ب) اگر ضریب اصطکاک ایستایی سطح ۰٫۸ باشد ، اندازه ی نیروی F را چقدر افزایش دهیم تا در آستانه حرکت قرار گیرد؟

۲- نمودار تغییرات نیروی اصطکاک ایستایی را بر حسب نیروی محرک رسم کنید.شیب نمودار چقدر است؟

۳- نمودار تغییرات نیروی اصطکاک ایستایی را بر حسب نیروی عمودی سطح رسم کنید!

۴-نمودار تغییرات نیروی اصطکاک ایستایی بیشینه را بر حسب نیروی عمودی سطح رسم کنید. شیب نمودار نشان دهنده چه کمیتی است ؟

نیروی اصطکاک جنبشی

حال خودروی در حال حرکتی را در نظر بگیرید که راننده اش ترمز کرده و چرخهای خودرو قفل شده است. سرعت خودرو کاهش پیدا می کند و پس از طی مسافتی متوقف میشود. در این حالت نیزباید نیرویی در خلاف جهت حرکت از طرف سطح بر خودرو وارد شده باشد تا شتاب منفی به خودرو بدهد. این نیرو، نمونه ای از نیروی اصطکاک جنبشی است .

به عنوان مثال دیگر جسمی را درنظر بگیرید که آن را با کشیدن یا هُل دادن روی سطح افقی به حرکت درآورده اید. اگر دست از کشیدن یا هل دادن جسم بردارید سرعت آن کاهش می یابد و پس از مدتی می ایستد. با توجه به اینکه نیرو عامل تغییر سرعت است، باید نیرویی در خلاف جهت حرکت به جسم وارد شده باشد. این نیرو را نیروی اصطکاک جنبشی می نامیم.

وقتی جسمی روی سطحی می لغزد از طرف سطح بر جسم، نیروی اصطکاک جنبشی وارد می شود که موازی با سطح و در خلاف جهت لغزش جسم است. آزمایش نشان می دهد که اندازه نیروی اصطکاک جنبشی متناسب با اندازه نیروی عمودی سطح است.

محاسبه نیروی اصطکاک جنبشی

اندازه ی نیروی اصطکاک جنبشی نیز به دو کمیت بستگی دارد :

۱- نیروی عمودی که سطح به جسم وارد می کند F_N

۲- جنس سطح هایی که روی هم می لغزند (ضریب اصطکاک جنبشی) μ_k

$$f_k = \mu_k \times F_N$$

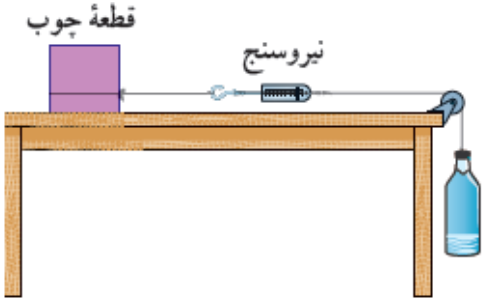
ضریب اصطکاک جنبشی مانند ضریب اصطکاک ایستایی به عامل هایی مانند جنس سطح تماس دو جسم، میزان صافی و زبری آنها و ... بستگی دارد.

معمولاً (یعنی در اغلب حالت ها نه همیشه) ضریب اصطکاک جنبشی میان دو سطح، کمتر از ضریب اصطکاک ایستایی میان آن دو سطح است .

فعالیت صفحه ۱۰۰ کتاب

آزمایشی طراحی کنید که با آن بتوانید:

نیروی اصطکاک جنبشی وارد بر جسمی مانند یک قطعه چوب در حال لغزش روی سطح را اندازه بگیرید و با استفاده از آن ضریب اصطکاک جنبشی را بدست آورید .



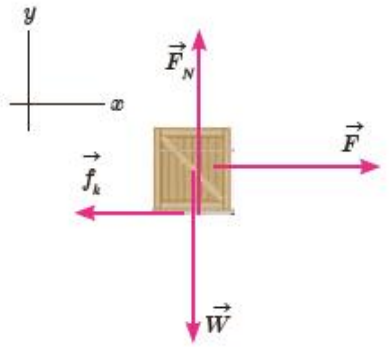
با وسایل نشان داده شده در شکل می توانیم این آزمایش را انجام دهیم. در بطری به آرامی آب می ریزیم و هم زمان روی میز ضربه می زنیم. این عمل را آن قدر ادامه می دهیم تا اینکه وقتی جسم شروع به حرکت کرد به آرامی روی سطح حرکت کند و نیروسنج عدد ثابتی را نشان دهد (با تکرار آزمایش به شرایط مناسب انجام آزمایش می رسیم). در این حالت حرکت جسم با سرعت ثابت است و نیروی کشش نخ (عددی که نیروسنج نشان می دهد) و اصطکاک جنبشی حرکت هم اندازه هستند

