دولة ليبيا
وزارة التعليم
مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية

الفيزياء

الجزء الثاني (الميكانيكا)
للسنة الثالثة
بمرحلة التعليم الثانوي
(القسم العلمي)

الدرس الثالث

المدرسة الليبية بفرنسا ـ تور

العام الدراسي
1441 / 1442 هـ . 2020 / 2021 م

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

الفصل الثاني: الاحتكاك

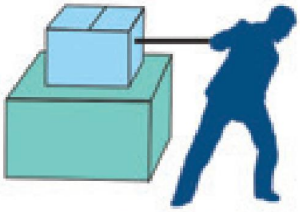
2 Friction

يتناول هذا الفصل بالتفصيل قوى الاحتكاك وعند الانتهاء من دراسته يجب أن :

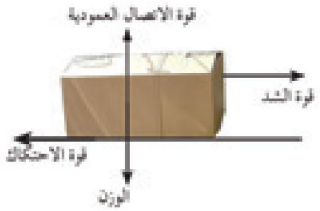
- تتعود الصيغ الرياضية للاحتكاك وتفهم خواص قوى الاحتكاك.
- تفهم فكرة ومعنى نهاية الاتزان.
- تعرف المقصود بمعامل الاحتكاك وتكون قادراً على استخدامه.
- تكون قادراً على حل مسائل تتضمن الحركة والاتزان والتي تكون قوى الاحتكاك أحد القوى المؤثرة على الجسم.

1.2 الخواص الأساسية لقوة الاحتكاك (Basic properties of frictional forces)

تخيل أنك تحاول جر صندوق ثقيل على مستوى أفقي (شكل 2-1)، عندها ربما يحدث أحد الأمرين، فإذا كان الشد قوياً سوف يبدأ الصندوق الحركة في اتجاه قوة الشد، أما إذا كان الشد ضعيفاً فسوف يبقى الصندوق في مكانه وفي الحالتين توجد قوة احتكاك عكس قوة الشد وهذه القوة تؤثر أفقياً في المستوى الذي تتصل به قاعدة الصندوق مع المستوى الأفقي، ويكون اتجاه قوة الاحتكاك عكس اتجاه الحركة، كما هو موضح في الشكل (2-2)، والذي يوضح أربع قوى تؤثر على الصندوق في حالة كونه متحرك أو ساكن.



الشكل (1.2)



الشكل (2.2)

فإذا لم يبدأ الصندوق في الحركة، تكون القوى في حالة اتزان وهذا يعني أن قوة الاحتكاك تتزن مع قوة الشد عندما تتغير قوة الشد بالزيادة فإن قوة الاحتكاك تزيد تبعاً لذلك وإذا لم تشد بقوة فإن الاحتكاك سيتناقص وعندما تتلاشى قوة الشد فإن قوة الاحتكاك سوف تتلاشى.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

عند جر الصندوق بقوة كافية لتحريكه تكون قوة الاحتكاك أقل من قوة الشد وهناك حدود لقيمة قوة الاحتكاك التي تنتجها قاعدة الصندوق مع المستوى فإذا جُر الصندوق بقوة أكبر من هذه الحدود فسوف يبدأ في الحركة.

عندما يلامس سطح لجسم ما سطحاً ثابتاً، وهناك قوة تحاول تحريك هذا الجسم على السطح ستقاوم قوة الاحتكاك هذه الحركة بقوة معاكسة لاتجاه الحركة. ولا تتعدى قوة الاحتكاك مقداراً معيناً يُعرف بنهاية الاحتكاك. فإذا كان جسم في حالة سكون واتزان مع قوة الاحتكاك التي يكون مقدارها أقل من نهاية قيمتها فسوف يبقى الجسم في حالة اتزان.

فإذا كان الجسم في حالة استقرار وكانت القوى في حالة اتزان مع نهاية الاحتكاك عندها يقال أن الجسم في نهاية الاتزان ويكون على وشك الحركة.

مثال1.1.2

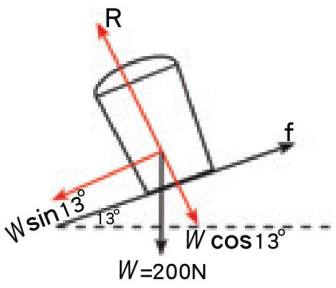
وضع حاوية كتلتها (20 kg) على مسار يميل بزاوية (13°) مع الأفقي وكانت نهاية قوة الاحتكاك بين الحاوية وسطح المستوى (50 N).

أ) هل تنزلق الحاوية على المستوى؟

ب) فإذا أثرت قوة موازية لسطح المستوى على الحاوية جعلتها على وشك الحركة إلى أعلى المستوى، أوجد مقدار هذه القوة.

