University of Anbar جامعة الانبار

اسم الكلية : كلية العلوم- قسم الفيزياء

اسم المحاضر: د. خالد روكان فليح الزوبعي

المرحلة: المرحلة الاولى رياضيات

اسم المادة انكليزي: General Physics

اسم المادة عربي: فيزياء عامة

عنوان المحاضرة انكليزي :Force of Friction

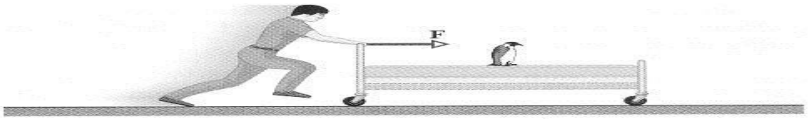
عنوان المحاضرة العربي: قوة الاحتكاك

المصدر

Physics for scientists and engineer
by
Serway

قوة الاحتكاك Force of Friction

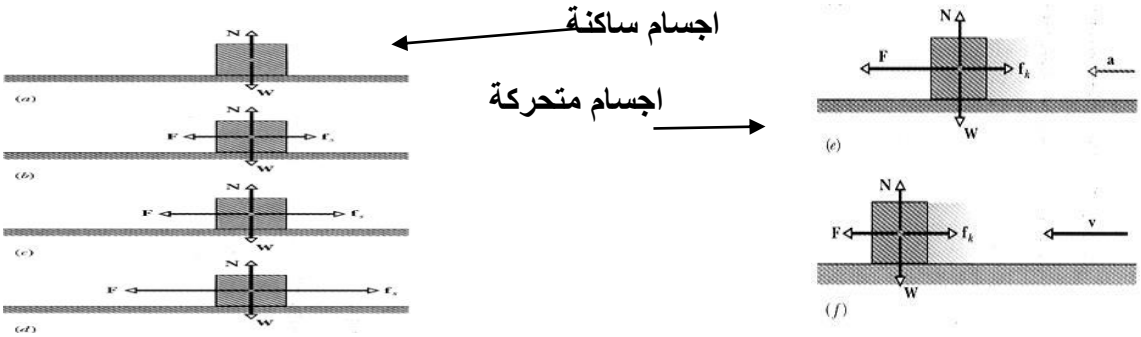
قوة الاحتكاك *force of friction* ويرمز لها بالرمز f واتجاه هذه القوة دائم ا عكس اتجاه الحركة وهي ناتجة عن خشونة الأسطح المتحركة.



- عندما يكون جسم ما متحركًا على سطح أو عبر وسط لزج ، ستكون هناك مقاومة للحركة. تسمى هذه المقاومة بقوة الاحتكاك
- يرجع ذلك إلى التفاعلات بين الكائن وبيئته
- سنهتم بنوعين من قوة الاحتكاك
- قوة الاحتكاك الساكن: fs
- قوة الاحتكاك الحركي: fk
- الاتجاه: عكس اتجاه الحركة المقصودة:

1- إذا كان يتحرك: في الاتجاه المعاكس للسرعة

2- إذا كان ثابتًا: في اتجاه مجموع متجه للقوى الأخرى



من التجارب العملية لوحظ أن قوة الاحتكاك للأجسام الساكنة أكبر من قوة الاحتكاك للأجسام المتحركةهناك نوعين من معامل الاحتكاك:

1 ***kinetic friction*** . **الاحتكاك الحركي**

2- ***static friction*** **الاحتكاك السكوني**

الإحتكاك السكنوني Static Friction

يعمل الاحتكاك الساكن على الاحتفاظ ب إلأجسام من التحرك

- إذا زادت القوة F ، كذلك يزداد قوة الاحتكاك السكوني fs
- إذا انخفض القوةF ، fs كذلك تنخفظ قوة الاحتكاك السكوني

