Frictional Forces

قوى الاحتكاك

by

Nada Saab-Ismail, PhD, MAT, MEd, IB

P3.2A Identify the magnitude and direction of everyday forces (e.g., wind, tension in ropes, pushes and pulls, weight).

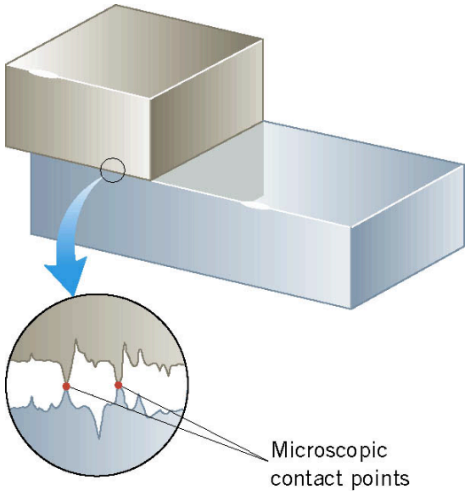
هناك نوعان من قوى الاحتكاك

1. القوة الاحتكاكية الساكنة.
2. القوة الحركية الاحتكاكية.

تعمل قوى الاحتكاك دائمًا تقريبًا عكس اتجاه الحركة.

قوة الاحتكاك

عندما يتلامس جسم ما مع سطح ما أو يتحرك أو يحاول التحرك ، فهناك قوة تؤثر على هذا الجسم.
يسمى مكون هذه القوة الموازية للسطح بقوة الاحتكاك.



لا يوجد سوى عدد قليل من نقاط الاتصال بين سطحين مصقولين على اتصال.

قوة الاحتكاك الثابتة (fs) في التلامس - لا توجد حركة

عندما لا ينزلق السطحان المتصلان ببعضهما البعض ، فإن الاحتكاك يسمى الاحتكاك الساكن.

رمز قوة الاحتكاك الساكن fs

تعمل قوة الاحتكاك الساكن عكس اتجاه الحركة.

يمكن حساب مقدار أو قيمة (fs) للاحتكاك الساكن عند ضرب معامل الاحتكاك الساكن بالقوة العادية أو قوة الدعم.

Static Frictional Force
$f_s = \mu_s F_N = \mu_s mg$

μ_s is the coefficient of static friction ($0 < \mu_s < 1$)

F_N is the normal or support force.

m is the mass, g = 9.8 m/s^2

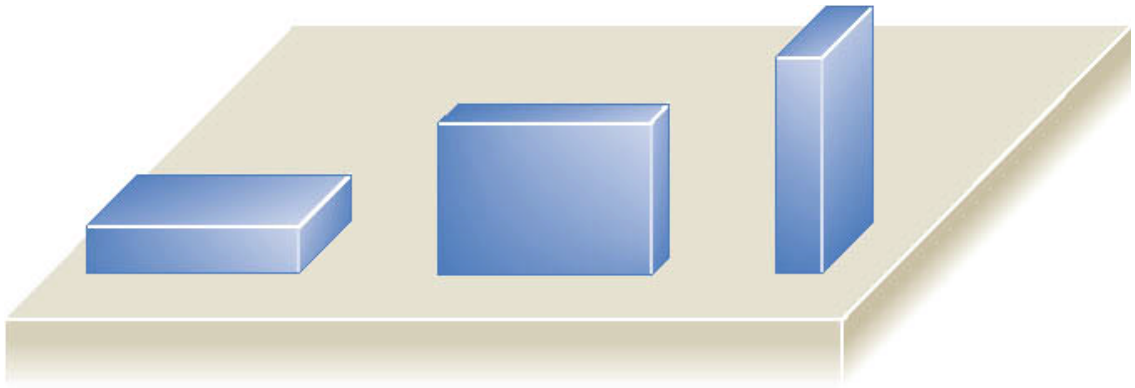
لتحريك جسم ، يجب أن تسحب بقوة أكبر من أقصى قوة احتكاك ساكنة

F> fs MAX)

