شرح جامع

جامدات (استاتیک و مقاومت مصالح)

«مهندسی مکانیک»

مولف: محمدرضا دشتی

انتشارات ارشد

پیشگفتار ناشر

خداوند بزرگ را شاکریم که فرصتی عنایت فرمود تا بتوانیم قدمی در جهت گسترش علم و فرهنگ کشور عزیزمان برداریم و مسیری هموار را در اختیار مخاطبان و داوطلبان علاقمند به ادامه تحصیل قرار دهیم. از آنجائی که درحوزه کتاب‌های درسی و کمک درسی کارشناسی ارشد کتاب‌های زیادی به رشته تحریر در آمده است با این حال وجود یک مجموعه جامع، دقیق، کامل و دارای رفرنس(منابع) مستند احساس می‌شود.

همیشه دغدغه داشتیم که ای کاش می‌شد تمامی منابع پراکنده و گاهاً دست نایافتنی کنکور در یک مجموعه به گونه‌ای جذاب و شیوا آماده می‌شد و همچنین سوالات دوره‌های قبل کنکور نیز به گونه‌ای تشریحی پاسخ داده می شدند، که خدشه‌ای بر آنها وارد نشود و خیال داوطلبان عزیز آنقدر آسوده باشد که اطلاعات مندرج در پاسخنامه‌ها را برای بهره‌گیری در آزمون خود بکار گیرند. این کار با یاری خداوند بزرگ و همکاری نخبه‌ترین دانشجویان و اساتید کشور در انتشارات ارشد هماهنگ گردید و در تمامی مقاطع تحصیلی از کاردانی به کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکتری در حوزهٔ آزمون‌های سراسری – آزاد و پیام نور بسته‌های آموزشی شامل کتاب‌های بانک سوالات و کتاب‌های شرح جامع درس آماده گردید. در تهیه مجموعه‌های فوق‌الذکر از فارغ‌التحصیلان کارشناسی ارشد و دکتری که حائز رتبه‌های تک رقمی کنکور می‌باشند، استفاده کرده‌ایم، تا شما عزیزان بتوانید در راستای افزایش توان علمی خود در جهت نیل به مقصود خویش نایل آیید. بدون تردید می‌توان گفت که برای اولین بار در نظام آموزشی کشور مجموعه‌ای به این سبک عرضه می‌شود که در کیفیت و کمیت بی‌نظیر بوده و تمامی نیازهای دانشجویان و داوطلبان عزیز را پوشش می‌دهد. امید است که استفاده از این مجموعه عزیزان را در جهت موفقیت در آزمون یاری رسانده باشد. در پایان لازم به ذکر است که بی نقصی محض از آن خداوند متعال می‌باشد، بنا براین از تمامی خوانندگان و داوطلبان عزیز خواهشمندیم نظرات سازنده خود را در مورد این کتاب به سایت انتشارات ارشد اعلام نمایند تا ما را در جهت هر چه بهتر آماده کردن این محصولات یاری رسانند.

با تشکر

ناشـــــر

www.arshadbook. ir

تقدیم به:

پدر و مادر عزیزم

پیشگفتار مؤلف

با توجه به شرایط کنونی ادامه تحصیل در کشور و رقابتی بودن ورود داوطلبان به مقاطع مختلف تحصیلات عالی از جمله مقطع کارشناسی ارشد، یکی از عوامل موثر در موفقیت داوطلبان در کسب نتیجه مطلوب در آزمون‌های ورودی، در اختیار داشتن منابع مفید و جامع است. با در نظر گرفتن این موضوع برآن شدیم تا مطالب کاربردی و مفید مربوط به دروس استاتیک و مقاومت مصالح را در قالب یک کتاب جامع به گونه‌ای تهیه کنیم که کاملا پاسخگوی نیاز و دغدغه داوطلبان عزیز باشد.

کتاب حاضر شامل ۲ بخش بوده و دربرگیرنده شرح جامع دروس استاتیک و مقاومت مصالح که به تفکیک فصول به همراه پرسش‌های چهار گزینه ای مربوط به هر فصل که در انتهای هر فصل آورده شده، می‌باشد.کوشش شده تا نکات کلیدی و مورد نیاز هر فصل در لابلای شرح درس گنجانده شود. همچنین برای درک بیشتر مطالب از مثال و پرسش‌های چهار گزینه‌ای متناسب با روند مطالب استفاده شده است. امید است کتاب حاضر کمکی هر چند ناچیز برای داوطلبان در جهت کسب نتیجه مطلوب باشد.

