

## المحاضرة الثامنة

### الاحتكاك FRICTION

د.نزارعبد 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 .

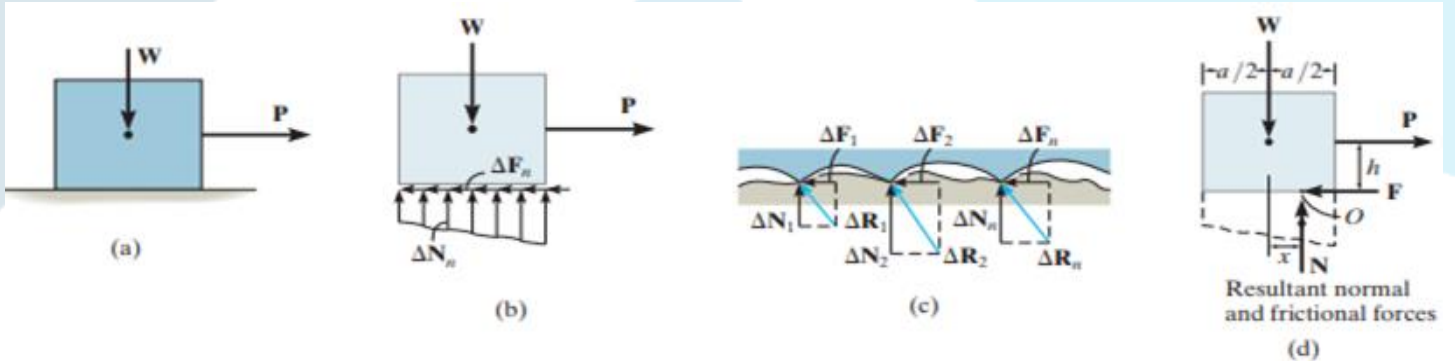
#### نظرية الاحتكاك الجاف :

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 .

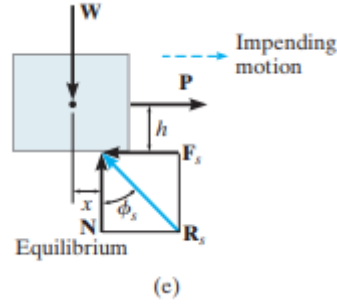
من أجل التوازن القوة العمودية تؤثر شاقولياً نحو الأعلى ، أما قوة الاحتكاك فتكون معاكسة للاتجاه الذي تحاول فيه القوة تحريك الجسم نحو اليمين .

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 :

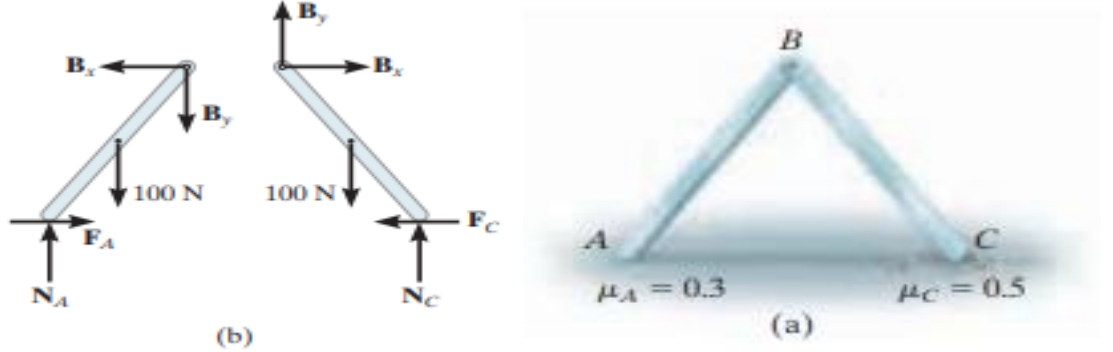
$$F_k = \mu_k N$$

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 :

