## المحاضرة السابعة:

# الاحتكاك FRICTION

**د.نزار عبد الرحمن**

تنشأ قوى الاحتكاك بين الأجسام التي تقع في حالة تلامس مع بعضها البعض ، وتعتبر قوة مقاومة تؤثر على الجسم وتمنعه من الانزلاق بالنسبة لجسم آخر .

يوجد نوعين من الاحتكاك :

- احتكاك مائع : توجد طبقة من المائع بين السطوح ( غاز أو سائل )، وتتم دراسة هذا النوع من الاحتكاك في علم " ميكانيك الموائع" .

- احتكاك جاف : يسمى احتكاك كولومب ، ويتم بين السطوح في غياب المائع.

## نظرية الاحتكاك الجاف :

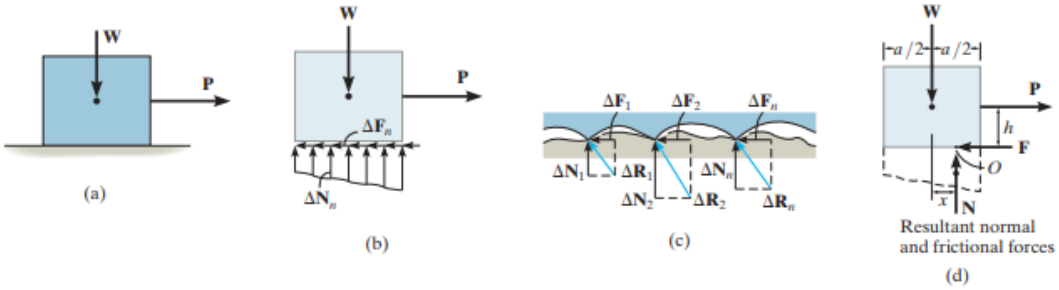
لدينا صندوق وزنه يستند على الأرض ،تحاول القوة سحب الجسم نحو اليمين ،

تنشأ بين الصندوق والأرض قوة احتكاك ، تؤثر الأرض على الجسم بقوة موزعة وقوة احتكاك على كامل مساحة التلامس.

من أجل التوازن القوة العمودية تؤثر شاقوليا نحو الأعلى ،أما قوة الاحتكاك فتكون معاكسة للاتجاه الذي تحاول فيه القوة تحريك الجسم نحو اليمين .

تكون قوة الاحتكاك مماسة لسطح التلامس ومعاكسة لاتجاه القوة .

عند زيادة تأثير قوة السحب ،تزداد قوة الاحتكاك ،حتى تصل إلى قيمة عظمى تسمى النهاية الحدية لقوة الاحتكاك السكوني.

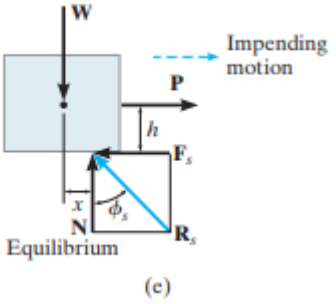



.

في هذه الحالة يكون الجسم على حافة الاستقرار ، بحيث أية زيادة في القوة سوف تؤدي إلى بداية حركة الجسم .

تجريبيا تكون قوة الاحتكاك السكونية متناسبة طردا مع محصلة القوى العمودية ومع معامل الاحتكاك .

$$F_s = \mu_s N$$




إذا ازدادت القوة المؤثرة على الصندوق بحيث تصبح أكبر من قوة الاحتكاك عندها تتحول قوة الاحتكاك السكوني إلى قوة أصغر تسمى قوة الاحتكاك الحركي ، وعندها لن يبقى الصندوق في وضعية التوازن

$$\phi_s = \tan^{-1}\left(\frac{F_s}{N}\right) = \tan^{-1}\left(\frac{\mu_s N}{N}\right) = \tan^{-1}\mu_s$$

زاوية الاحتكاك :

تعطى قوة الاحتكاك الحركي بالعلاقة التالية :

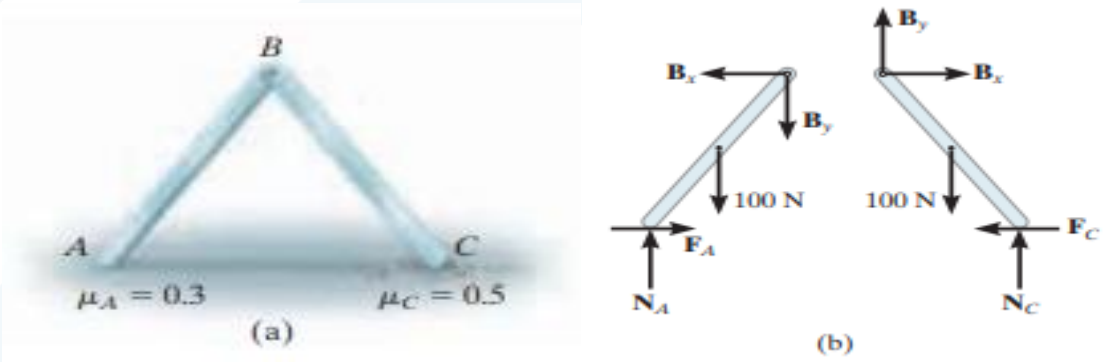
$$F_k = \mu_k N$$

أنواع المسائل المتعلقة بالاحتكاك الجاف

1 التوازن :