در اینجا لازم می‌دانم از کمک‌ها و راهنمایی‌های دوست گرامی جناب آقای مهندس جعفر مهدوی‌نیا که اینجانب را در تدوین این نوشتار یاری نمودند تشکر ویژه داشته باشم.

در نهایت از مخاطبان عزیزی که با پیشنهادات سازنده خود اینجانب را در رفع اشکالات و نواقص احتمالی این کتاب و بهبود کیفیت آن برای چاپ‌های بعدی یاری می‌کنند کمال تشکر را دارم.

با سپاس

محمد رضا دشتی

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

پیشگفتار ناشر ۳
پیشگفتار مولف ۴

بخش اول: استاتیک

فصل اول: مجموعهٔ نیروها

نیرو و خواص آن ۱۳

فصل دوم: تعادل

تعادل اجسام صلب و ترسیمه آزاد ۱۹
دستگاه های معین و نا معین ۲۳
خلاصه فصل ۲۴

فصل سوم: سازه ها

خرپا ۴۳
روش های تحلیل خرپا ۴۳
قاب ها و ماشین ها ۴۶
خلاصه فصل ۴۷

فصل چهارم: نیروهای گسترده

مرکز اثر نیروهای گسترده ۵۵
سطح حاصل از دوران ۵۶
تیرها ۵۶
کابل های انعطاف پذیر ۵۷
استاتیک سیالات ۵۸
نیروی وارد از طرف سیال بر سطوح خمیده ۵۹
خلاصهٔ فصل ۶۰

عنوان **صفحه**

فصل پنجم: اصطکاک

نیروی اصطکاک ۶۹
گوه ها ۶۹
پیچ های انتقال قدرت ۷۰
تسمه ها و کابل های انعطاف پذیر ۷۱
خلاصهٔ فصل ۷۲

فصل ششم: کار مجازی

اصل کار مجازی ۸۱
انرژی پتانسیل ۸۲
خلاصهٔ فصل ۸۴

بخش دوم: مقاومت مصالح

فصل اول: تعاریف و مفاهیم تنش

مفهوم تنش ۹۳
تنش در صفحات مایل ۹۷
تمرکز تنش ۹۸
تنش نهایی، تنش مجاز، ضریب اطمینان ۹۹
خلاصه فصل ۱۰۰

فصل دوم : تنش و کرنش، بارگذاری محوری

کرنش عمودی تحت بار محوری ۱۰۳
نمودار تنش کرنش ۱۰۵
تنش حقیقی، کرنش حقیقی ۱۰۶
قانون هوک ۱۰۷
رفتارکشسان- رفتارمومسان ۱۰۸
تغییرات دما ۱۰۹
نسبت پواسون ۱۱۲
تعمیم قانون هوک ۱۱۲
انبساط حجمی، مدوی حجمی ۱۱۴
کرنش برشی ۱۱۵
اصل سن و نان ۱۱۶
خلاصه فصل ۱۱۷

عنوان **صفحه**

فصل سوم : پیچش

پیچش اجسام (میله‌ها) با مقاطع دایره‌ای ۱۳۷
پیچش عضوهای غیردایره‌ای ۱۴۲
پیچش مقاطع جدار نازک ۱۴۳
خلاصه فصل ۱۴۵

فصل چهارم: خمش خالص

خمش عضوهای منشوری ۱۵۷
خمش عضوهای مرکب ۱۶۰
خمش نامتقارن ۱۶۲
بارگذاری محوری خارج از مرکز ۱۶۳
هستهٔ مقطع ۱۶۴
خمش عضوهای خمیده ۱۶۴
گشتاور خمشی پلاستیک ۱۶۵
خلاصه فصل ۱۶۷

فصل پنجم: بارگذاری عرضی

بارگذاری عرضی عضوهای منشوری ۱۸۳
تنش برشی در مقاطع جدار نازک ۱۸۷
تنش‌های حاصل از بارگذاری‌های مرکب ۱۸۹
خلاصه فصل ۱۹۲