$f_s < \mu_s N$ μ_s معامل احتكاك السكوني

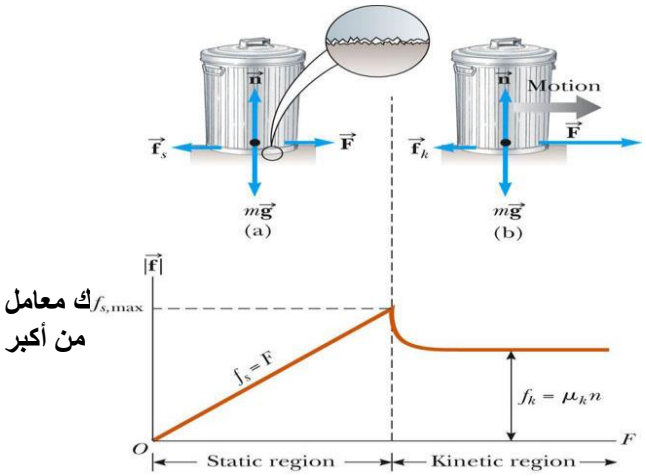
الاحتكاك الحركي Kinetic Friction

تعمل قوة الاحتكاك الحركي f k عندما يكون الجسم في حالة حركة

$f_k = \mu_k N$ μ_k معامل الاحتكاك الحركي

اكتشف قوى الاحتكاك Explore Forces of Friction

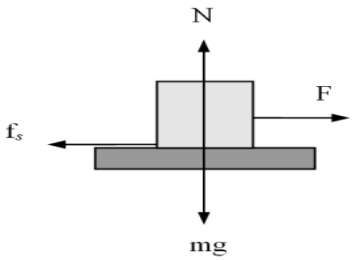
- تطبيق قوى مختلفة
- نلاحظ قيمة قوة الاحتكاك
- نلاحظ ما يحدث عندما تبدأ الكتلة بالحركة



ومعامل الاحتكاك ليس له وحدة.

حساب قوة الاحتكاك

الحالة (1) عندما ينزلق جسم على سطح أفقي

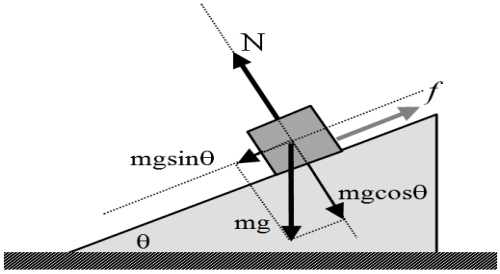


$f_k = \mu_k N$

Since $N = mg$

$f_k = \mu_k mg$

الحالة (2) عندما ينزلق الجسم على سطح مائل



$f_k = \mu_k N$

Since $N = mg\cos\theta$

$f_k = \mu_k mg\cos\theta$

مثال

لنفترض أن كتلة كتلتها 2.50 كجم تستقر على منحدر. إذا كان معامل الاحتكاك الساكن بين الكتلة والمنحدر 0.350 ، ما أقصى زاوية يمكن أن يصنعها المنحدر مع الأفقي قبل أن تبدأ الكتلة في الانزلاق؟

الحل:

