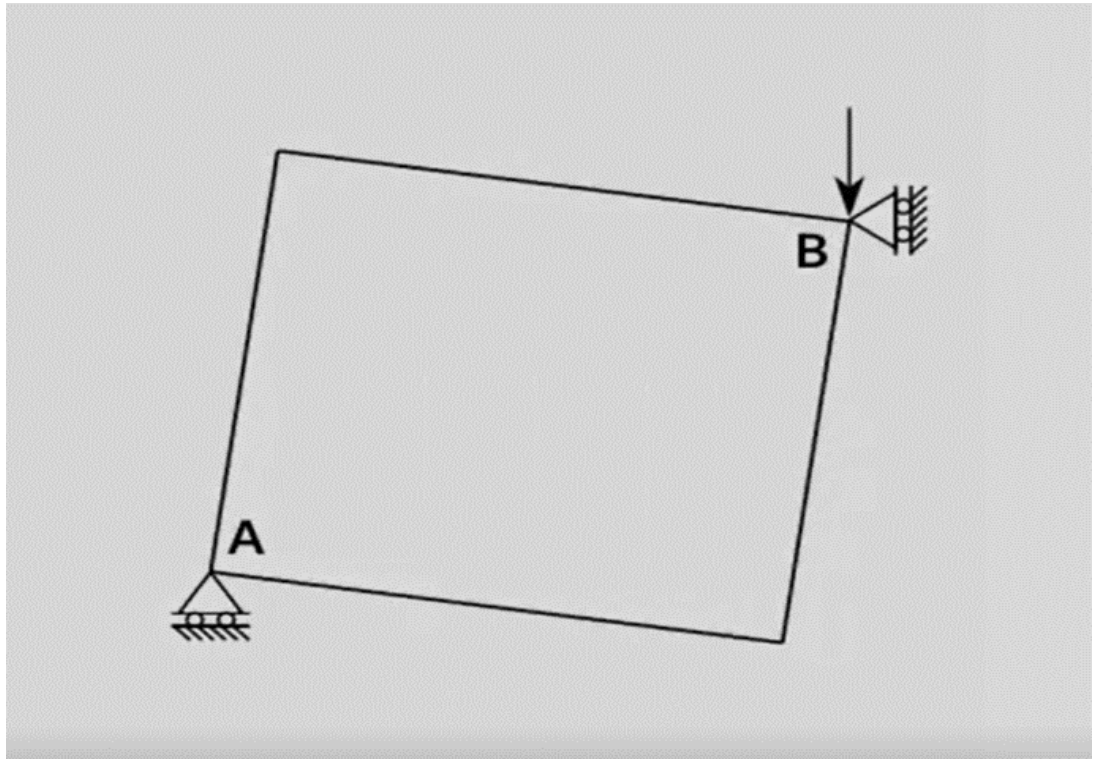
- **3 Main Equations : ∑X, ∑Y, ∑M**

Equations < Unknowns → According to rule → Stable

BUT Unstable!!

حالات خاصة

مثال(3):



BUT Unstable!!

