

تبادل اجسام ، ماشین های ساده

اهداف آزمایش

۱- بررسی تبادل ایستای یک جسم

۲- بررسی اهرم ها و ترکیب قرقره ها

وسایل مورد نیاز

صفحه فلزی ، قرقره های مغناطیسی ، نخ مخصوص ، نیروسنج های مغناطیسی ، خط کش مدرج ، خط کش تعادل ، وزنه های قلاب دار مختلف .

تئوری آزمایش

بر طبق قانون اول نیوتن اگر بر جسمی چندین نیرو طوری اثر کنند که جسم باز هم ساکن بماند ، برآیند نیروهای وارد بر جسم صفر خواهد بود و لذا اگر نمودار جسم آزاد را در یک دستگاه مختصات اینرسی رسم کنید ، مؤلفه های برآیند نیروها نیز روی هر کدام از محورها صفر خواهند شد .

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots = \sum \vec{F} = 0 \Rightarrow \begin{cases} F_x = 0 \\ F_y = 0 \\ F_z = 0 \end{cases}$$

عامل گشتن یک جسم تحت تأثیر یک نیرو بدور یک محور را گشتاور یا گشتاور نیرو حول آن محور می نامند ، گشتاور یک کمیت برداری است و بصورت زیر نشان داده می شود . فرض کنید جسمی در نقطه M

تحت نیروی \vec{F} قرار گرفته و موضع آن نسبت

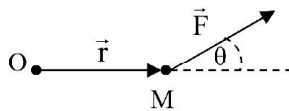
به محوری که از نقطه مبدأ O می گذرد با بردار

$\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}$ مشخص شده ، گشتاور آن برابر است با

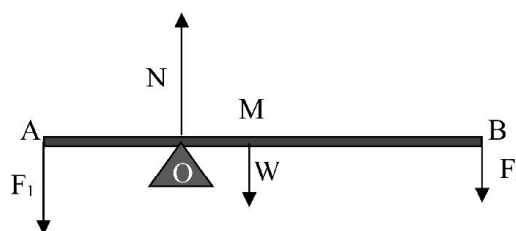
$$1- \text{اندازه گشتاور} : \tau = rF \sin \theta$$

۲- راستای گشتاور عمود بر صفحه تشکیل دهنده \vec{r} و \vec{F}

۳- جهت بردار گشتاور طبق قاعده دست راست



بنابراین جهت گشتاور عمود بر صفحه کاغذ و بطرف خارج صفحه کاغذ خواهد بود.
 بنابراین اگر گشتاور وارد بر جسم آنرا در جهت دایره مثلثاتی دوران دهد مقدار گشتاور را مثبت و اگر در خلاف جهت دایره مثلثاتی دوران دهد مقدار منفی خواهد بود.
 بنابراین اگر بر آیند نیروها و گشتاورهای وارد بر یک جسم صفر باشد آن جسم در حالت تعادل است .
 بعنوان مثال ، اگر خط کش AB در شکل زیر در حالت تعادل ایستایی (نه حرکت دورانی، نه حرکت انتقالی) باشد خواهیم داشت :



$$F_1 + F_2 + W = N \quad , \quad F_1 \cdot OA = F_2 \cdot OB + W \cdot OM$$

در روابط بالا ، N عکس العمل تکیه گاه O و W وزن خط کش است بدیهی است که گشتاور N نسبت به تکیه گاه صفر است .

ماشین های ساده : دستگاهها و وسایلی هستند که انجام کار را آسان تر می کنند اگر اصطکاک آنها صفر باشد آنها را ماشین های کامل یا ایده آل می نامند ، وسائل ، دستگاهها و ماشین هائی نظیر انواع اهرم ، انواع قرقره ، چرخ چاه و سطح شیب دار از مهمترین ماشین های ساده ای هستند که در زندگی روزمره ما بطور ساده و یا ترکیبی از آنها جهت انجام کارها مورد استفاده قرار می گیرند .

در این نوع ماشین ها نیرویی که هدف غلبه بر آن است نیروی مقاوم (R) و نیرویی که شخص اعمال می کند نیروی محرک یا کارگر (E) نامیده می شوند ، در عمل در این گونه ماشین ها که ماشین های واقعی نامیده می شوند اگر در آنها اصطکاک ناچیز باشد می توان مانند ماشین های کامل کار نیروی مقاوم و کارنیروی محرک را با هم برابر قرارداد و از آنجا نسبت نیروی مقاوم به نیروی محرک (مزیت مکانیکی) را می توان بدست آورد .

در قسمتی از این آزمایش با قرقره های ساده و مرکب که یکی از انواع ماشین های ساده هستند آشنا شده و صرفنظر از اصطکاک آنها در هر مرحله آزمایش کار نیروی مقاوم و کار نیروی محرک را برابر می گیریم .
اما مختصری در مورد ساختمان و انواع قرقره :قرقره ، چرخ شیار داری است که آنها را از جنس های مختلفی نظیر چوب کائوچو و فلز می سازند و می تواند حول محوری که از مرکز آن میگذارد و بر سطح آن عمود است بچرخد و هنگام استفاده از قرقره ، نخ یا طنابی را از درون شیار که روی محیط ایجاد شده می گذرانند و بستگی به نوع کار و نحوه استفاده از آن، طرفین نخ می تواند به نیروی مقاوم، نیروی محرک ، تکیه گاه و یا اجسام دیگری متصل گردد .

انواع قرقره :

۱- قرقره ساده ثابت ، قرقره ای است که فقط دارای حرکت دورانی است حول محور خود و حرکت انتقالی ندارد .

۲- قرقره ساده متحرک - که علاوه بر حرکت دورانی حول خود دارای حرکت انتقالی نیز می باشد .

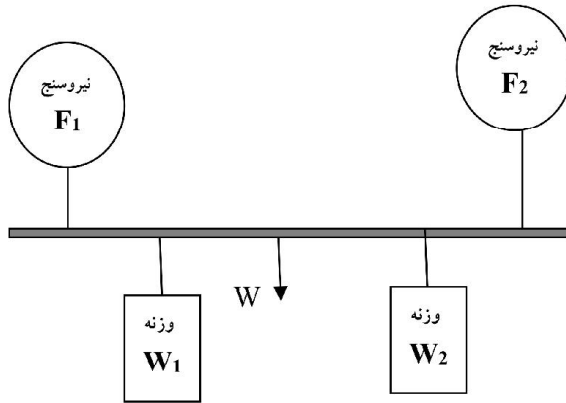
۳- قرقره های مرکب هم محور و مختلف المحور : که بستگی به طرز استفاده از آنها از یک سری قرقره های ثابت و متحرک تشکیل می شوند .

روش انجام آزمایش

الف) تعادل

خط کش مدرج را مطابق شکل روی تابلو نصب نمائید و وزنه هایی را از نقاط دلخواه به آن آویزان نمایید و در این حالت شرایط تعادل را تحقیق کنید. (سعی نمائید خط کش در حالت افقی بوده ونخ نیروسنج ها عمود بر خط کش باشد)

در شکل زیر وزن خط کش W و W_1 و W_2 وزنه هایی که به خط کش آویزان شده ،
و F_1 , F_2 نیروهایی هستند که نیروسنج ها نشان می دهند.



نتایج بدست آمده را در جدولی مانند جدول زیر نوشته و نتیجه گیری کنید .

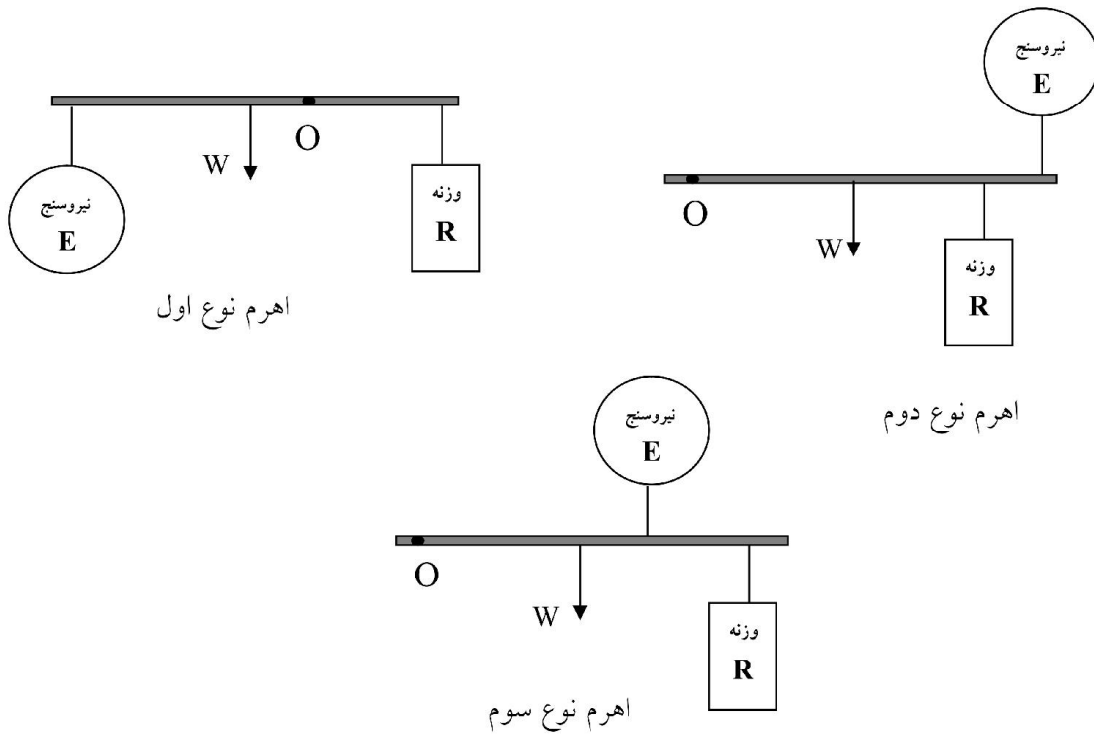
W	W_1	W_2	F_1	F_2	L_w	L_{w1}	L_{w2}	L_{f1}	L_{f2}	τ_w	τ_{w1}	τ_{w2}	τ_{f1}	τ_{f2}	ΣF	$\Sigma \tau$

در جدول بالا L_w , L_{w1} , ... فاصله نیروها تا تکیه گاه و τ_w , τ_{w1} ... گشتاور نیروها و ΣF , $\Sigma \tau$ برآیند نیروها و گشتاورها هستند .

توجه : هر نقطه ای روی خط کش را می توان بعنوان مبدأ (نقطه ای که محور دوران از آن عبور می کند) انتخاب نموده و گشتاورها را نسبت به آن بدست بیاوریم .

ب) اهرم ها

با خط کش مدرج مطابق شکل اهرم های نوع اول ، دوم ، سوم را بسازید و قانون اهرمها را تحقیق کنید و نشان دهید که در حالت تعادل برآیند نیروها و گشتاورها صفر است . و آزمایش نتیجه گیری نمایید.

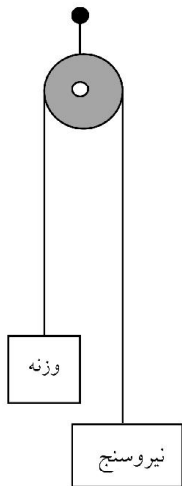


در هر یک از شکل‌های بالا R نیروی مقاوم E نیروی محرک و O تکیه گاه است. بدیهی است که در هر حالت گشتاور وزن خط کش نیز باید در نظر گرفته شود. نتایج بدست آمده را در جدول زیر بنویسید. و نتیجه گیری نمایید.

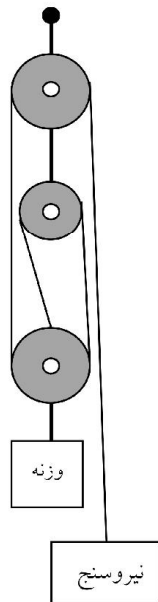
نوع اهرم	W	R	E	L_W	L_R	L_E	τ_W	τ_R	τ_E
اول									
دوم									
سوم									

ج) قرقره ها

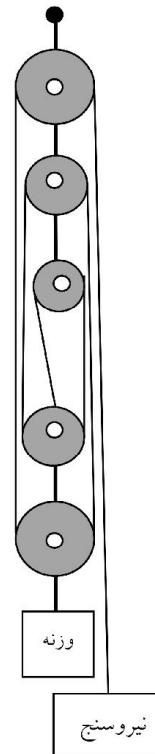
قرقره های مرکبی مانند شکلهای زیر تشکیل داده و مزیت مکانیکی آنها را با استفاده از مقادیر نیروی محرک و نیروی مقاوم و همچنین با استفاده از جایجایی نیروی مقاوم و جایجایی نیروی محرک بدست آورید.



(a)



(b)



(c)

در هر یک از شکلهای فوق وزن وزنه، R نیروی مقاوم و عدد نیروسنج، E نیروی محرک است. بدیهی است که وزن قرقره های متحرک باید در نیروی مقاوم در نظر گرفته شود. نتایج بدست آمده را در جدولی مانند جدول زیر نوشته و نتیجه گیری نمائید.

نوع قرقره ها	R	E	L_R	L_E	R/E	L_E/L_R
a						
b						
c						

سؤالات:

- ۱- برای هر یک از انواع اهرم ها مثالی ذکر کنید؟
- ۲- یک جسم گسترده (دارای بُعد) به چند صورت ممکن است بحالت تعادل قرار گیرد؟ برای هر کدام از آنها مثالی بزنید؟
- ۳- آیا می توان باتوجه به شکل، مزیت مکانیکی (بدون انجام آزمایش) ترکیب قرقره های a , b , c را بدست آورد، توضیح دهید؟
- ۴- چنانچه در شکل زیر (روش و تستون) قرقره مرکب (سه قرقره هم محور) بدون جرم در نظر گرفته شود و وزنه R به آن آویخته شود الف: در اینصورت چه نیروی به نقطه A منتقل می شود؟
ب: اگر وزنه R به اندازه L تغییر مکان داده شود نقطه A چه مقدار انتقال می یابد؟

