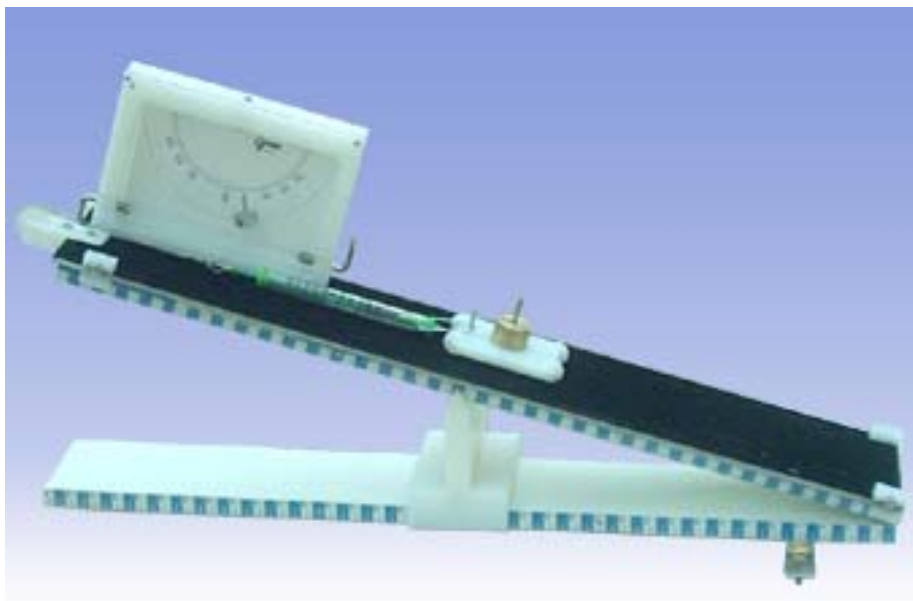


دستور کار آزمایش سطح شیبدار

هدف آزمایش: اندازه گیری ضریب اصطکاک جنبشی برای سطوح مختلف در حالت افقی و شیبدار
وسایل مورد نیاز: بدنه ی سطح شیبدار شامل: پایه های قابل تنظیم سطح ثابت و سطح شیبدار قابل تنظیم قرقره , پایه وزنه , وزنه های : 50 gr (۳ عدد) و 20 gr (۲ عدد) و 10 gr (۲ عدد) و 5 gr (۲ عدد) , کفه وزنه آلومینیومی بزرگ و قلاب با نخ ۷۵ سانتی ۱ عدد , نیروسنج 2.5N , راهنمای تنظیم زاویه سطح شیبدار , لغزنده ی سمباده ای , لغزنده ی ساده , لغزنده ی سندبلاستی , ارابه , شیب سنج سطح شیبدار , سطح اصطکاکی قابل نصب شامل ۲ نوع سطح, تکیه گاه متحرک



تئوری آزمایش

بنابراین نیوتن، دوام حرکت یکنواخت و مستقیم الخط مستلزم اعمال نیرو نیست ولی مشاهدات روزمره خلاف این مطالب را نشان می دهد. به عبارتی وقتی جسمی روی جسم دیگری تکیه داشته باشد و نسبت به آن حرکت کند یا بخواهد حرکت کند، نیروی مقاومی در سطح تماس دو جسم و در خلاف جهت حرکت یا میل به حرکت پدید می آید. به این نیرو، نیروی اصطکاک گویند.

تعریف اصطکاک

سطح جسم جامد حتی اگر بخوبی صیقل شده باشد، کاملاً صاف نبوده و دارای برجستگی ها و فرورفتگی ها و ترک ها و... سایر بی نظمی های میکروسکوپی می باشد. این سطوح اغلب از اکسیدها، لایه های چسبنده ای از گازها و مایعات و مواد خارجی پوشیده شده اند.

وقتی سطوح دو جسم تماس حاصل می کنند، درهم رفتن برآمدگی ها و فرورفتگی های میکروسکوپی و همچنین چسبندگی نسبی سطوح موجب نوعی درگیری بین دو سطح می شوند که اصطکاک نام دارد این درگیری مانع حرکت نسبی اجسام می شود. طبیعی است بین دو سطح بدون اصطکاک چنین درگیری وجود ندارد. بنابراین می توان گفت: اصطکاک نوعی کیفیت تماس یا در گیر شدن دو سطح است.

