

Kankor Widget

ابزار کانکور

جدیدترین تکنالوژی آموزشی در سطح کشور

شرایط عمومی تعادل





فهرست مطالب

- 1 شرایط عمومی تعادل
- 2 شرط اول تعادل
- 4 شرط دوم
- 6 تمرین
- 7 منابع
- 8 مأخذ

شرایط عمومی تعادل

اهدا کننده: ابزار کانکور

منبع: کتابخانه درخت دانش

جواز/دارنده حق چاپ: دامنه عمومی / CC.0

شرایط عمومی تعادل

هر گاه چندین قوه بر نقاط مختلف یک جسم عمل کند و جسم در حالت تعادل قرار داشته باشد، این معنی را می‌دهد که محصله تمام قوه‌های موثر بر جسم مساوی به صفر می‌باشد. برعکس، اگر این شرط تحقق نیابد قوه محصله باعث تولید تعجیل یا شتاب در جسم گردیده و این تعجیل، جسم را در یک حرکت انتقالی قرار می‌دهد. جسمی که در حالت تعادل قرار دارد، نباید دوران داشته باشد و برای تحقق این مطلب لازمی است که مجموع مومنت‌های دوران به حول یک نقطه کیفی دوران، نیز مساوی به صفر شوند و اگر این شرط تحقق نیابد، مومنت محصله، جسم را به یک حرکت دورانی وادار می‌کند. هر دو شرط فوق را به حیث شرایط عمومی تعادل قبول کرده‌اند.

پس در صورتی که چند قوه در نقاط مختلف و کیفی یک جسم عمل کنند، این جسم وقتی در حالت تعادل قرار می‌گیرد که دو شرط ذیل در آن تحقق یابد:

شرط اول

محصله قوه‌های عامل بر آن باید مساوی به صفر باشد.

شرط دوم

مجموعه تمام مومنت‌های دوران، به حول یک نقطه کیفی دوران در جسم باید مساوی به صفر باشد.

در بسیاری از مسایل و حالاتی که پیش می‌آید، قوه‌ها در یک مستوی قرار می‌داشته باشد، در غیر آن مسئله را می‌توان به اجزای متعددی طوری تجزیه کرد که همه قوه موجوده، در یک مستوی واقع شوند. برای این که شرایط تعادل را توسط فورمول‌های ریاضی بیان کرده بتوانیم، در همان مستوی که قوه‌ها قرار دارند یک سیستم کمیات وضعیه را برقرار می‌سازیم و قوه‌های وارده را به F_1, F_2 علامه‌گذاری می‌کنیم و هم چنان مرکبه‌های قوه‌ها را به F_{1x} و F_{2x} همچنان به F_{1y} و F_{2y} نشان داده و بازوهای قوه نظر به یک نقطه دوران کیفی را با L_1 و L_2 علامه‌گذاری می‌نماییم. در نتیجه آن، معادلات ذیل به دست می‌آیند:

(۱) مجموع قوه‌هایی که افقی عمل می‌کنند، مساوی به صفر می‌گردد، یعنی:

$$F_{1x} + F_{2x} + F_{3x} + \dots + F_{nx} = 0 \Rightarrow \sum F_x = 0 \quad \dots\dots(1)$$

(۲) مجموع قوه‌هایی که عمودی عمل می‌کنند، مساوی به صفر می‌گردد، یعنی:

$$F_{1y} + F_{2y} + F_{3y} + \dots + F_{ny} = 0 \Rightarrow \sum F_y = 0 \quad \dots\dots(2)$$

۳) مجموعه مومنت‌های دوران مساوی به صفر می‌گردد.

$$F_1 \cdot l_1 + F_2 \cdot l_2 + F_3 \cdot l_3 + \dots + F_n \cdot l_n = 0 \Rightarrow \sum M = 0 \quad \dots\dots(3)$$

با در نظر داشت آن چه که در باره شرایط تعادل گفتیم، اینک ابتدا شرط اول تعادل را دوباره مرور نموده، مسایل و تمرینات را در باره آن حل می‌کنیم:

