بسم الله الرحمن الرحیم

استاتیک

تهیه کننده:

ابوالفضل افضلی

منابع

۱- استاتیک(بیر جانستون)

۲- استاتیک(جی ال .مریام)

سر فصل مطالب

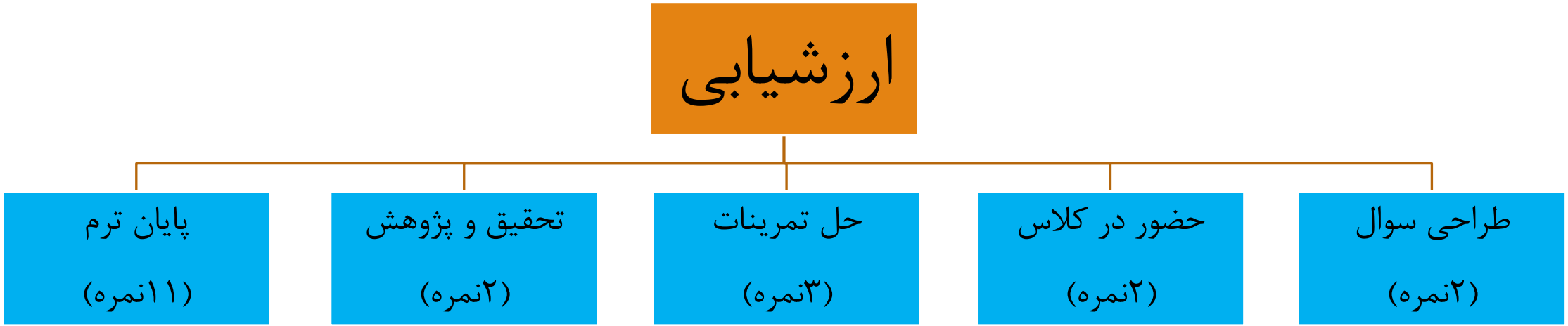
فصل اول :بردارها

فصل دوم:تعادل ذره

فصل سوم: گشتاور

فصل چهارم: تعادل اجسام صلب

فصل پنجم: محاسبه مرکز سطح

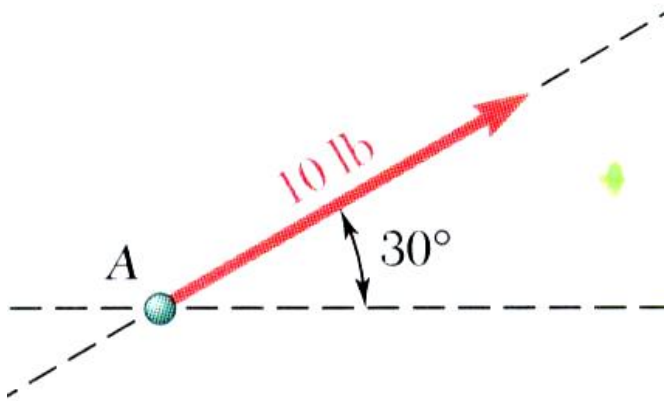

ارزشیابی
طراحی سوال
(۲نمره)
حضور در کلاس
(۲نمره)
حل تمرینات
(۳نمره)
تحقیق و پژوهش
(۲نمره)
پایان ترم
(۱۱نمره)

فصل اول : بردارها

1- بردارها و روش جمع آنها

هر بردار دارای ۲مشخصه اصلی است که عبارتند از:

۱- اندازه ۲- جهت

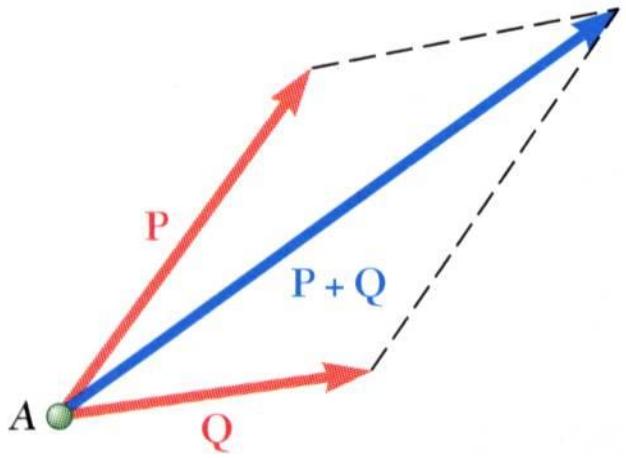


جمع بردارها : ۱- روش ترسیمی ۲- روش تحلیلی

فصل اول : بردارها

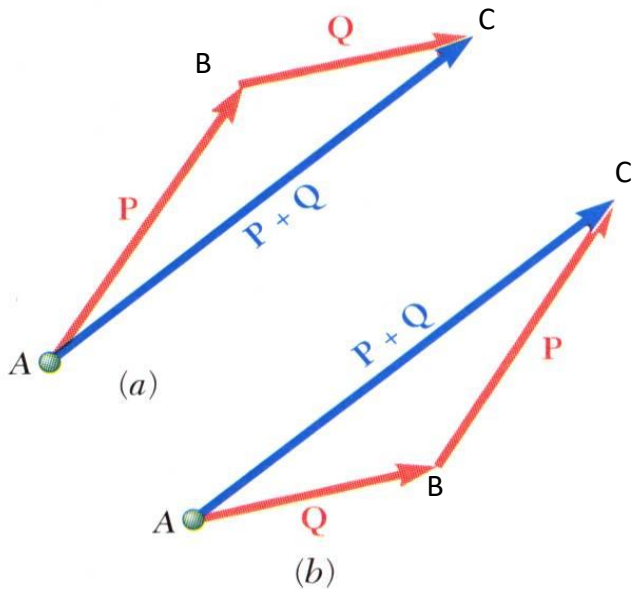
۱- روش ترسیمی

الف: روش متوازی الاضلاع



فصل اول : بردارها

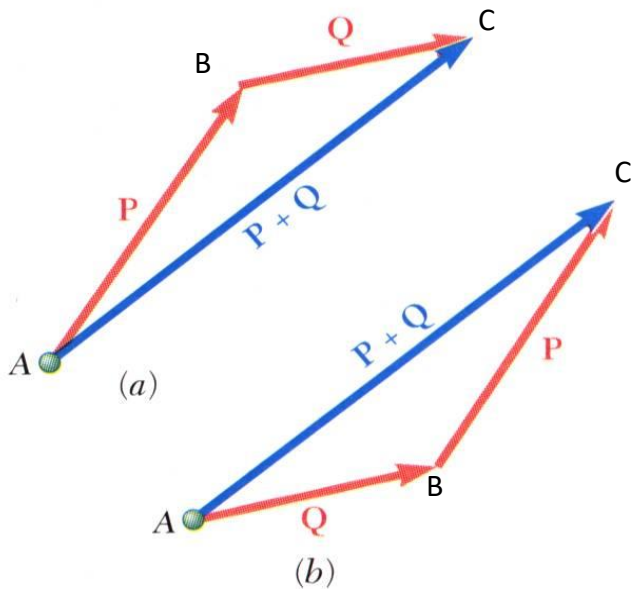
ب- روش مثلث



فصل اول : بردارها

۲- روش تحلیلی

الف: روش مثلثاتی



- قانون کسینوس ها

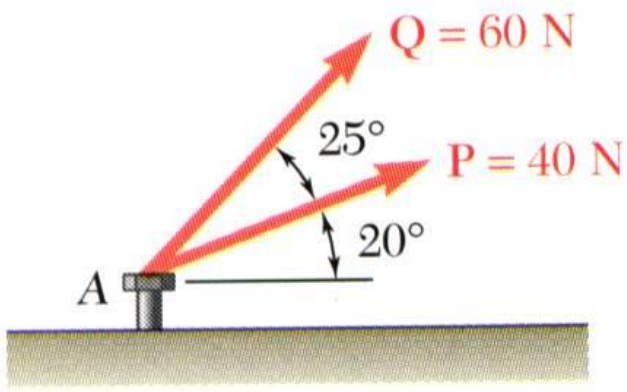
$$R^2 = P^2 + Q^2 - 2PQ\cos B$$
$$\vec{R} = \vec{P} + \vec{Q}$$

- قانون سینوس ها

$$\frac{\sin A}{Q} = \frac{\sin B}{R} = \frac{\sin C}{P}$$

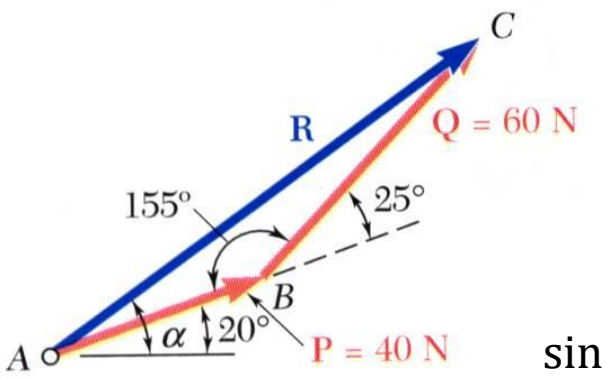
فصل اول : بردارها

مثال : اندازه بردار برآیند نیروهای نشان داده شده و جهت آن را به کمک روش مثلثاتی بدست آورید.