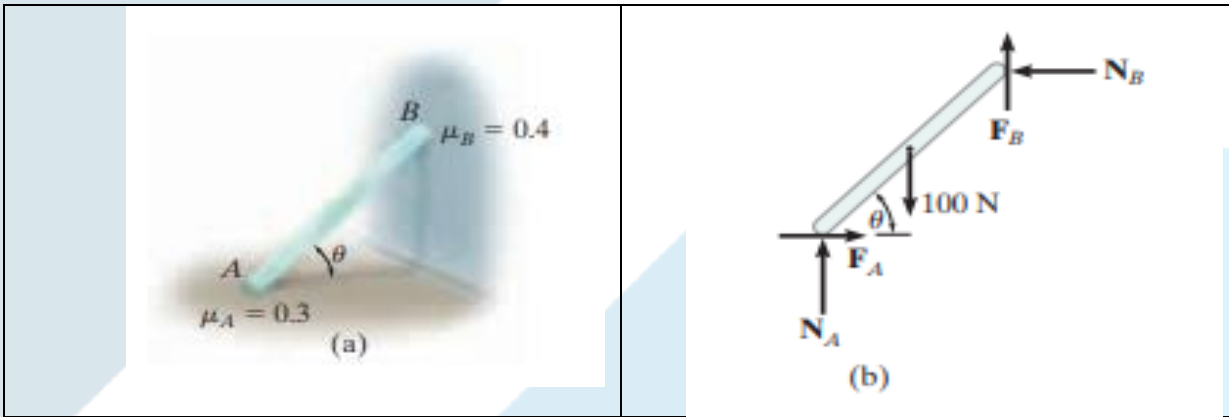
$$F_A \leq \mu_A N$$

$$F_C \leq \mu_C N$$

## 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  $\theta$  من أجل منع انزلاق العارضة .  
نستطيع كتابة ثلاث معادلات للتوازن ، بالإضافة إلى معادلتين للتوازن الاحتكاكي :

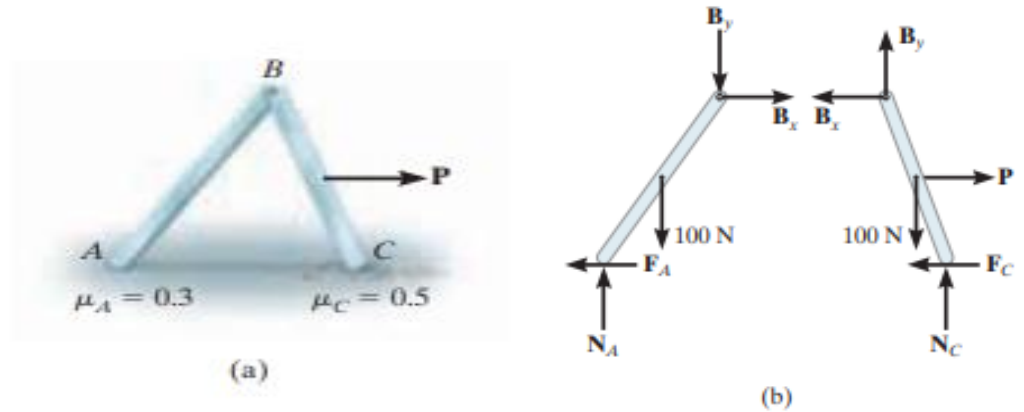
$$F_A = \mu_A N_A \text{ و } F_B = \mu_B N_B$$

### 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 أي أن : C عند ولا يحدث A



$$F_A = 0.3N_A, \text{ و } , F_C \leq 0.5 N_C$$

وقد يحدث الانزلاق عند C ولا يحدث عند A أي أن :

$$F_C = 0.5N_C \text{ و } F_A \leq 0.3 N_A$$

نحسب القوة من أجل كلتا الحالتين ونختار القيمة الأصغر .

وإذا حصلنا على نفس القيمة عندها يحدث الانزلاق في كلتا النقطتين