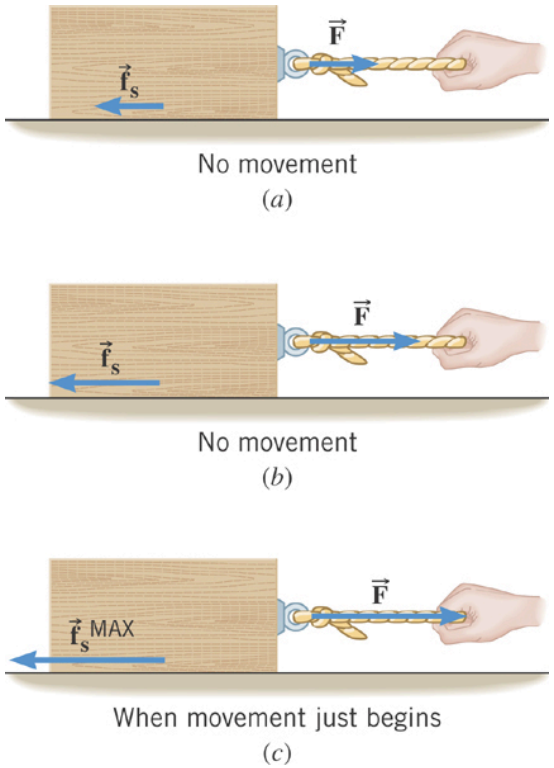
تعتمد قوة الاحتكاك الساكن على الكتلة فقط.

تعتمد قوة الاحتكاك الساكن فقط على الكتلة ولا تعتمد على طريقة تلامس الكتلة مع السطح.

لذلك ، بالنسبة للكتلة الملامسة للجدول أدناه ، فإن أقصى قوة احتكاك ثابتة هي نفسها ، بغض النظر عن جانب الكتلة الملامس للسطح.



مثال 1: يوجد صندوق على منضدة ، ويد تحاول سحب صندوق بحبل عن طريق تطبيق قوة أفقية (F) كما هو موضح في الأشكال أ ، ب ، ج.



(a) F < f_s. No movement. (بدون حركة

(b) F = f_s. No movement. بدون حركة

(c) F > f_s. ($\mathbf{f_s}^{\mathbf{MAX}}$). يبدأ الصندوق في التحرك.

لتحريك جسم ما ، يجب أن تسحب بقوة أكبر من أقصى قوة احتكاك ساكنة
F> fs MAX)

قوة الاحتكاك الحركية في التلامس
معارضة الحركة المنزلقة

تعارض قوة الاحتكاك الحركية حركة الانزلاق النسبية بين جسمين متصلين. رمز قوة الاحتكاك الحركي (fk)

يمكن حساب مقدار (قيمة) قوة الاحتكاك الحركي (fk) عند ضرب معامل الاحتكاك الحركي بالقوة العادية أو قوة الدعم.

Kinetic Frictional Force
$f_k = \mu_k F_N = \mu_k mg$

μ_k is the coefficient of static friction ($0 < \mu_k < 1$)

F_N is the normal or support force.

m is the mass, g = 9.8 m/s^2

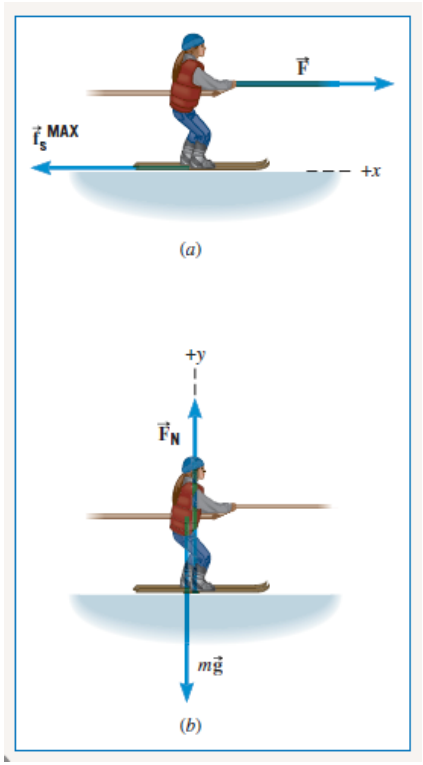
Table 4.2 Approximate Values of the Coefficients of Friction for Various Surfaces

Materials	Coefficient of Static Friction, μ_s	Coefficient of Kinetic Friction, μ_k
Glass on glass (dry)	0.94	0.4
Ice on ice (clean, 0 °C)	0.1	0.02
Rubber on dry concrete	1.0	0.8
Rubber on wet concrete	0.7	0.5
Steel on ice	0.1	0.05
Steel on steel (dry hard steel)	0.78	0.42
Teflon on Teflon	0.04	0.04
Wood on wood	0.35	0.3

Usually $\mu_s > \mu_k$

مثال 2: القوة اللازمة لبدء تحريك المتزلج.