في هذه الحالة يكون عدد المجاهيل مساويا لعدد معادلات التوازن السكوني ، ونتحقق من بقاء الجسم في وضعية التوازن عن كتابة المعادلة

$$F \leq \mu_S N$$




لدينا ستة مجاهيل تكافئ ست معادلات ، نستطيع حسابها عن طريق كتابة ثلاث معادلات توازن لكل جزء من الهيكل ، ونتأكد من بقاء الجسم في حالة توازن عند النقطتين A و C عن طريق المتراجحتين :

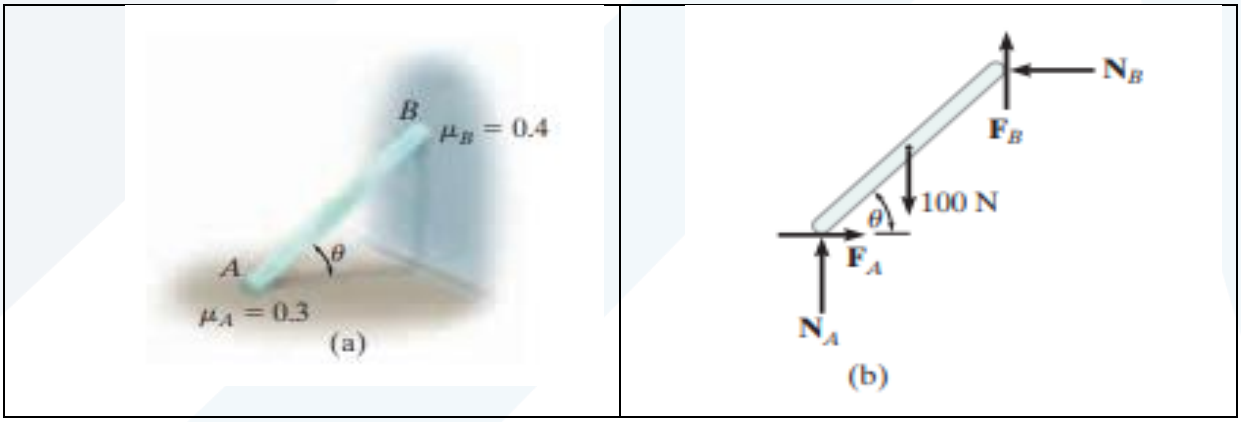
$$FA \leq \mu_A N$$

$$FC \leq \mu_C N$$

## 2- منع الحركة في كافة النقاط :

في هذه الحالة يكون عدد المجاهيل مساويا لعدد معادلات التوازن السكوني بالإضافة الى معادلات الاحتكاك

$$F = \mu N$$




من أجل العارضة المبينة في الشكل يطلب حساب أصغر قيمة للزاوية **Θ** من أجل منع انزلاق العارضة .

نستطيع كتابة ثلاث معادلات للتوازن ، بالإضافة إلى معادلتين للتوازن الاحتكاكي :

$$F_A = \mu_A N_A \text{ و } F_B = \mu_B N_B$$

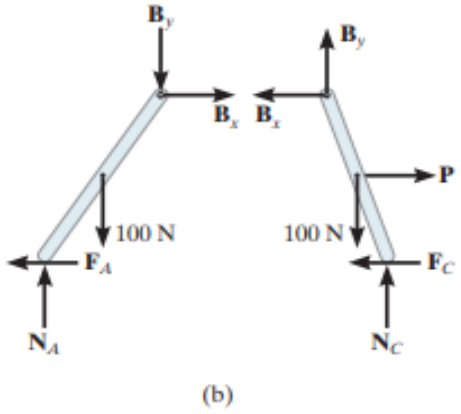
## 3- منع الحركة في بعض النقاط :

عدد المجاهيل الكلي يكون أقل من عدد معادلات التوازن + عدد معادلات الاحتكاك .حيث تتحول المسألة إلى تحديد نوعية الحركة التي من الممكن أن تحدث .

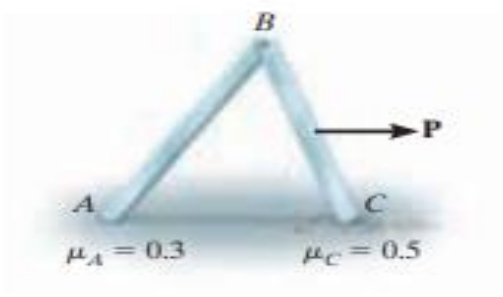
مثلا من أجل الهيكل المبين في الشكل يراد تحديد نوع القوة التي تسبب الحركة :

لدينا 7 مجاهيل يمكننا تحديدها عن طريق كتابة 6 معادلات للتوازن ومعادلة واحدة من معادلتين للتوازن الاحتكاكي السكوني .

تحديد نوع الحركة التي قد تحدث عند زيادة القوة الخارجية ،قد يحدث الانزلاق A ولا يحدث عند C أي أن :



(b)



(a)

$$, FC \leq 0.5\ NC \quad \text{و} \quad FA = 0.3NA,$$

وقد يحدث الانزلاق عند C ولا يحدث عند Aأي أن :

$$FA \leq 0.3\ NA \quad \text{و} \quad FC = 0.5NC$$

نحسب القوة من أجل كلتا الحالتين ونختار القيمة الأصغر .

وإذا حصلنا على نفس القيمة عندها يحدث الانزلاق في كلتا النقطتين