فصل ششم: تبدیل‌های تنش و کرنش

تبدیل تنش صفحه‌ای ۲۰۳
دایرهٔ مور ۲۰۴
معیارهای شکست ۲۰۹
تنش در مخازن جدار نازک ۲۱۱
تبدیل کرنش صفحه‌ای ۲۱۴
خلاصه فصل ۲۱۶

فصل هفتم: طراحی و تحلیل تغییر مکان تیرها

طراحی تیرها ۲۳۱
تحلیل تغییر مکان تیرها بروش انتگرالی ۲۳۵
تغییر مکان تیرها به روش گشتاور سطح ۲۳۸
تیرهای از نظر استاتیکی نامعین ۲۴۱

عنوان **صفحه**

خلاصهٔ فصل ۲۴۲

فصل هشتم: روش‌های انرژی

انرژی کرنش ۲۵۵
تغییر مکان تیرها ۲۵۸
خلاصه فصل ۲۶۱

فصل نهم: ستون‌ها

بار بحرانی ۲۷۱
رابطه اویلر برای ستونها ۲۷۲
بارگذاری خارج از مرکز ۲۷۳
طراحی ستونها تحت بار خارج از مرکز ۲۷۴
خلاصه فصل ۲۷۶

بخش اول

استاتیک

فصل اول

مجموعه نیروها

عناوین اصلی

- نیرو و خواص آن
- نیرو و بردار
- خواص بردارها
- کوپل

فصل اول

مجموعهٔ نیروها

نیرو و خواص آن

نیرو و بردار

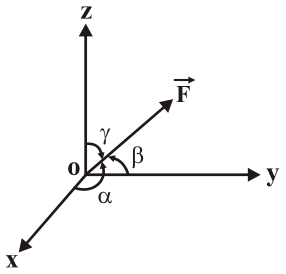
نیرو یک کمیت برداری است، از این رو قوانین و قواعد فضای برداری بر آن حاکم است. لذا در این فصل به بررسی قواعد حاکم بر بردارها (نیروها) خواهیم پرداخت. هر بردار را می توان با استفاده از سه ویژگی تعریف و مشخص کرد:

۱) اندازهٔ بردار

۲) راستای بردار

۳) جهت بردار.

هر بردار را در فضای سه بُعدی به صورت زیر نشان می دهند:



شکل (۱-۱)

$$\vec{F} = F_x \vec{i} + F_y \vec{j} + F_E \vec{k} \qquad (۱-۱)$$

$$\vec{F} \quad \text{اندازهٔ بردار}: |F| = \sqrt{F_x^2 + F_y^2 + F_z^2} \qquad (۱-۲)$$

که در آن i و j و k بردارهای یکه به ترتیب در جهت مثبت محورهای x و y و z هستند.

خواص بردارها

اصل انتقال پذیری

اصل انتقال پذیری برای بردارها بیان می دارد که هر نیرو را می توان بر هر نقطه از خط اثر آن وارد کرد، بدون آنکه تغییری در اثرات خارجی نیرو بر جسم ایجاد گردد.

با در نظر گرفتن شکل (۱-۱) می توان کسینوس های هادی را برای نیروی $\vec{F}$ و نیروی $\vec{F}$ را با استفاده از کسینوس های هادی، به صورت زیر تعریف کرد:

$$\vec{F} = F_x \vec{i} + F_y \vec{j} + F_z \vec{k}$$

$$\text{Cos}\alpha = \frac{F_x}{|F|} \quad , \quad \text{Cos}\beta = \frac{F_y}{|F|} \quad , \quad \text{Cos}\gamma = \frac{F_z}{|F|} \qquad (۱-۳)$$

$$\vec{F} = |F|\left(\text{Cos}\alpha\,\vec{i} + \text{Cos}\beta\,\vec{j} + \text{Cos}\gamma\,\vec{k}\right) \qquad (۱-۴)$$

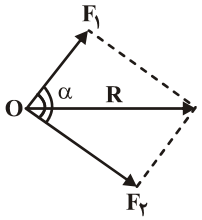
مطابق شکل (۲-۱) برآیند دو نیروی $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_2$ را به صورت زیر محاسبه می‌کنیم:

$$\vec{F}_1 = F_{1x}\vec{i} + F_{1y}\vec{j} + F_{1z}\vec{k} \quad , \quad \vec{F}_2 = F_{2x}\vec{i} + F_{2y}\vec{j} + F_{2z}\vec{k}$$

$$\vec{R} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$$

$$|R| = \sqrt{|F_1|^2 + |F_2|^2 + 2|F_1||F_2|\text{Cos}\alpha} \qquad (۱-۵)$$

که در آن α زاویه بین دو بردار با مبدا مشترک است.