قانون نيوتن الثاني

$\sum F_x = mg\sin\theta - \mu_s N = 0$

$\sum F_y = N - mg\cos\theta = 0$

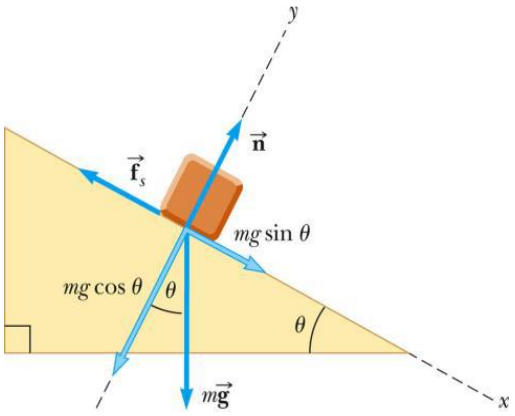
Then $N = mg\cos\theta$

$\sum F_x = mg\sin\theta - \mu_s mg\cos\theta = 0$

$mg\sin\theta\ \mu = mg\cos\theta$

$\tan\theta = \mu_s = 0.350$

$\theta = \tan^{-1}(0.350) = 19.3$



مثال

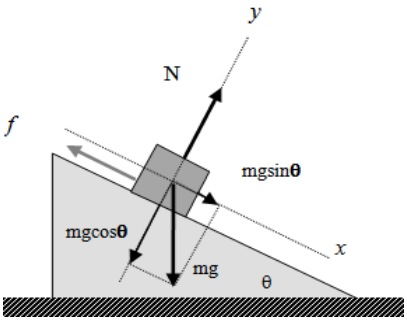
تبدأ الكتلة التي يبلغ وزنها 3 كجم حركتها من السكون عند أعلى منحدريميل بزاوية 30 درجة وتنزلق مسافة 2 متر أسفل المنحدر في 1.5 ثانية.

أوجد (أ) تسارع الكتلة ،

(ب) معامل الاحتكاك الحركي بين الكتلة والمستوى

(ج) قوة الاحتكاك المؤثرة على الكتلة

(د) سرعة الكتلة بعد انزلاقها 2 متر.



الحل

Given $m = 3\text{kg}$, $\theta = 30^o$, $x = 2\text{m}$, $t = 1.5\text{s}$

$$x = \frac{1}{2}at^2 \qquad \Rightarrow \qquad 2 = \frac{1}{2}a\,(1.5)^2 \;\Rightarrow \qquad a = 1.78\text{m/s}^2$$

$mg\sin30 - f = ma \quad \Rightarrow f = m(g\sin30 - a) \quad \Rightarrow f = 9.37\text{N}$

$N - mg\cos\theta = 0 \qquad N = mg\cos\theta$

$f = 9.37\text{N}$

$\mu_k = f / N = 0.368$

$v^2 = v_o^2 + 2a\,(x\text{-}xo)$

$v^2 = 0 + 2(1.78)(2) = 7.11\text{m}^2/\text{s}^2$

$v = 2.67\text{m/s}$

مثال:

كتلتان متصلتان بواسطة خيط خفيف فوق بكرة عديمة الاحتكاك كما هو موضح في الشكل. معامل الاحتكاك الانزلاقي بين m1 و السطح μ. أوجد عجلة الكتلتين والشد في الخيط.

الحل: ضع في اعتبارك حركة m1. الحركة اكون إلى اليمين ، ثم T> f. إذا كانت T أقل من f ، فستظل الكتل ثابتة.

$\sum F_x \text{ (on } m_1) = T - f = m_1a$

$\sum F_y \text{ (on } m_1) = N - m_1g = 0$

$N = m_1g$

Since $f = \mu N$,

$f = \mu m_1g$

Then

$T - \mu m_1g = m_1a$

$T = m_1a + \mu m_1g$

$T = m_1(a+\mu g) \qquad (1)$

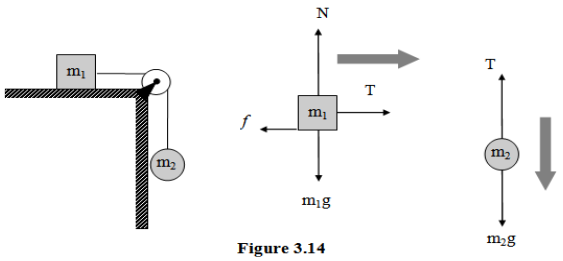
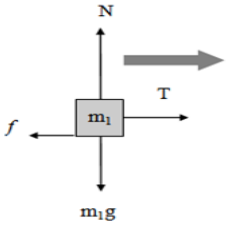
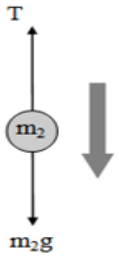


Figure 3.14



بالنسبة m_2 ، تكون الحركة للأسفل ، وبالتالي فإن $T < m_2g$.