تعریف نیروی اصطکاک

درگیری بین دو سطح در اثر ازدیاد نیروی عمودی P_n که اجسام رابه یکدیگر می فشارد، زیاد می شود، نیروی عمودی ممکن است نیروی وزن و یا مؤلفه قائم آن (اگر جسم روی سطح شیبدار باشد) و یا هر نیروی دیگر عمود بر سطح تماس دو جسم باشد واضح است برای رفع درگیری بین دو جسم و در نتیجه حرکت نسبی یکنواخت یکی از دو جسم به نیروی کششی متناسب با P_n نیاز است. اعمال این نیرو به جسم باعث می شود تا جسم از حالت سکون شروع به حرکت نماید. طبیعی است پس از به حرکت در آمدن جسم، برای تداوم حرکت یکنواخت جسم، به نیروی کمتری نیاز داریم که نیروی اصطکاک جنبشی نام دارد.

تعریف ضریب اصطکاک

همانطور که می دانیم نیروی اصطکاک متناسب با نیروی عمودی P_n است ($f_s \propto P_n$) و در این حالت حدی ضریب تناسب را μ_s یا ضریب اصطکاک ایستایی می نامند.

$$f_s < \mu_s P_n \Rightarrow \mu_s < \frac{f_s}{P_n}$$

در هنگام حرکت جسم، ضریب اصطکاک را ضریب اصطکاک جنبشی (μ_k) و نیروی اصطکاک را، نیروی اصطکاک دینامیکی یا جنبشی (f_k) می نامیم و داریم:

$$\mu_k = \frac{f_k}{P_n}, f_k = \mu_k P_n$$

به تجربه ثابت شده است که همواره $\mu_s > \mu_k$ است.

توضیح: نوعی دیگر از اصطکاک غلتشی وجود دارد که به هنگام غلتیدن اجسام بر روی هم ظاهر می گردد که فعلاً مورد بحث ما نیست.

روش آزمایش

(۱) حالت افقی: در کناره میز بطوریکه قرقره سطح شیبدار از لبه میز خارج باشد دو سطح شیبدار را روی هم قرار داده و آنرا تراز می کنیم تا در هر دو راستای افق به حالت افقی درآید. ابتدا لغزنده ساده را برروی سطح افقی قرار داده و نخ متصل به آن را از روی قرقره عبور داده و به انتهای آزاد آن کفه را بیابویزید. ممکن است وزن کفه بیش از نیروی لازم برای به حرکت یکنواخت درآوردن لغزنده ساده باشد، لذا برروی آن آنقدر وزنه بگذارید تا لغزنده ساده با مختصرضربه انگشت که به سطح افق می زنید شروع به حرکت یکنواخت نماید. دراین حالت اگر از اصطکاک قرقره و نخ صرفنظر کنیم، نیروی کشش همان نیروی اصطکاک است که برابر با وزن کفه می باشد، و نیروی عمودی P_n نیز، برابر با وزن لغزنده چوبی و وزنه های روی آن است.

(۱) برروی لغزنده ساده وزنه های مختلف قرار دهید و داخل کفه آنقدر وزنه بگذارید تا مانند حالت قبل با مختصر ضربه انگشت حرکت یکنواخت برقرار شود. آزمایش را حداقل برای سه مقدار تکرار نموده جدول (۱) را تکمیل نمایید.

شماره آزمایش	وزن کفه و وزنه ها f_k	وزن لغزنده و وزنه ها P_n	ضریب اصطکاک μ_k	$\frac{\Delta\mu_k}{\mu_k}$
۱				
۲				
۳				

جدول (۱)

(۲) آزمایش را برای لغزنده های متفاوت تکرار کنید و نتایج بدست آمده را در جدولی مانند جدول (۱) درج نمایید. از انجام این دو آزمایش چه نتایج مهمی حاصل می شود؟

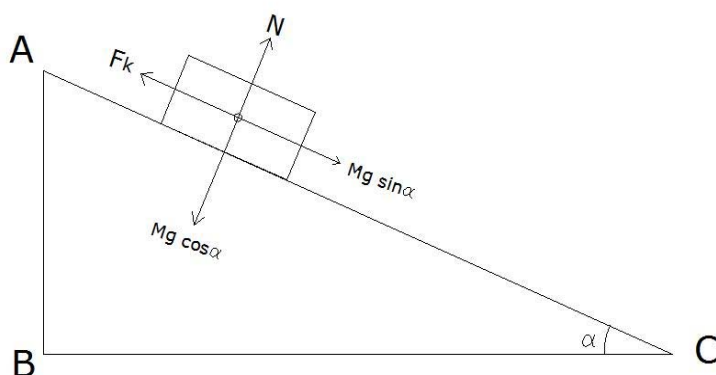
مقادیر f_k و P_n را روی محور عمودی و افقی برده و نمودار $P_n \mu_k = f_k$ را رسم نمایید، آیا این خط از مبدأ مختصات می گذرد؟ با تعیین ضریب زاویه نمودار ضریب اصطکاک جنبشی بین دو سطح را از طریق ترسیم بدست آورید با استفاده از رابطه $\mu_k = \frac{f_k}{P_n}$ مقدار $\frac{\Delta\mu_k}{\mu_k}$ را با روش دیفرانسیل لگاریتمی محاسبه نموده آن را در جدول (۱) درج نمایید.