شرط اول تعادل

هر جسمی که در حالت تعادل است، قوه محصله (جمع وکتوری همه قوه‌ها بر جسم) باید مساوی به صفر باشد، یعنی:

$$\sum F = 0 \quad \text{یا} \quad \vec{R} = 0$$

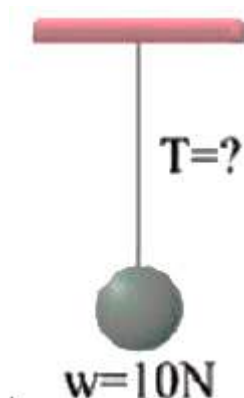
و اگر به تعداد $\sum F = 0$ قوه بر جسم عمل کند، داریم که:

$$F_1 + F_2 + F_3 + \dots + F_n = 0 \quad \dots\dots(4)$$

$$F_{1x} + F_{2x} + F_{3x} + \dots + F_{nx} = 0 \quad \dots\dots(5)$$

$$F_{1y} + F_{2y} + F_{3y} + \dots + F_{ny} = 0 \quad \dots\dots(6)$$

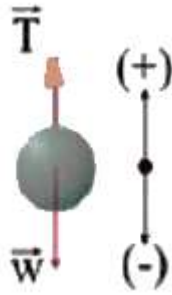
مثال) یک گروپ برق به وزن 10N توسط یک سیم به سقف خانه اویزان شده و در حالت سکون قرار دارد. قوه کشش سیم (T) را محاسبه کنید.



حل: برای حل این مثال اول باید دیاگرام آزاد آن را رسم کنیم:

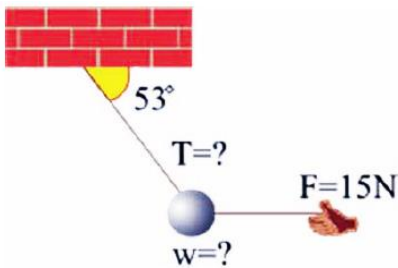
$$\sum F_y = 0$$

$$T - W = 0 \Rightarrow T = W \Rightarrow T = 10N$$

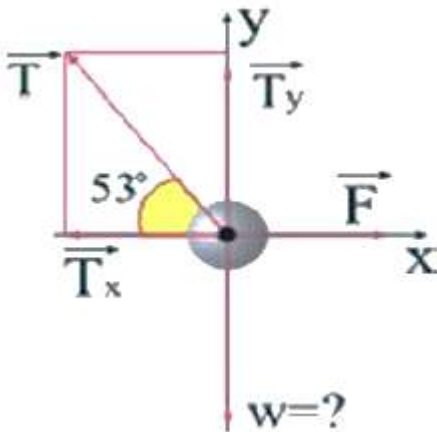


چون جسم در حالت سکون قرار دارد، پس باید آن قوه‌های که به شکل عمودی عمل می‌کند، مجموعه آن مساوی به صفر باشد:

مثال ۲) جسمی که توسط یک تار آویزان شده است، توسط قوه 15N که به طور افقی عمل نموده و مطابق شکل جسم را در تعادل نگهداشته است، کشیده می‌شود قوه کشش را که بر تار عمل می‌کند محاسبه نموده و هم وزن جسم را بدست آورید، در حالیکه $\sin 53^\circ = 0.8$ و $\cos 53^\circ = 0.6$ باشند.



حل: برای حل این سوال از شرط اول تعادل استفاده می‌کنیم. اول یک دیاگرام آزاد را رسم می‌کنیم:



$$\sum F_x = 0$$

$$F - T_x = 0 \Rightarrow T_x = F$$

$$T \cdot \cos 53^\circ = 15N \Rightarrow T * 0.6 = 15N / \div (0.6)$$

$$\Rightarrow T = 25N$$

$$\sum F_y = 0$$

$$T_y - W = 0 \Rightarrow T = W$$

$$T \cdot \sin 53^\circ = W \Rightarrow 25N * 0.8 = W$$

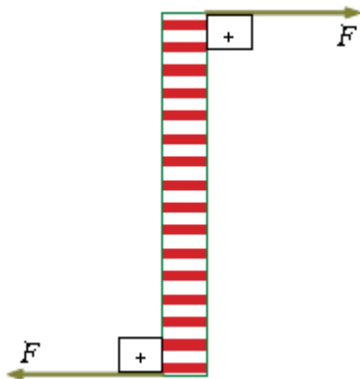
$$\Rightarrow W = 20N$$

شرط دوم

یک جسم با آنکه شرط اول تعادل را پوره کرده است، با آن هم می‌تواند در حالت تعادل قرار نداشته باشد. به شکل ذیل نظر کنید قوه محصله بر جسم مساوی به صفر است، ولی جسم به حالت سکون باقی مانده نمی‌تواند. از اینجا می‌توان گفت: برای جسمی که در حالت تعادل قرار داشته باشند، شرط دیگری هم ضرورت است.