ملحوظة أن T الشد منتظم خلال الحبل. هذه هي القوة التي تعمل على اليمين هي أيضًا القوة التي تمنع m2من السقوط الحر. معادلة الحركة لـ m2 هي:



$\sum F_y$ (on m_2) = T - m_2g = - m_2a

$T = m_2(g-a)$ (2)

Equating equation (1) and (2)

$m_1(a+\mu g) = m_2(g-a)$

$T = m_1(a+\mu g)$ (1)

$$a = \left(\frac{m_2 - \mu m_1}{m_1 + m_2}\right) g$$

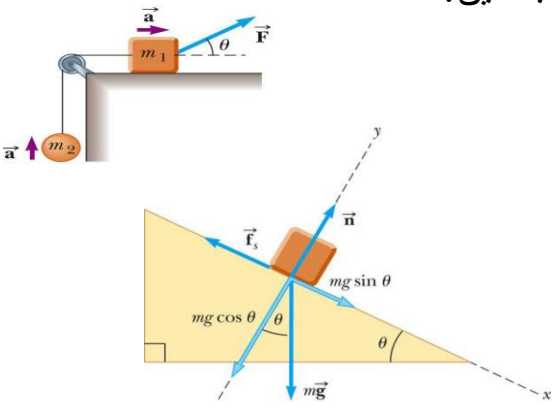
The tension T is

$$T = m_2\left(1 - \frac{m_2 - \mu m_1}{m_1 + m_2}\right) g$$

$$T = \frac{m_1 m_2 (1+\mu) g}{m_1 + m_2}$$

مثال:

يتم توصيل كتلة كتلتها m_1 على سطح أفقي خشن بكرة كتلتها m_2 بواسطة سلك خفيف الوزن فوق بكرة خفيفة الوزن غير احتكاكية كما هو موضح في الشكل. يتم تطبيق قوة مقدارها F بزاوية θ مع الأفقي على الكتلة كما هو موضح وتنزلق الكتلة إلى اليمين. معامل الاحتكاك الحركي بين الكتلة والسطح هو μ_k. أوجد مقدار عجلة الجسمين؟



For m1:

$\sum F_x = F\cos\theta - f_k - T = m_1 a$

$\sum F_y = N + F\sin\theta - m_1 g = 0$

$N = m\,g - F\sin\theta$

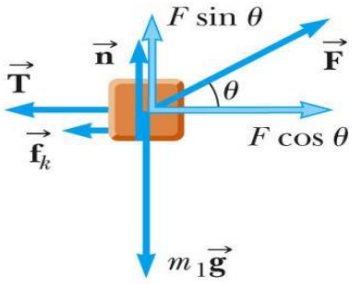
For m_2: $\sum F_y = T - m_2 g = m_2\, a$

$T = m\,(a + g)$

$f_k = \mu_\kappa N$ $\mu_\kappa\,(m_1 g - F\sin\theta)$

$F\cos\theta - \mu_\kappa\,(m_1 g - F\sin\theta) - m_2\,(a+g) = m_1 a$

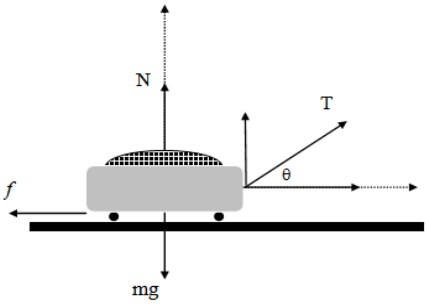
$$a = \frac{F(\cos\theta + \mu_k \sin\theta) - (m_2 + \mu_k m_1)g}{m_1 + m_2}$$



مثال 5

عربة محملة بالطوب يبلغ مجموع كتلتها 18 كجم ويتم سحبها بسرعة ثابتة بحبل. يميل الحبل بزاوية 20 درجة فوق الأفقي وتتحرك العربة على مستوى أفقي. معامل الاحتكاك الحركي بين الأرض والعربة 0.5

ما هو التوتر في حبل؟ عندما تتحرك العربة 20 م.



$T\cos\theta - f = 0$ (1)

$N + T\sin\theta - mg = 0$ (2)

$f = \mu N = \mu(mg - T\sin\theta)$ (3)

Substitute (3) in (1)

$T\cos\theta - \mu(mg - T\sin\theta) = 0$

$$T = \frac{\mu mg}{\cos\theta + \mu\sin\theta} = 79.4\ N$$