شکل(۲-۱)

ضرب داخلی بردارها

ضرب داخلی (نقطه ای) دو بردار $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_2$ به صورت زیر محاسبه می گردد که حاصل آن یک کمیت عددی است:

$$\vec{F}_1.\vec{F}_2 = |F_1||F_2|\text{Cos}\alpha = F_{1x}F_{2x} + F_{1y}F_{2y} + F_{1z}F_{2z} \qquad (۱-۶)$$

نکته: اگر α زاویهٔ بین دو بردار باشد، با استفاده از ضرب داخلی و رابطهٔ زیر می توان α را بدست آورد:

$$\text{Cos}\alpha = \frac{\vec{F}_1.\vec{F}_2}{|F_1||F_2|} \qquad (۱-۷)$$

ضرب خارجی بردارها

ضرب خارجی دو بردار $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_2$ به صورت زیر می باشد که حاصل آن یک کمیت برداری بوده و بر صفحهٔ در برگیرندهٔ دو بردار عمود می باشد:

$$\vec{F} = \vec{F}_1 \times \vec{F}_2 = \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ F_{1x} & F_{1y} & F_{1z} \\ F_{2x} & F_{2y} & F_{2z} \end{vmatrix} \quad , \quad |F| = |F_1||F_2|\text{Sin}\alpha \qquad (۱-۸)$$

جهت بردار حاصلضرب خارجی دو بردار از قاعدهٔ دست راست بدست می آید.

بردار حاصلضرب خارجی دو بردار به صورت زیر بدست می آید:

$$\vec{F}_1 \times \vec{F}_2 = \left(F_{1y}F_{2z} - F_{1z}F_{2y}\right)\vec{i} + \left(F_{1z}F_{2x} - F_{1x}F_{2z}\right)\vec{j} + \left(F_{1x}F_{2y} - F_{1y}F_{2x}\right)\vec{k} \qquad (۱-۹)$$

گشتاور نیرو و قضیه وارینون

گشتاور نیروی $\vec{F}$ حول نقطهٔ O که نقطهٔ اثر آن به وسیلهٔ بردار $\vec{r}$ به نقطهٔ O وصل می گردد در حالت کلی از رابطهٔ زیر بدست می‌آید:

$$\vec{M}_o = \vec{r} \times \vec{F} = \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ r_x & r_y & r_z \\ F_x & F_y & F_z \end{vmatrix} \qquad (۱-۱۰)$$

که حاصل آن یک کمیت برداری است. طبق قضیهٔ وارینون، گشتاور یک نیرو حول یک نقطه برابر مجموع گشتاورهای مؤلفه های آن نیرو حول همان نقطه می باشد.

تصویر یک بردار

تصویر بردار $\vec{F}$ در راستای بردار یکهٔ $\vec{n}$ به صورت زیر بدست می آید:

$$\vec{F}_n = \vec{F}.\vec{n} = |F|\left(l\vec{i} + m\vec{j} + n\vec{k}\right).\left(\alpha\vec{i} + \beta\vec{i} + \gamma\vec{k}\right) = F\left(l\alpha + m\beta + n\gamma\right) \qquad (۱-۱۱)$$

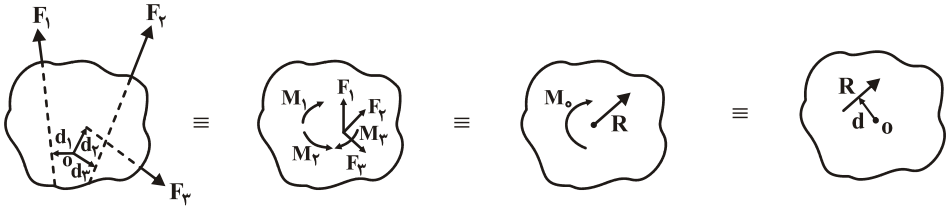
که در آن α , β , γ کسینوی های هادی بردار $\vec{n}$ بوده و n, m, ℓ کسینوس‌های هادی بردار $\vec{F}$ می‌باشند، یعنی:

$$\vec{n} = \alpha\vec{i} + \beta\vec{j} + \gamma\vec{k} \quad , \quad \vec{F} = |F|\left(l\vec{i} + m\vec{j} + n\vec{k}\right) \qquad (۱-۱۲)$$

کوپل

گشتاوری که توسط دو نیروی مساوی با جهت‌های مخالف ایجاد می‌گردد، زوج نیرو یا کوپل نامیده می شود.

به طور کلی می توان تمام نیروهای وارد بر یک جسم را با یک نیرو یا مجموعهٔ یک نیرو و یک گشتاور جایگزین کرد. به شکل (۳-۱) دقت کنید. با انتخاب یک نقطهٔ دلخواه مانند O، می توان تمام نیروها را به این نقطه منتقل کرد که در این صورت هر نیرو به یک نیرو و یک گشتاور در نقطهٔ O تبدیل می گردد. گشتاور ایجاد شده به فاصلهٔ عمودی امتداد هر نیرو تا نقطه O بستگی دارد.



شکل (۳-۱)

$$M_۱ = F_۱d_۱ \ , \ M_۲ = F_۲d_۲ \ , \ M_۳ = F_۳d_۳$$

$$M_o = \sum_{i=۱}^{۳} M_i \quad , \quad \vec{R} = \sum_{i=۱}^{۳} \vec{F}_i \qquad (۱-۱۳)$$

$$d = \frac{M_o}{R}$$

همانطور که در شکل فوق نشان داده شده است، مجموع نیروهای وارده به یک جسم در نهایت به یک نیروی متمرکز تبدیل شده است.

فصل دوم

تعادل

عناوین اصلی

- تعادل اجسام صلب و ترسیمه آزاد
- دستگاه های معین و نا معین
- خلاصه فصل

فصل دوم

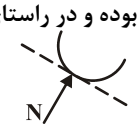
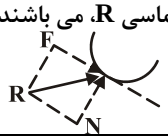
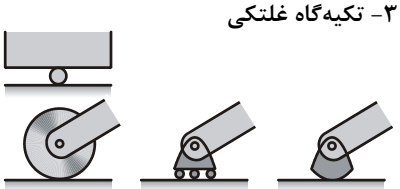
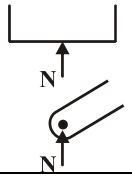
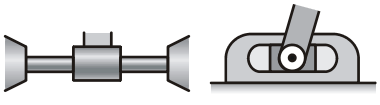
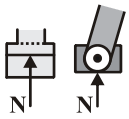
تعادل

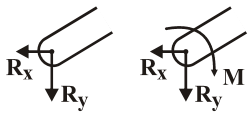
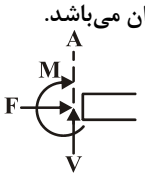
تعادل اجسام صلب و ترسیمه آزاد

در این فصل به بررسی تعادل اجسام صلب در اثر نیروهای خارجی اعمال شده به آنها خواهیم پرداخت. یک جسم صلب را در فضای سه بعدی در دستگاه xyz در نظر بگیرید. این جسم در حالت کلی دارای ۶ درجهٔ آزادی شامل ۳ درجهٔ آزادی حرکت انتقالی در راستای محورهای x وy و z و ۳ درجه آزادی حرکت دورانی حول محورهای x و y و z می باشد.

در حالت صفحه ای تعداد درجات آزادی به ۳ (۲ درجهٔ حرکت انتقالی و ۱ درجه حرکت دورانی) کاهش می یابد. حال درجات آزادی و چگونگی تأثیر قیدهای اعمال شده بر سیستم را بررسی می کنیم.

بررسی تعادل اجسام صلب در شرایطی امکان پذیر است که تأثیر نیروهای خارجی وارد بر جسم در حالت مجزا شده مشخص باشد. این مجزا سازی در ترسیمهٔ آزاد جسم انجام می پذیرد. در ترسیمهٔ آزاد جسم همهٔ نیروهای وارد بر آن از طریق تماس مکانیکی با سایر اجسام نشان داده می شود. خلاصه ای از تأثیر قیدها و نیروهای ایجاد شده در ترسیمهٔ آزاد در جدول زیر آمده است.

مدل سازی کنش نیروها در تحلیل دوبعدی	
نوع تماس و منشأ نیرو	**کنش بر روی جسم مجزا شده**
۱- سطوح صیقلی 	**نیروی تماس به صورت نیروی فشاری بوده و در راستای عمود بر سطوح تماس می‌باشد.** 
۲- سطوح زبر 	**سطوح زبر قادر به تحمل یک مؤلفه نیروی مماسی F (نیروی اصطکاک)، علاوه بر مؤلفه عمودی N، ناشی از نیروی برآیند تماسی R، می باشند.** 
۳- تکیه‌گاه غلتکی 	**غلتک، قطاع مدور نوسانی و یا تکیه‌گاه ساچمه‌ای، یک نیروی فشاری را در امتداد عمود بر سطح تکیه‌گاه وارد می‌آورد.** 
۴- راهنمای لغزش روانکاری شده 	**غلاف یا لغزنده‌ای که آزادانه در امتداد یک عضو راهنمای صیقلی بلغزد، می تواند فقط در راستای عمود بر راهنما یک نیروی عمودی را تحمل کند.** 

نوع تماس و منشأ نیرو	کنش بر روی جسم مجزا شده
۵- اتصال مفصلی (پین) 	یک اتصال مفصلی (پین) با چرخش آزادانه، می تواند نیروی تکیه گاهی را در هر راستایی در صفحه عمود بر محور خود تحمل کند. این نیرو معمولاً به صورت دو مؤلفه R_y, R_x نشان داده می‌شود. پین یا لولایی که آزادی چرخشی نداشته باشد، می تواند کوپل **M** را نیز تحمل کند. 
۶- تکیه گاه گیردار یا ثابت 	یک تکیه گاه گیردار یا ثابت، قادر به تحمل نیروی محوری **F**، نیروی جانبی **V** (نیروی برشی) و کوپل **M** (گشتاور خمشی) برای جلوگیری از دوران می‌باشد. 

به طور خلاصه می توان مراحل ترسیم ترسیمهٔ آزاد را به صورت زیر بیان کرد:

۱) انتخاب تمام یا بخشی از مجموعه برای ترسیم ترسیمهٔ آزاد.

۲) جداسازی قسمت انتخاب شده از سایر بخش ها و تشخیص محل و نوع اتصالات جدا شده.

۳) جایگزینی نیرو در محل قیدهای جدا شده با توجه به نوع آنها.

۴) انتخاب دستگاه مختصات مناسب جهت سهولت حل مسئله.

با رسم ترسیمهٔ آزاد جسم و مشخص شدن نیروهای وارد بر آن، نوبت به نوشتن معادلات تعادل برای آن می رسد. همانطور که قبلاً هم ذکر گردید، یک جسم صلب در فضا دارای ۶ و در صفحه دارای ۳ درجه آزادی خواهد بود. معادلات تعادل در فضای ۳ بعدی حداکثر شامل ۳ معادلهٔ تعادل نیرو در ۳ جهت x و y و z و ۳ معادلهٔ تعادل گشتاور حول همان ۳ محور خواهد بود. یعنی:

$$\sum F_x = ۰ \ , \ \sum F_y = ۰ \ , \ \sum F_z = ۰ \ , \ \sum M_x = ۰ \ , \ \sum M_y = ۰ \ , \ \sum M_z = ۰ \qquad (۲-۱)$$

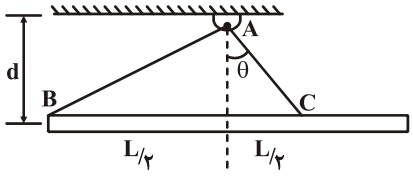
در حرکت صفحه ای (که اکثریت قریب به اتفاق مسائل مورد بررسی در این حالت می باشند) حداکثر فقط نیاز به ۳ معادلهٔ تعادل می باشد. این ۳ معادلهٔ تعادل معمولاً به صورت زیر می باشند:

$$\sum F_x = ۰ \ , \ \sum F_y = ۰ \ , \ \sum M = ۰ \qquad (۲-۲)$$

ولی می‌توان در شرایط مختلف از صورت های دیگر معادلات تعادل در دو بُعد که شامل یک معادلهٔ تعادل نیرو و دو معادلهٔ تعادل گشتاور و یا ۳ معادلهٔ تعادل گشتاور استفاده کرد.