سپس با تعیین وزن قطعه چوب و رابطه زیر ضریب اصطکاک جنبشی محاسبه می شود. $f_k = \mu_k \times F_N$

مثال کتاب

شکل مقابل شخصی را نشان می دهد که در حال کشیدن یک جعبه ۷۵ کیلوگرمی با نیروی ۳۰۹ نیوتن روی سطح افقی است. نیرویی که شخص به جعبه وارد می کند افقی و جعبه در حال حرکت است. اگر ضریب اصطکاک جنبشی بین سطح و جعبه ۰٫۴ باشد :

الف) نیروی اصطکاک جنبشی وارد به جعبه چقدر است؟



نیروهای وارد بر جعبه را رسم می کنیم. چون جسم در امتداد قائم شتاب ندارد از قانون دوم نیوتون نتیجه می شود که برایند نیروهای وارد بر جسم در راستای قائم صفر است. $F_N = mg = ۷۵ \times ۹.۸ = 735\ N$

$f_k = \mu_k \times F_N \rightarrow f_k = ۰.۴ \times ۷۳۵ = ۲۹۴\ N$

ب) شتاب حرکت جعبه در این حالت چقدر است؟

$\sum F = ma \rightarrow F - f_k = ma$

۳۰۹-۲۹۴=۷۵×a →a= ۰/۲ m/s^2

تمرین صفحه ۱۴

در مثال قبل اگر ضریب اصطکاک ایستایی بین جعبه و زمین ۰٫۶ و جسم در ابتدا ساکن باشد، حداقل نیروی افقی لازم برای به حرکت درآوردن جعبه چقدر است؟

حداقل نیرو برابر نیروی اصطکاک ایستایی بیشینه است ....

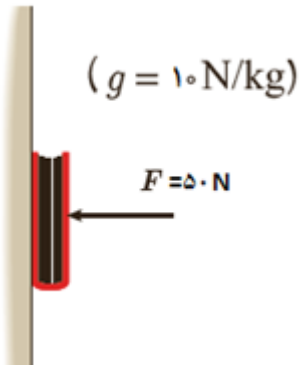
$f_{s.max} = \mu_S \times F_N \rightarrow f_{s.max}$=۰٫۶ ×۷۳۵ = ۴۴۱ N

یعنی اگر به جسم که در ابتدا ساکن است نیرویی کمتر از ۴۴۱ نیوتن وارد کنیم حرکت نمی کند . اما پس از حرکت نیروی اصطکاک جنبشی برابر ۲۹۴ نیوتن است و اگر نیرو را تا اندازه ۲۹۴ نیوتن کاهش دهیم با سرعت ثابت به حرکت ادامه می دهد!!!

پس از شروع حرکت اگر نیرو از ۲۹۴ بیشتر باشد حرکت جسم تند شونده و اگر کمتر از ۲۹۴ نیوتن باشد حرکت کندشونده است .

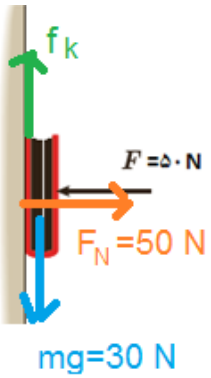
مثال

۱- در شکل مقابل جرم جسم ۳kg است و نیروی ۵۰N به جسم وارد می‌شود . اگرجسم با سرعت ثابت ۰/۲ به سمت پایین بلغزد.



الف) نیروی اصطکاک جنبشی که از سطح دیوار بر جسم وارد می شود چند نیوتون است؟

ابتدا نیروهای وارد بر جسم را رسم و اندازه هارامحاسبه می کنیم :



چون سرعت ثابت است نیروی اصطکاک با وزن برابر و ۳۰N خواهد بود

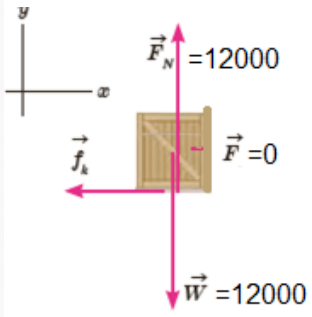
ب) ضریب اصطکاک جنبشی بین سطح جسم و سطح دیوار را به‌دست آورید.