متزلج يقف على الثلج ويمسك بحبل ، وهو على وشك أن يسحبه بقوة F. كتلة المتزلج m تساوي 59 كجم. معامل الاحتكاك الساكن بين المتزلج والثلج هو $\mu_s = 0.14$. ما هي القوة القصوى التي يجب أن يسحبها حبل السحب دون أن يتسبب في تحريكها؟



$m = 59\ kg,$ $g = 9.8\ m/s^2,$ $\mu_s = 0.14$

The static frictional force $f_{s\,MAX}$ can be calculated:

$$f_{s\,MAX} = \mu_s F_N = \mu_s mg$$

$$= 0.14 \times 59 \times 9.8 = 81\ N$$

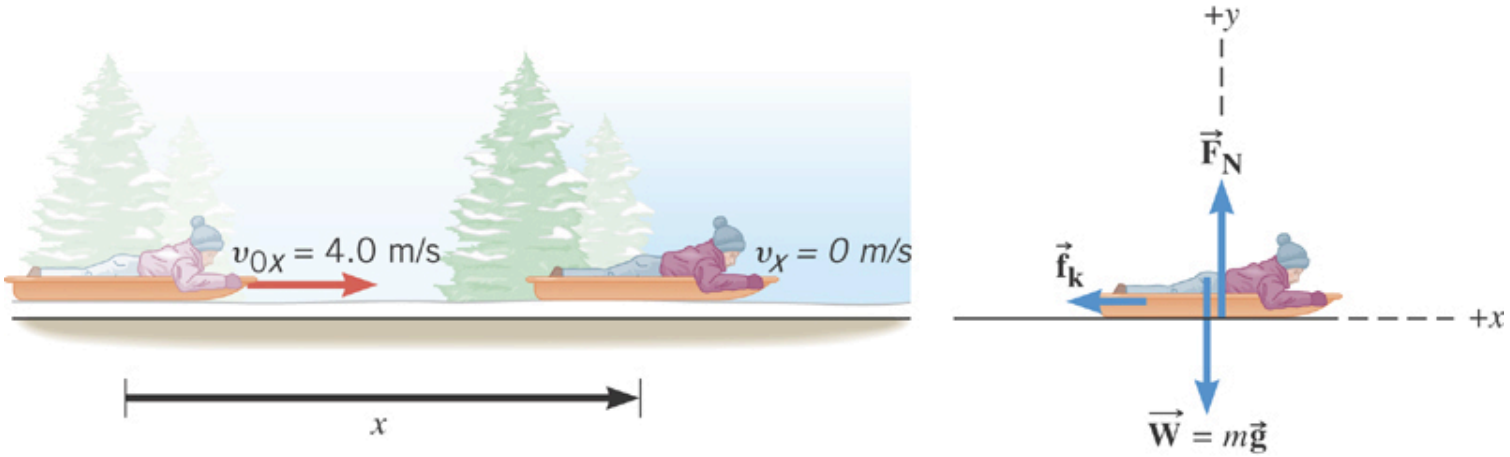
إذن ، القوة القصوى التي يجب أن يسحبها حبل السحب دون أن يتسبب في تحريكها هي 81 نيوتن.

لكي يتحرك المتزلج للأمام ، يجب أن تسحب القوة بأكثر من 81 نيوتن.

لتحريك جسم ، يجب أن تسحب بقوة أكبر من أقصى قوة احتكاك ساكنة (F> fs MAX).

مثال 3: مزلقة وراكب

تتحرك مزلجة وراكب بسرعة 4.0 م / ث على امتداد أفقي للثلج. يمارس الثلج قوة احتكاك حركية على العدائين في الزلاجة ، لذلك تبطئ الزلاجة وتتوقف في النهاية.



(a)

(b) Free-body diagram for the sled and rider

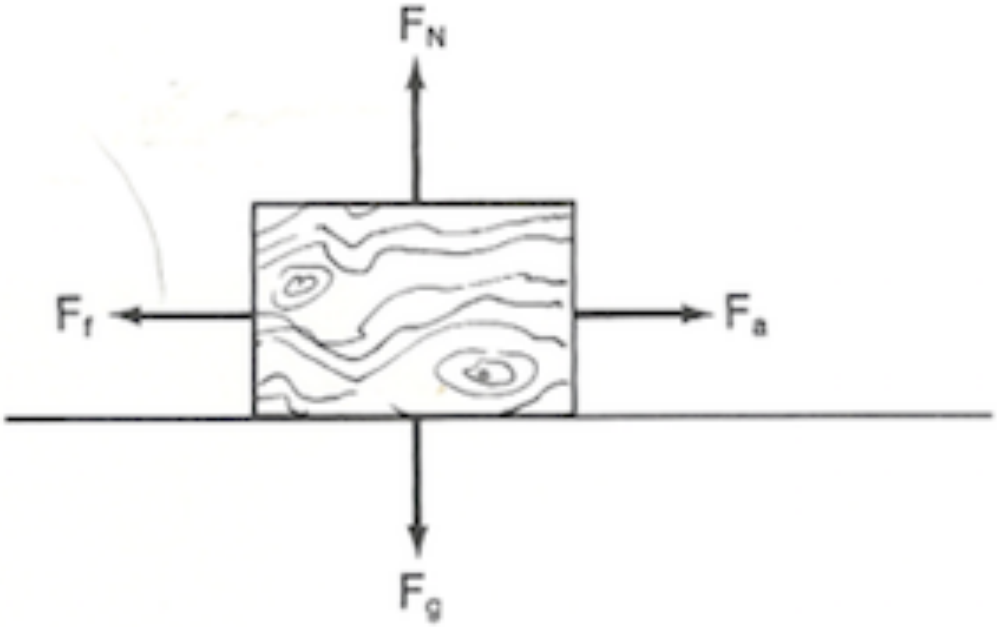
مخطط الجسم الحر هو مخطط يمثل الكائن والقوى المؤثرة عليه.

تمرين

1. يستغرق سحب جسم 6.0 كجم على طول مكتب بسرعة ثابتة 50 نيوتن. ما هو معامل الاحتكاك؟

$$\mu = \frac{F_f}{F_N}$$
$$= \frac{F_f}{mg} \text{ (since } F_N = F_g = mg\text{)}$$
$$= \frac{50 \text{ N}}{(6.0 \text{ kg})\ (9.8 \text{ N/kg})}$$
$$= 0.85$$

For a block pulled across a rough table top



F_g is the force of gravity on the object.
F_N is the normal force exerted by the table on the block.
F_a is the applied force.
F_f is the force of friction.

2. معامل الاحتكاك الانزلاقي بين مادتين هو 0.35. يتم سحب جسم 5.0 كجم مصنوع من مادة واحدة على طول طاولة مصنوعة من مادة أخرى. ما هي قوة الاحتكاك

$$
\begin{aligned}
F_f &= \mu F_N \\
&= \mu mg \quad (\text{since } F_N = F_g = mg) \\
&= (0.35)\ (5.0\ \text{kg})\ (9.8\ \text{N/kg}) \\
&= 17\ \text{N}
\end{aligned}
$$

تمارين

-1- ينزلق لاعب هوكي وزنه 70 كجم عبر الجليد على أوتاد فولاذية. ما هو وجه الاحتكاك الذي يتصرف به المتزلج؟ الإجابة 34.3

-2- يقوم سائق سيارة وزنها 1500 كجم باستخدام الفرامل على طريق خرساني. احسب قوة الاحتكاك (أ) على طريق جاف و (ب) على طريق رطب.- الإجابة (أ) 11760 نيوتن ، (ب) 7350 نيوتن

References:

1) Humanic. (2013). www.physics.ohio-state.edu/~humanic/. In Thomas Humanic Brochure Page.

Physics 1200 Lecture Slides: Dr. Thomas Humanic, Professor of Physics, Ohio State University, *2013-2014 and Current.* *www.physics.ohio-state.edu/~humanic/*

2) Cutnell, J. D. & Johnson, K. W. (1998). *Cutnell & Johnson Physics, Fourth Edition*. New York: John Wiley & Sons, Inc.

The edition was dedicated to the memory of Stella Kupferberg, Director of the Photo Department:"We miss you, Stella, and shall always remember that a well-chosen photograph should speak for itself, without the need for a lengthy explanation"

3) Martindale, D. G. & Heath, R. W. & Konrad, W. W. & Macnaughton, R. R. & Carle, M. A. (1992). *Heath Physics.* Lexington: D.C. Heath and Company

4) Zitzewitz, P. W. (1999). *Glencoe Physics Principles and Problems*. New York: McGraw-Hill Companies, Inc.

5) Nada H. Saab (Saab-Ismail), (2010-2013) Westwood Cyber High School, Physics.

6) Nada H. Saab (Saab-Ismail), (2009- 2014) Wayne RESA, Bilingual Department.