Reactions Not Enough

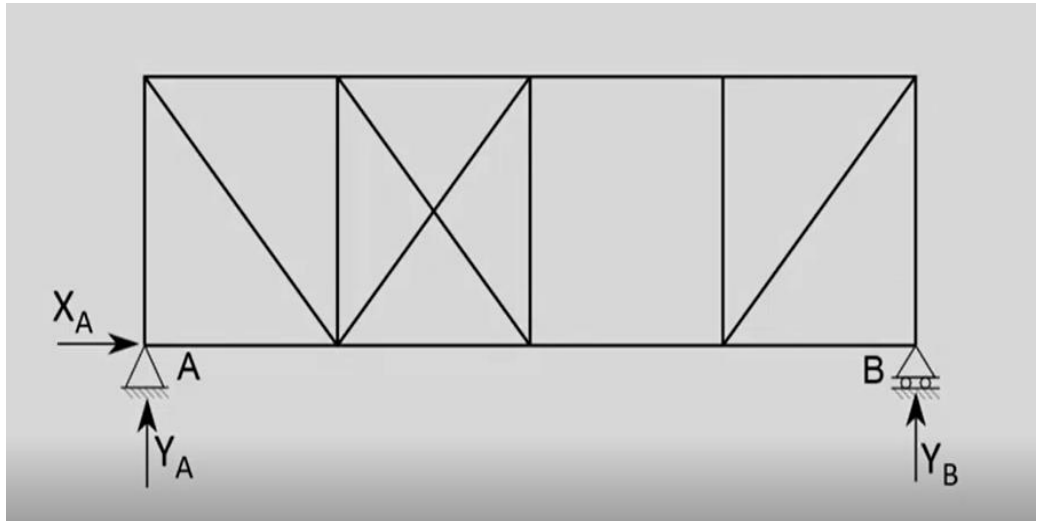
Only 2 Reactions

المنشأ غير مستقر لأنه يحتوي على ردي فعل فقط

نحتاج على الأقل الى ثلاث ردود أفعال لتحقيق الاستقرار .

حالات خاصة

مثال(4):



Investigate the stability of the following Truss:

No . of Unknowns= 22

- **3 Reactions Xa, Ya , Yb**
- **19 Truss Elements**

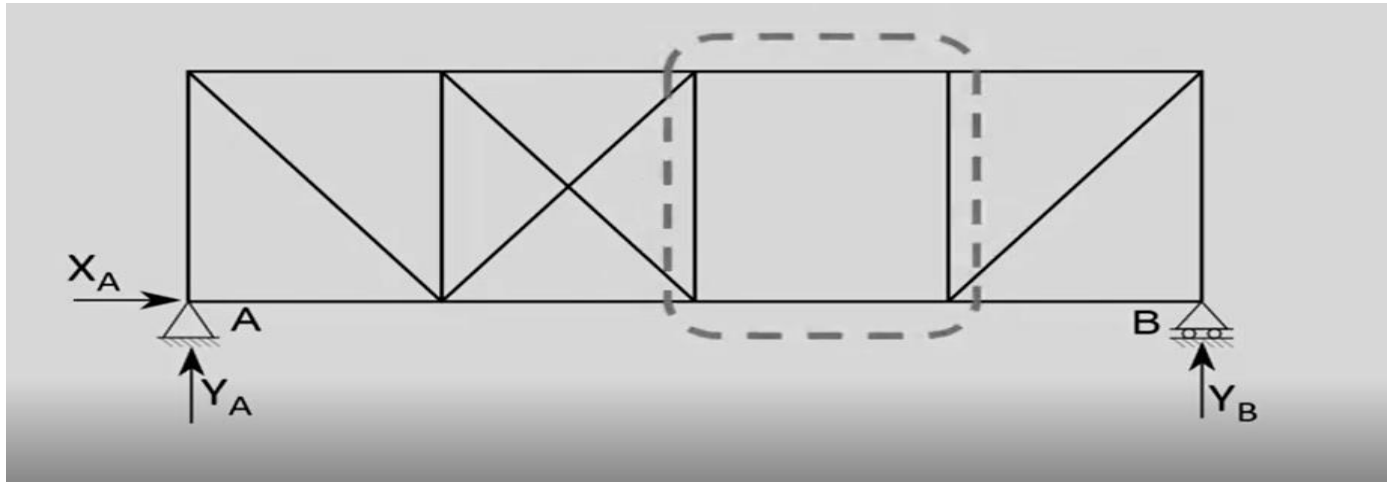
No. of Equations =22

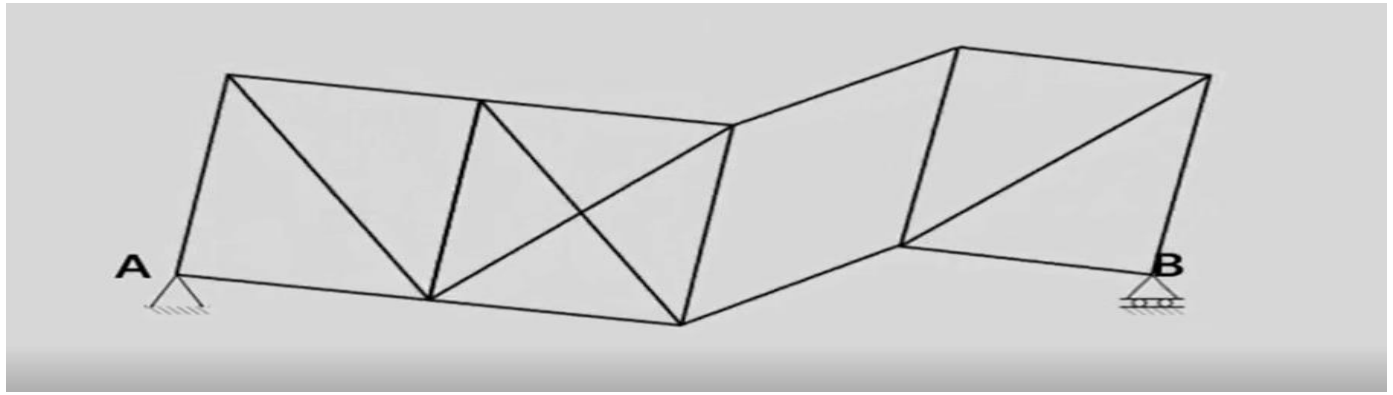
- **11 Joints X 2**

Equations = Unknowns → According to rule → Stable

BUT Unstable!!

حالات خاصة





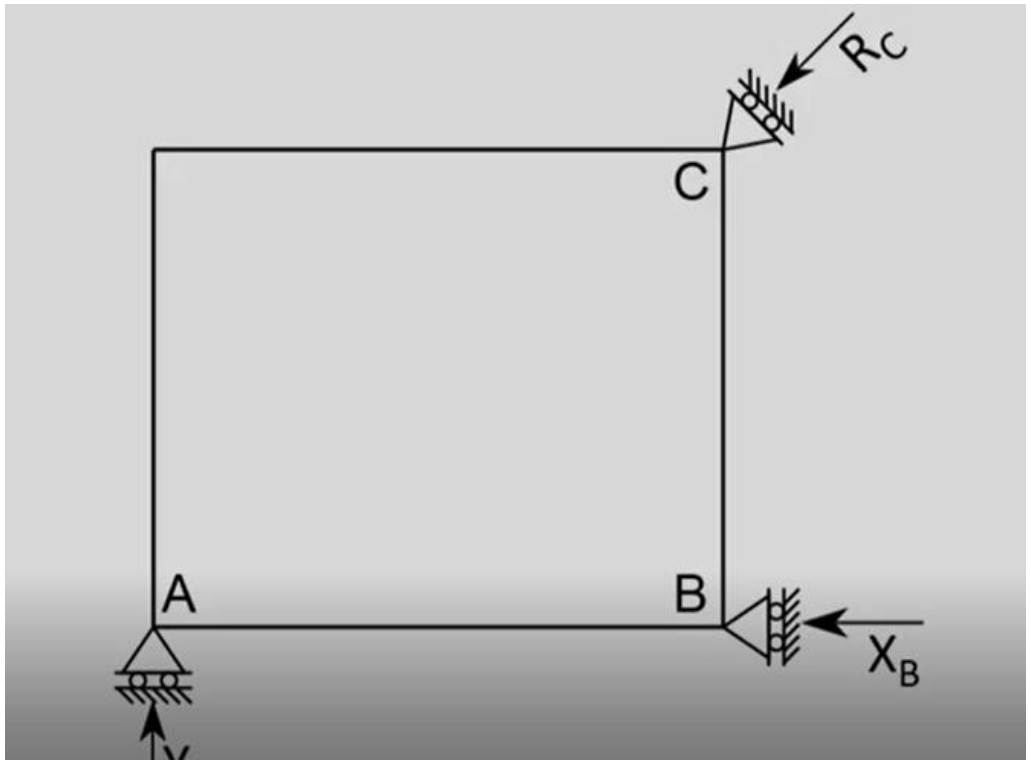
مثال(4):

BUT Unstable!!