$30 = \mu_k \times 50 \rightarrow \mu_k = ۰/۶$

$f_k = \mu_k \times F_N \rightarrow$

۲-اتومبیلی با سرعت ۲۰ m/s در حال حرکت است. راننده ناگهان ترمز می کند و سرعت اتومبیل با شتاب ثابت شروع به کاهش می کند. اتومبیل پس از پیمودن ۸ متر متوقف می شود.

نیروی اصطکاک بین لاستیکها و سطح چقدر است؟ جرم خودرو را ۱۲۰۰ kg بگیرید.



همانطور که تا این مثال پیش رفتیم برای حل مساله ها ابتدا شکل ساده ای رسم و نیرو ها را روی آن مشخص می کنیم . سپس اندازه ی نیوهایی که مشخص است را تعیین کرده و با قانون دوم نیوتن یا قوانین حرکت سایر نیروها را محاسبه میکنیم . (هنگام ترمز نیروی پیشران ماشین صفر میشود)

$v^۲ - v_۰^۲ = ۲a\Delta x \rightarrow ۰ - ۴۰۰ = ۲ \times ۸ \times a \rightarrow \quad a = -۲۵ \, m/s^۲$

$\sum F = ma \rightarrow ۰ - f_k = ۱۲۰۰ \times (-۲۵) \rightarrow \quad f_k = -۳ \times ۱۰^۴ \ N$

۳-جسمی به جرم ۰/۲ کیلو گرم روی سطح افقی با ضریب اصطکاک ۰/۴ با سرعت اولیه ی ۶ متر بر ثانیه پرتاب می کنیم .پس از طی چه مسافتی سرعت جسم به ۴ متر بر ثانیه می رسد؟ چون جسم پرتاب شده (F=۰)

$f_k = \mu_k \times F_N$, $F_N = mg$= ۲۰ N $\rightarrow$ f_k= ۰,۴ × ۲۰ = ۸ N

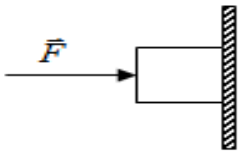
$\sum F = ma \rightarrow ۰ - f_k = 2 \times (a) \rightarrow$ -۸ =۲a $\rightarrow$ a= -۴ $m/s^۲$

$v^۲ - v_۰^۲ = ۲a\Delta x \rightarrow ۱۶ - ۳۶ = ۲\ (-۴)\ \Delta x \rightarrow \Delta x$ = ۲,۵ m

تمرین

۱- جسمی روی سطح افقی همواری قرار دارد. الف) بزرگی نیروی اصطکاک وارد از سطح بر جسم چقدر است؟ ب) اگر اکنون نیروی افقی ۶ نیوتن به جسم وارد شود، ولی جسم حرکت نکند، بزرگی نیروی اصطکاک وارد بر قطعه چند نیوتون است . پ) اگر مقدار بیشینه اصطکاک ایستایی ۱۲ نیوتن باشد آیا قطعه درصورتی که نیروی افقی وارد بر آن ۱۱N باشد، حرکت خواهد کرد؟ بزرگی نیروی اصطکاک چقدر است؟ ت) اگر ۱۴ نیوتن باشد چطور؟

۲-در شکل مقابل، با نیروی F جسمی به جرم ۴۰۰ g روی دیوار ساکن نگه داشته شده است. حداقل نیروی F چقدر باشد تا جسم به پایین نلغزد؟ (ضریب اصطکاک ایستایی بین دیوار و جسم ۰,۱)



۳-مکعبی به جرم m با سرعت افقی ۵ متربرثانیه روی یک سطح افقی پرت می شود اگر ضریب اصطکاک جنبشی سطح تماس ۰,۲ باشد پس از طی مسافت ۴ متر روی سطح، سرعت آن به چند متر بر ثانیه خواهد رسید؟

۴-صندوقی به جرم ۵۰کیلوگرم روی سطح افقی قرار دارد. ابتدا صندوق را با نیروی ۲۵۰ نیوتون در راستای افقی هل میدهیم و صندوق ساکن میماند. در ادامه، نیروی افقی را به ۳۵۰ نیوتون می رسانیم. صندوق در آستانه ی حرکت قرار می گیرد. ضریب اصطکاک ایستایی چقدراست و نیروی اصطکاک در حالت اول چند نیوتون است؟

۵-مطابق شکل زیر، جسمی روی سطح افقی ساکن است. به جسم نیروی افقی F وارد می شود. ۵ ثانیه پس از وارد شدن نیروی F، مقدار این نیرو، ۳۰ نیوتن کاهش می یابد. حرکت جسم پس از آن چگونه است؟

الف)جسم همان لحظه می ایستد.