پس شرط دوم برای این که جسم در حالت تعادل قرار بگیرد، باید محصله مومنت که بالای جسم تاثیر می‌کند، مساوی به

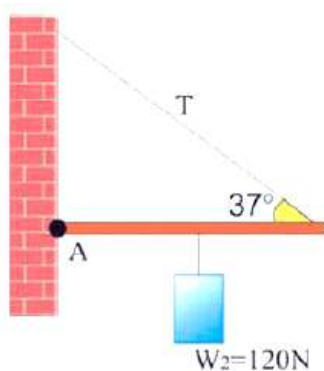
$$\sum M = 0 \text{ یعنی: صفر شود}$$



اگر بالای تعداد (n) قوه بالای جسم مومنت تولید کند، داریم که:

$$M_1 + M_2 + M_3 + \dots + M_n = 0$$

اگر $\sum F = 0$ شود پس $\sum M \neq 0$ می‌باشد درین جا جسم در حالت تعادل انتقالی است در این حالت جسم تعجیل نمی‌گیرد، بلکه به دوران شروع می‌کند. اگر $\sum F \neq 0$ شود پس $\sum M = 0$ می‌باشد. جسم در حالت تعادل دورانی است، یعنی این که جسم به دوران شروع نمی‌کند ولی تعجیل دارد.



مثال ۳) یک انجام یک دستک چوبی بسیار سبک که فرض می‌کنیم دارای وزن نیست، در نقطه A و انجام دیگر آن به وسیله یک ریسمان به دیواری وصل گردیده است. یک جسم به وزن 120N مطابق شکل از نقطه وسطی دستک آویزان شده است.

(1) قوه کشش T را در ریسمان دریافت کنید.

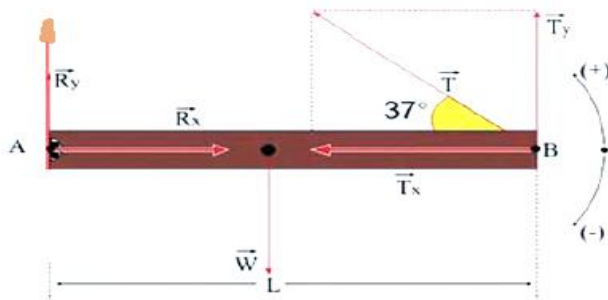
(2) قوه عکس العمل R که دیوار بر دستک در نقطه A عمل می‌کند چند است؟

در صورت که $\sin 37^\circ = \cos 53^\circ = 0.6$ و $\sin 53^\circ = \cos 37^\circ = 0.8$ باشند.

حل:

ما می‌دانیم که دیوار بالای چوب قوه وارد می‌کند و این قوه دو مرکبه R_x و R_y دارند و قوه کشش تار هم دو مرکبه دارد که در دیاگرام آزاد نشان داده است:

(۱) برای دریافت قوه کشش تار از شرط دوم تعادل استفاده می‌کنیم:



$$\sum M_A = 0$$

$$T_y \cdot L - w \cdot \frac{L}{2} = 0$$

$$T \cdot \sin 37^\circ \cdot L - 120 \cdot \frac{L}{2} = 0 \quad / \div (L)$$

$$T \cdot 0.6 - 60 = 0 \Rightarrow 0.6T = 60$$

$$\Rightarrow T = 100N$$

(۲) برای دریافت قوه عکس‌العمل از شرط اول تعادل استفاده می‌کنیم:

$$\sum F_x = 0 \Rightarrow R_x - T_x = 0 \Rightarrow R_x - 100 \cdot \cos 37^\circ = 0$$

$$\Rightarrow R_x = 80N$$

$$\sum F_y = 0$$

$$R_y + T_y - w = 0 \Rightarrow R_y + 100 \cdot \sin 37^\circ - 120 = 0$$

$$R_y + 100 \cdot 0.6 - 120 = 0 \Rightarrow R_y = 60N$$

$$R^2 = R_x^2 + R_y^2 \Rightarrow R^2 = 80^2 + 60^2$$

$$R^2 = 6400 + 3600 = 10000$$

$$R = 100N$$

مثال ۴) یک بکس را که فرض می‌شود بدون وزن است و به حول نقطه O آزادانه دوران می‌کند، در نظر بگیرید. اگر

$F_1 = 10N$ بوده و هر ضلع مربع 1 متر باشد، مقدار F_2 قوه که صندوق را به تعادل می‌آورد محاسبه کنید.

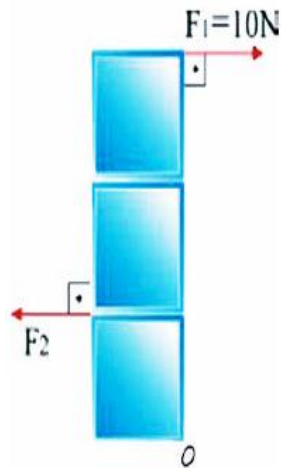
حل: برای حالت تعادل نوشته می‌توانیم که:

$$\sum M = 0$$

$$F_2 \cdot d_2 - F_1 \cdot d_1 = 0$$

$$F_2 \cdot 1m - 10N \cdot 3m = 0$$

$$F_2 = 30N$$



تمرین

(۱) اگر در یک جسم محصله قوه‌ها مساوی به صفر نباشد، پس باعث چی می‌شود؟

(۱) تعجیل (۲) شتاب (۳) سکون (۴) ۱ و ۲

(۲) برای تعادل چند شرط وجود دارد؟

(۱) دو شرط (۲) سه شرط (۳) چهار شرط (۴) یک شرط

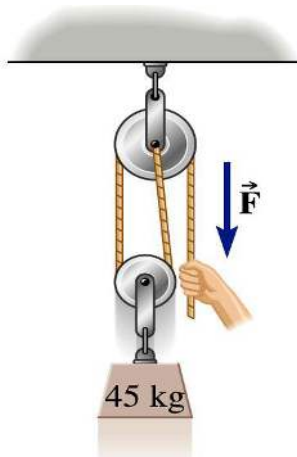
(۳) در تعادل (محصله قوه‌های عمل کننده مساوی به صفر است) کدام شرط نشان می‌دهد؟

(۱) شرط اول (۲) شرط دوم (۳) شرط سوم (۴) هیچکدام

(۴) یک جسم وقتی در تعادل است که؟

(۱) $\sum M = \sum F$ (۲) $\sum M = 0$ (۳) $\sum F = 0$ (۴) ۲ و ۳

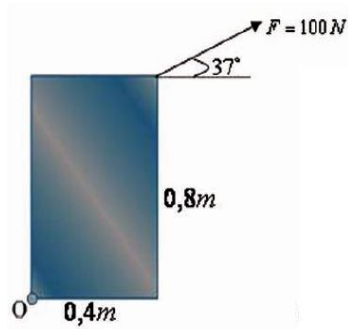
۵) مثل که در شکل می بینید، جسم در حالت تعادل قرار دارد. قوه دست عبارت است از:



۴۴۰ N (۱) ۶۶۰ N (۲)

۲۲۰ N (۳) ۶۶۸ N (۴)

۶) در شکل مقابل، مومنت که در حول نقطه O به وجود می آید، محاسبه کنید؟



($\cos 37^\circ = 0.8$, $\sin 37^\circ = 0.6$)

۵۰ N · m (۱) ۴۰ N · m (۲)

۶۰ N · m (۳) ۸۰ N · m (۴)

منابع

۱) فصل اول، صنف یازدهم.

۲) courses.physics.illinois.edu/phys101/

۳) Engineering Mechanics, static, 12th edition, R.C.Hibbeler

مأخذ:

این ممد درسی با همکاری کتابخانه درخت دانش به شما اهداء گردیده است.

www.ddl.af



Darakht-e Danesh Information



@AfghanOERs