(۲) حالت شیبدار: تکیه گاه را بین سطوح شیبدار در منتهالیه دو سطح (در فاصله 70cm) قرار داده و با حرکت دادن آن به سمت مفصل، شیب را زیاد می کنیم. و همزمان با انگشت ضربات آهسته ای برروی سطح می زنیم تا لغزنده با سرعت یکنواخت و آهسته به سمت پایین سطح شیبدار شروع به حرکت نماید در اینجا به وسیله پیچ تکیه گاه آن را ثابت می کنیم. می دانیم نیروی وزن به دو مؤلفه تجزیه می گردد، $mg \cos \alpha$ که عمود بر سطح تماس و $mg \sin \alpha$ که در امتداد سطح تماس دو جسم است، چون $mg \sin \alpha$ باعث حرکت یکنواخت جسم شده است بنابراین برابر با f_k ، نیروی اصطکاک است.

آیا ضریب اصطکاک به α بستگی دارد؟ به وزن جسم چطور؟

$$\mu_k = \frac{f_k}{p_n} = \frac{mg \sin \alpha}{mg \cos \alpha} = \tan \alpha \quad \tan \alpha = \frac{AB}{BC}$$

μ_k در این حالت را با μ_k در حالت افقی مقایسه کنید و نظراتان را بنویسید. اگر در این حالت روی لغزنده وزنه سنگینی قرار دهیم آیا باز هم با سرعت یکنواخت پایین می آید؟ این حالت را آزمایش کنید و مشاهداتتان را بنویسید. آزمایش را با لغزنده های متفاوت تکرار کنید و μ_k را برای هر مورد بدست آورید، آیا اصطکاک به جنس لغزنده بستگی دارد.



۳) در این قسمت از آزمایش سطح شیبدار را در یک شیب دلخواه θ قرار دهید و به کمک نخ (که موازی با سطح شیبدار تنظیم می شود) کفه ای را از قرقره آویزان کنید و وزنه هایی روی آن قرار دهید تا بطور یکنواخت شروع به بالا رفتن کند در این حالت برای ضریب اصطکاک بین لغزنده و سطح شیبدار داریم (چرا؟)

$$\mu_k = \frac{Mg - mg \sin \theta}{mg \cos \theta}$$

که در این رابطه M جرم کفه و وزنه های آویزان است. با استفاده از این رابطه ضریب اصطکاک جنبشی را به ازای وزنه های متفاوت و برای لغزنده های متفاوت اندازه گیری کنید. جدولی مانند جدول (۱) ترتیب داده، مقادیر مختلف را در آن ذکر کنید. برای تحقیق مقدار $mg \sin \theta$ یک نیرو سنج مابین قرقره و سطح لغزنده قرار می دهیم. می دانیم $mg \sin \theta$ باعث حرکت لغزنده می شود با استفاده از نیرو سنج این مقدار را مشاهده کرده و با مقداری که از محاسبه $mg \sin \theta$ بدست آمده مقایسه کنید.

۴) در این مرحله مطابق قسمت قبل یک شیب دلخواه θ را انتخاب کنید و جرم لغزنده و کفه را طوری تنظیم کنید تا لغزنده با شتاب ثابت به طرف بالا حرکت کند. با استفاده از کرنومتر و در نظر گرفتن طول معینی از سطح شیبدار، شتاب حرکت لغزنده را اندازه گیری کنید. در این حالت برای ضریب اصطکاک جنبشی بین لغزنده و سطح شیبدار داریم (چرا؟)

$$\mu_k = \frac{Mg - mg \sin \theta - (M + m)a}{mg \cos \theta}$$

با استفاده از این رابطه ضریب اصطکاک را به ازای وزنه های متفاوت و برای لغزنده های متفاوت اندازه گیری کنید و با مقادیر قسمت قبل مقایسه کنید.