ب)جسم با سرعت ثابت به حرکت خود ادامه می دهد.

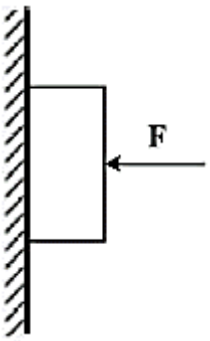
ج)حرکت جسم با شتاب ۱ متر برمربع ثانیه کند می شود

د)حرکت جسم با شتاب ۳ متر برمربع ثانیه کند می شود

۶- جسمی به جرم ۴ کیلوگرم روی سطح افقی با ضریب اصطکاک جنبشی ۰,۲۵ قرار دارد. جسم را با نیروی افقی ۴۰ نیوتون میکشیم و جسم در جهت نیرو حرکت میکند. این نیرو را حداکثر چند نیوتون میتوانیم کاهش دهیم بدون اینکه سرعت جسم کاهش یابد ؟

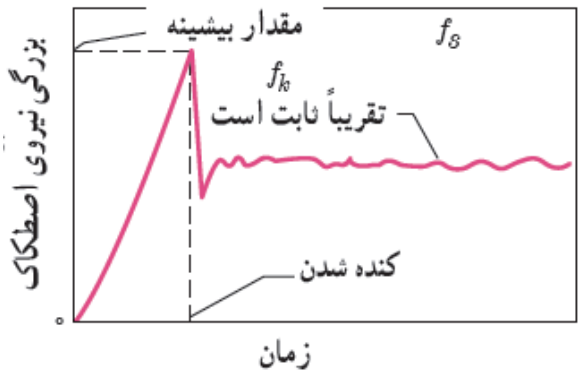
۷- صندوقی در کف کامیونی قرار دارد و کامیون با سرعت ۱۵متر بر ثانیه در یک مسیر مستقیم و افقی در حرکت است و ضریب اصطکاک ایستایی صندوق با کف کامیون ۰ / ۲۵ است. این کامیون پس از ترمز میایستد ، کوتاه ترین فاصله ای که می تواند طی کند و متوقف شود بدون اینکه صندوق بلغزد، چند متر است؟

۸- جسمی به جرم ۸ کیلوگرم روی سطح افقی با اعمال نیروی افقی ۶۰ نیوتن با سرعت ثابت حرکت میکند. نیرویی که سطح به جسم وارد میکند چند نیوتون است ؟



۹- مطابق شکل زیر، جسمی به وزن ۲۰نیوتن توسط نیروی $F = ۶۰N$ به حال سکون بر دیوار قائمی ثابت نگه داشته شده است. ضرایب اصطکاک ایستایی و جنبشی میان دیواره و جسم به ترتیب ۰ / ۶ و ۰ / ۳ است. در این حالت نیرویی به بزرگی ۱۰نیوتن موازی با دیواره رو به پایین به جسم وارد می شود. نیرویی که جسم به دیواره وارد می کند، چند نیوتن می شود؟)

۱۰- نمودار روبرو را تفسیر کنید:



نیروی کشسانی فنر

با تأثیر نیرو بر یک فنر آشنا هستید و می دانید که اگر یک سر فنری را به نقطه ای محکم کنیم و سر دیگر آن را بکشیم، طول فنر افزایش می یابد.. اگر نیروی وارد بر فنر را افزاپیش دهید افزایش طول فنر هم بیشتر می شود.

اگر فنر را به اندازه ی x بکشیم یا فشرده کنیم ، فنر نیرویی به طرف نقطه تعادل به دست ما وارد می کند. که برابر نیرویی است که ما به فنر وارد کرده ایم (قانون سوم نیوتن) تجربه نشان می دهد هر چه فنر را بیشتر بکشیم یا فشرده کنیم (در محدوده معینی از تغییر طول فنر) نیروی فنر نیز بیشتر می شود.

نیرویی که فنر به جسم متصل به آن وارد می کند را نیروی کشسانی فنر می نامیم برای بیشتر فنرها با تقریب قابل قبولی، اندازه نیروی کشسانی فنر با اندازه تغییر طول آن رابطه مستقیم دارد.

اما تغییر طول فنر های مختلف در برابر نیروی یکسان به یک اندازه نیست و میتوان گفت :

نسبت نیروی کشسانی فنر به تغییر طول آن فنر مقداری ثابت به نام ثابت فنر می باشد .

ثابت فنر از مشخصات فنر است و به اندازه، شکل و ساختار ماده ای که فنر از آن ساخته شده بستگی دارد