تست

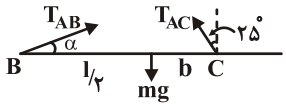
کابل های AC وAB برای نگه داشتن موقعیت تعادل تیر افقی به جرم ۳۳۰kg استفاده شده اند، اگر $L = ۸m$ و $d = ۶m$ و $\theta = ۲۵^o$ باشد، کشش در کابل AB کدام است؟ (مهندسی مکانیک ۷۵)



۱) ۱/۲KN
۲) ۱/۶KN
۳) ۳/۱KN
۴) ۳/۹KN

حل:

ترسیمهٔ آزاد را برای میله رسم می کنیم:



$$\tan ۲۵ = \frac{b}{d} \rightarrow b = d\tan ۲۵ = ۲/۸m$$

$$\sum M_B = ۰ \rightarrow \left(mg \times \frac{\ell}{۲}\right) - \left[T_{AC}\cos ۲۵ \times \left(\frac{\ell}{۲} + b\right)\right] = ۰$$

$$\left(۳۳۰ \times ۹/۸۱ \times \frac{۸}{۲}\right) - \left[T_{AC} \times ۰/۹۱ \times \left(\frac{۸}{۲} + ۲/۸\right)\right] = ۰ \rightarrow T_{AC} = ۲۰۹۲/۶N$$

$$\sum F_y = ۰ \rightarrow T_{AB}\sin\alpha + T_{AC}\cos ۲۵ = mg$$

$$\sum F_x = ۰ \rightarrow T_{AB}\cos\alpha = T_{AC}\sin ۲۵ = ۸۸۴/۳۸ \rightarrow T_{AB} = \frac{۸۸۴/۳۸}{\cos\alpha} \qquad (I)$$

با جاگذاری رابطهٔ اخیر در رابطهٔ $\sum F_y = ۰$ داریم:

$$\left(\frac{۸۸۴/۳۸}{\cos\alpha}\right)\sin\alpha + T_{AC}\cos ۲۵ = mg$$

$$۸۸۴/۳۸\tan\alpha + ۱۸۹۶/۵۴ = ۳۲۳۷/۳ \rightarrow \tan\alpha = ۱/۵۱۶ \rightarrow \alpha = ۵۶/۵۹^o$$

با جاگذاری مقدار بدست آمده برای α در رابطهٔ (I) داریم:

$$T_{AB} = \frac{۸۸۴/۳۸}{\cos ۵۶/۵۹} = ۱۶۰۶/۱۶N \cong ۱/۶KN$$

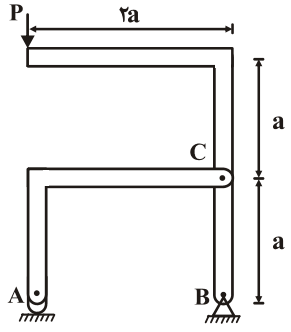
لذا گزینه ۲ صحیح است

نکته: گاهی اوقات با توجه به شرایط بارگذاری برای بررسی تعادل جسم به معادلات کمتری نیاز می باشد. مثلاً در صورتی که تمام نیروهای وارد بر جسم در یک راستا باشند، فقط کافی است که معادلهٔ تعادل نیروها در همان راستا را بنویسیم. و یا اگر راستای تمام نیروهای وارد بر جسم از یک نقطه عبور کند، فقط نیاز به دو معادلهٔ تعادل نیرو خواهد بود.

نکته: عضو دو نیروئی به عضوی گفته می شود که فقط ۲ نیرو به آن وارد می گردد. در این صورت نیروهای وارده باید مساوی، همراستا و در جهت عکس یکدیگر باشند. همینطور عضو سه نیروئی عضوی است که فقط ۳ نیرو به آن وارد می‌شود و در این صورت باید راستای سه نیروی وارده از یک نقطه عبور کند، به عبارت دیگر این ۳ نیرو باید در یک نقطه همرس باشند.

تست

در قاب شکل زیر عکس العمل قائم مفصل C، چند P است؟ (مهندسی مکانیک ۷۵)



۱) $\sqrt{۲}$
۲) $\frac{۱}{۲}$
۳) ۱
۴) ۲