الحل:

أ). توجد ثلاث قوى تؤثر على الحاوية وهي وزنها ، قوة الاتصال العمودية، قوة الاحتكاك تؤثر على المسار كما هو موضح في الشكل (3.2).



الشكل (3.2)

إلا أن الوزن وقوة الاحتكاك لهما تأثير موازي للمسار، وبتحليل الوزن إلى مُرَكّبتين إحداهما في اتجاه المسار والأخرى عمودية عليه تكون مُرَكّبته في اتجاه المستوى تساوي (200 sin 13°)، والتي تساوي (45 N) وهي أقل من قيمة نهاية الاحتكاك، وبذلك تكون قوة الاحتكاك في اتزان مع القوة (45 N) (مركبة الوزن الموازية للمستوى) عليه سوف لن تنزلق الحاوية أسفل المستوى.

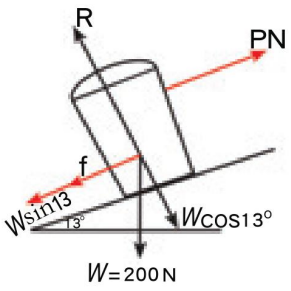
جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

ب). حيث إن الحاوية على وشك الانزلاق إلى أعلى المستوى وأن قيمة قوة الاحتكاك القصوى تساوي (50 N) تؤثر في اتجاه عكس الحركة إلى أسفل المستوى لنفرض أن قيمة القوة المطبقة (P N) إلى أعلى المستوى عليه تكون القوى المؤثرة على الحاوية والموضحة في الشكل (4.2).

$F_{\parallel}$ (أعلى المستوى) $P - f - w\sin 13^\circ = ma$

$F_{\parallel}$ (أعلى المستوى) $P - 50 - 45 = 0$

والتي تُعطي $P = 50 + 45 = 95\ N$



الشكل (4.2)

هذا يعني إذا كانت القوة المؤثرة على الحاوية إلى أعلى المستوى تساوي (95 N) تكون الحاوية في هذه الحالة على وشك الحركة إلى أعلى المستوى.

كم تكون قيمة قوة الاحتكاك عندما يبدأ الجسم في الحركة؟

نظرياً ربما تبقى قيمتها النهاية القصوى لها، وربما تكون أقل أو ربما تكون أكبر بمقدار قليل خلال الحركة.

تدل التجارب العملية على أنه في حالة الحركة تكون قوة الاحتكاك أقل بقليل من القيمة القصوى لقوة الاحتكاك.

إلا أنه تقريباً في أغلب الأحيان تُحسب قوة الاحتكاك مساوية لقيمة النهاية القصوى وهذا النموذج هو المعتمد إلا إذا نص على عكس ذلك.

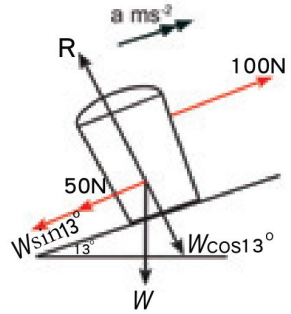
عندما ينزلق جسم على سطح ثابت تكون قيمة قوة الاحتكاك مساوية للنهاية القصوى وتؤثر في اتجاه عكس الحركة.

مثال 2.1.2

باستخدام المعلومات في المثال السابق (1.1.2) وبفرض أن مقدار القوة (100 N) تؤثر على الحاوية إلى أعلى توازي المستوى . احسب العجلة التي تتحرك بها الحاوية .

الحل :

يمثل الشكل(5.2) القوى المؤثرة على الحاوية مثل ما هو موجود في الشكل (4.2) باستثناء قيمة القوة (P) التي تساوي الآن (100 N) . عندما تبدأ الحاوية في الحركة تكون قيمة قوة الاحتكاك قيمتها القصوى (50 N).



الشكل (5.2)

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

لنفرض أن العجلة ($a \frac{m}{s^2}$)

$F_{\parallel}$ (إلى أعلى المستوى) $100 - 50 - 200 \sin 13° = 20a$

والتي تُعطي $100 - 50 - 45 = 20\ a$

$5 = 20\ a$

$$a = \frac{5}{20} = 0.25\ m/s^2$$

عليه سوف تتسارع الحاوية إلى أعلى بمعدل $0.25 \frac{m}{s^2}$

إن هذه الخاصية للاحتكاك والتي تم وصفها هنا تطبق في حالة أن الأسطح المتلامسة جافة وصلبة وإذا كان هناك طبقة من زيت أو ماء يفصل السطحين عندها تحتاج إلى نموذج مختلف .

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا