

نیروی عمودی سطح

شکل ۱۲ جسمی را نشان می‌دهد که روی سطح افقی میزی ساکن است و حرکت نمی‌کند. بر این جسم چه نیروهای وارد می‌شود؟ نیروی وزن وارد بر جسم توسط چه نیروی دیگری خنثی می‌شود؟

همان‌طور که دیدیم نیروهای وارد بر جسم ساکن، متوازن‌اند. بنابراین باید به جز وزن جسم که آن را به طرف پایین می‌کشد، نیروی دیگری از طرف سطح میز بر جسم رو به بالا وارد شده باشد تا اثر وزن را خنثی کند. به این نیرو، نیروی عمودی سطح^۱ یا نیروی عمودی تکیه‌گاه می‌گویند و آن را با F_N نشان می‌دهند (شکل ۱۳). نیروی عمودی سطح باید هم‌اندازه با نیروی وزن باشد تا برآیند دو نیرو صفر شود.

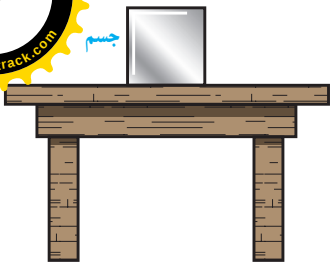
هرچه جسم سنگین‌تر باشد، نیروی عمودی تکیه‌گاه نیز بزرگ‌تر خواهد بود.

خود را بیازمایید

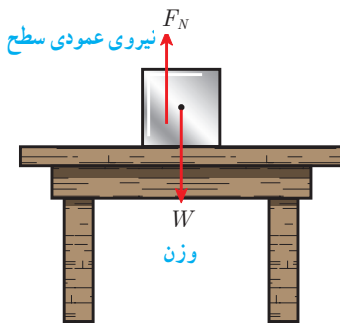
اگر در شکل ۱۳ جرم جسم 10 kg باشد، وزن جسم و اندازه نیروی عمودی سطح چند نیوتون است؟

اصطکاک

در زندگی روزمره پیوسته با نیروی اصطکاک سروکار داریم. ما آثار نیروی اصطکاک را در حرکت خودرو، راه‌رفتن، بازی کردن، هل دادن یک جسم و... مشاهده می‌کنیم. وقتی جسمی را که روی زمین قرار دارد، می‌کشیم یا هل می‌دهیم، سطح زمین نیرویی در خلاف جهت نیروی ما به جسم وارد می‌کند. همچنین وقتی جسم روی زمین در حال حرکت است، نیرویی در خلاف جهت حرکت جسم از طرف سطح زمین بر جسم وارد می‌شود. به این نیروها **نیروی اصطکاک**



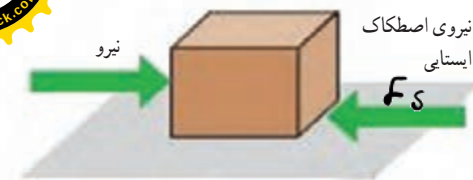
شکل ۱۲- جسم روی سطح میز ساکن است.



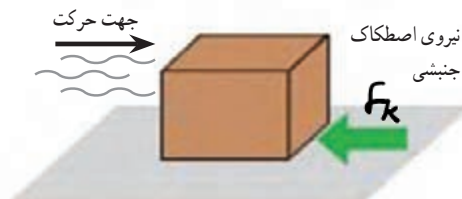
شکل ۱۳- بر جسم دو نیروی وزن و عمودی سطح وارد می‌شود.



شکل ۱۴- شخص بسته را هل می‌دهد اما بسته حرکت نمی‌کند.



الف) به جسم نیرویی به سمت راست وارد می‌شود؛ اما جسم همچنان ساکن است



ب) جسم در حال حرکت به سمت راست است و نیرویی در جهت حرکت بر آن وارد نمی‌شود.

شکل ۱۵- شکل‌های مختلفی از نیروی اصطکاک

می‌گویند. فرض کنید می‌خواهیم جسم سنگینی را که روی سطح افقی قرار دارد، هل دهیم و جابه‌جا کنیم. اگر آن را با نیروی کمی هل دهیم، جسم به حرکت در نمی‌آید. در این حالت نیروی اصطکاک که سطح افقی در خلاف جهت نیروی ما به جسم وارد می‌کند، مانع حرکت جسم می‌شود.

این نیرو را **نیروی اصطکاک ایستایی** F_s می‌نامیم (شکل ۱۵- الف). حال جسمی را در نظر بگیرید که در اثر هل دادن یا کشیدن روی سطح افقی شروع به حرکت کند. اگر از هل دادن یا کشیدن جسم دست برداریم، سرعت جسم کاهش می‌یابد و پس از مدتی می‌ایستد. با توجه به اینکه نیروی سبب تغییر سرعت جسم می‌شود، پس باید نیرویی در خلاف جهت حرکت بر جسم وارد شده باشد و سبب توقف جسم شود. این نیرو را **نیروی اصطکاک جنبشی** F_k می‌نامیم (شکل ۱۵- ب).

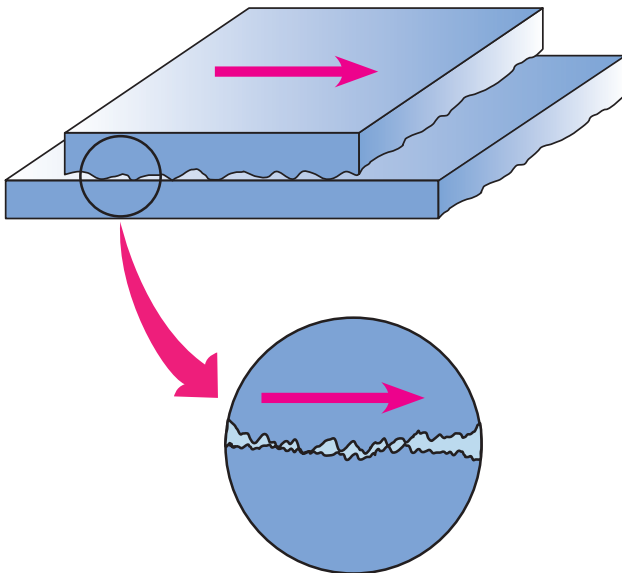
البته نیروی اصطکاک جنبشی در لحظاتی که جسم را می‌کشیدیم یا هل می‌دادیم و جسم حرکت کرده بود نیز بر جسم وارد می‌شد.

نیروی اصطکاک بین دو جسم به جنس سطح‌های در تماس با هم دو جسم بستگی دارد؛ مثلاً صخره‌نوردان از کفش‌های با زیره‌های خاصی برای صخره‌نوردی استفاده می‌کنند تا نیروی اصطکاک بین کفش و سطح صخره زیاد شود، اما اسکی‌بازان تلاش می‌کنند از چوب‌های اسکی صیقلی شده استفاده کنند تا نیروی اصطکاک بین چوب‌ها و برف کم شود.



شکل ۱۶- در صخره‌نوردی نباید کفش‌ها لیز باشند، اما در اسکی باید کف چوب اسکی بسیار لیز باشد.

نیروی اصطکاک بین دو جسم به علت ناهمواری‌های است که در سطح تماس بین دو جسم وجود دارد. این ناهمواری‌ها معمولاً به صورت میکروسکوپی است و با چشم غیرمسلح قابل رؤیت نیست. هرچه دو جسم بیشتر روی هم فشرده شوند، این ناهمواری‌ها بیشتر در یکدیگر فرو می‌روند و بیشتر مانع حرکت می‌شوند و نیروی اصطکاک افزایش می‌یابد.



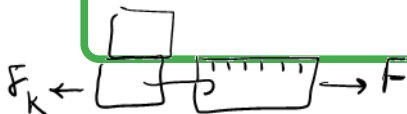
شکل ۱۷- ناهمواری‌های میکروسکوپی روی سطح اجسام با چشم غیرمسلح دیده نمی‌شود.

فعالیت

آزمایشی طراحی کنید که با آن بتوانید:

(الف) نیروی اصطکاک وارد بر جسمی مانند یک قطعه چوب مکعبی در حال لغزش روی یک سطح افقی را اندازه بگیرید.

(ب) نشان دهید که هرچه جسم سنگین‌تر شود (مثلاً با قرار دادن اجسام دیگر روی مکعب) نیروی اصطکاک جنبشی نیز افزایش می‌یابد.



$F \uparrow$
 $F_k \uparrow$

جمع‌آوری اطلاعات

با مراجعه به منابع معتبر، تحقیق کنید:

(الف) در چه مواردی باید نیروی اصطکاک را کم کرد و این عمل چگونه انجام می‌شود؟

(ب) در چه مواردی باید نیروی اصطکاک را افزایش داد و این عمل چگونه انجام می‌شود؟

نیروی اصطکاکی: نیروی است که از حراف سطح به طور افقی (هم راستا با سطح) و در خلاف جهت نیروی عمود حرکت به جسم وارد می شود. *سلا نیروی کاسی*

* وابسته به جنس سطح تماس دو جسم (صاف و زبر) و نیروی عمودی سطح (یا وزن)
① * عدم وابستگی محسوس به مساحت سطح تماس دو جسم

نیروی اصطکاکی استاتی (F_s): نیروی که به جسم ساکن وارد می شود و مانع از شروع حرکت آن می شود.

نیروی اصطکاکی آستانه حرکت (F_{s max}): ماکزیمم نیروی اصطکاکی استاتی در آخرین لحظه پیش از شروع حرکت

نیروی اصطکاکی جنبشی (F_k): نیروی که خلاف جهت حرکت به جسم وارد می شود و می تواند موجب کاهش سرعت جسم و استادن آن شود.

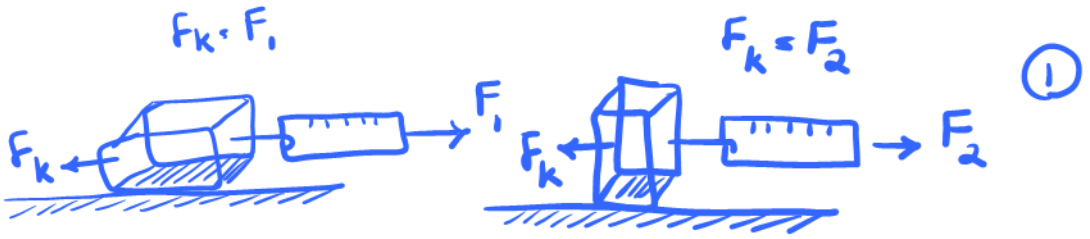
* همواره برابر با نیروی اعمال شده با جهت مخالف و نمی تواند از آن بیشتر شود.

② * همواره $F_k > F_{s max}$: پس نیروی که برای شروع حرکت لازم است بیشتر از نیروی لازم برای ادامه حرکت است.

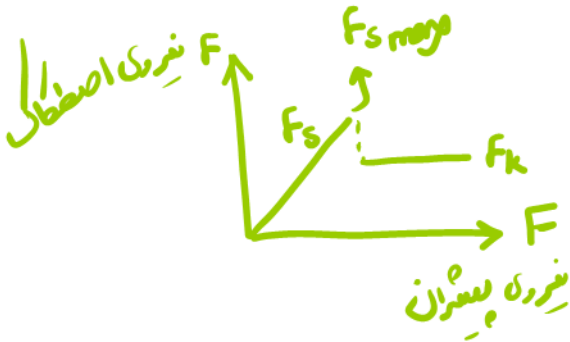
③ * نیروی اصطکاکی عمود راه رفتن نیست. در نبود آن نیروی وارد شده از حراف پا به زمین باعث سر خوردن فرد روی زمین می شود. *سلا طبق قانون نیوتن*

F_k در لحظه شروع حرکت: به جهت با جهت حرکت و خلاف جهت نیروی عمود حرکت

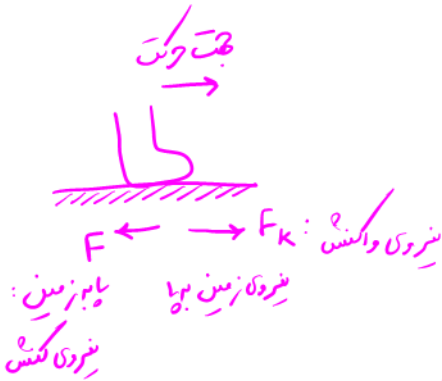
= > نیروی اصطکاکی نیروی که خلاف جهت حرکت به جسم وارد می شود به جز لحظه شروع حرکت
نیروی اصطکاکی نیروی که خلاف جهت نیروی عمود حرکت به جسم وارد می شود.



$$\Rightarrow F_1 = F_2 = F_k$$



$$F_{s \max} > F_k \quad \text{چون}$$



نیروی اصططاک نیروی خلاف جهت نیروی عامل حرکت

نیروی اصططاک نیروی خلاف جهت حرکت
به استثنای لحظه شروع حرکت

* در ادما حرکت، نیروی عامل حرکت رو به جلو و نیروی اصططاک
جنبشی خلاف جهت حرکت است و باعث توقف حرکت می شود.