غير مستقر بسبب وجود اطار رباعي داخل الجمالون (Truss).

حالات خاصة

مثال(5):



Investigate the stability of the following frame:

No . of Unknowns= 6

- **2 Reactions Ya , Xb, Rc**
- **1 closed frames loop**

No. of Equations =3

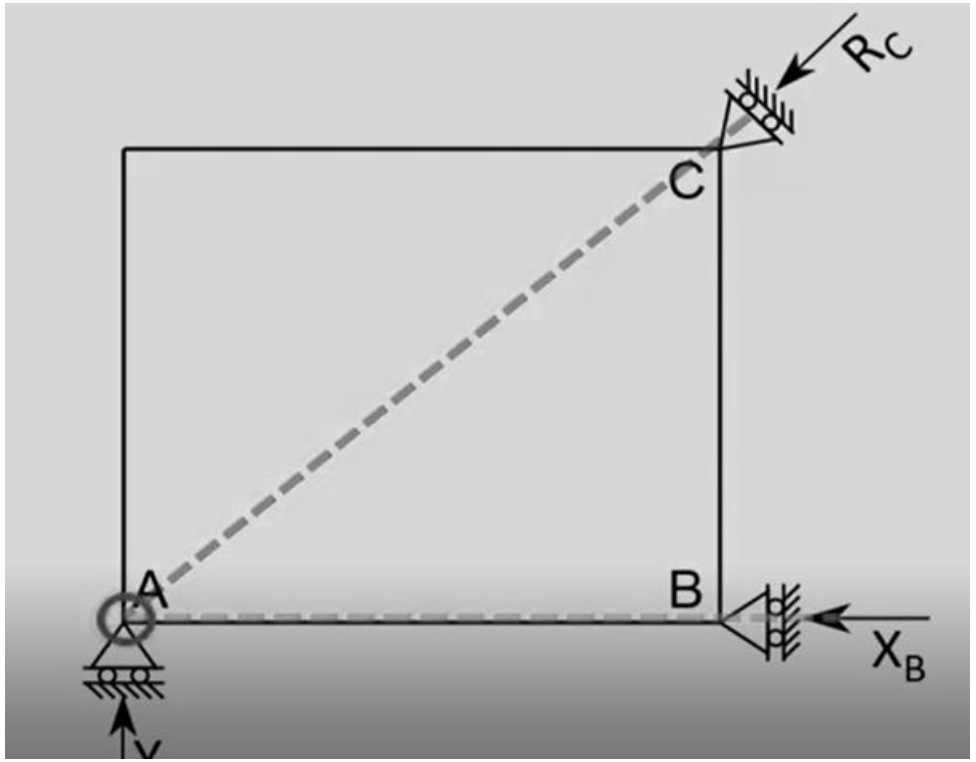
- **3 Main Equations : ∑X, ∑Y, ∑M**

Equations < Unknowns → According to rule → Stable

BUT Unstable!!

حالات خاصة

مثال(5):



BUT Unstable!!

ان جميع ردود الأفعال تلتقي في نقطة واحدة و هي النقطة A

فان ردود الأفعال لن تستطيع مقاومة أي قوى تحاول تدوير الاطار حول النقطة A

الخاتمة

هذه المحاضرة هي محاضرة تعريفية بمادة نظرية الاستقرار الانشائي تم التركيز على اساسيات هذا المقرر ..

آمل أن تكونوا قد حققتم الفائدة

شكرا لحضوركم .....