فصل اول : بردارها

حل:



از قضیه کسینوس ها:

$$R^2 = P^2 + Q^2 - 2PQ\cos B$$
$$= (40\text{N})^2 + (60\text{N})^2 - 2(40\text{N})(60\text{N})\cos 1\,55° = 9550 \rightarrow R = \sqrt{9550}$$

$$\boxed{R = 97.73\text{N}}$$

$$\frac{\sin A}{Q} = \frac{\sin B}{R}$$

$$\sin A = \sin B\,\frac{Q}{R}$$

$$= \sin 1\,55°\,\frac{60\text{N}}{97.73\text{N}} = 0.25$$

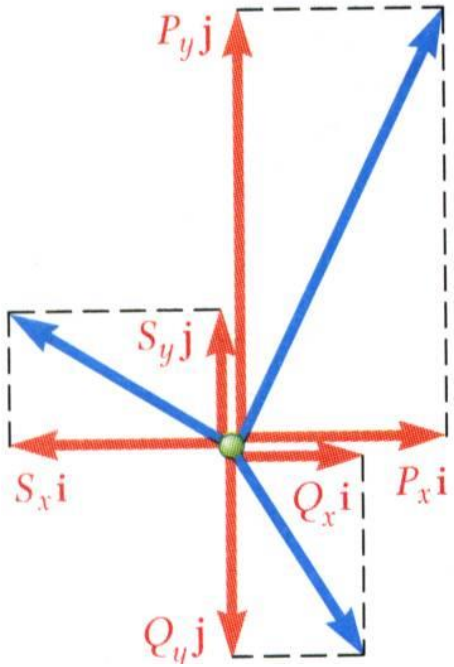
$$A = \sin^{-1} 0.25 = 15°$$

$$\alpha = 20° + A = 20 + 15$$

$$\boxed{\alpha = 35°}$$

فصل اول : بردارها

ب- روش تجزیه



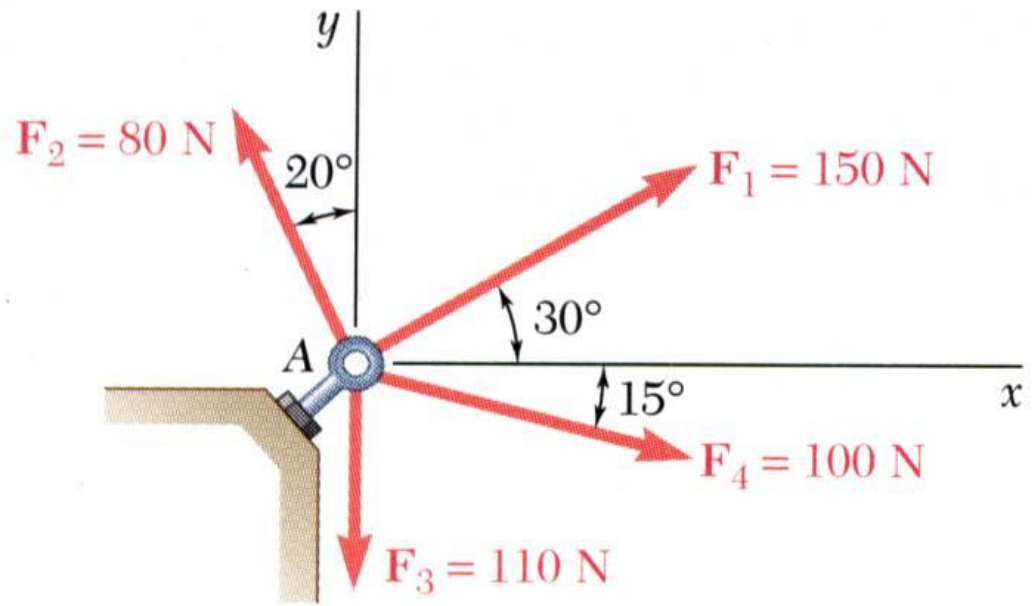
$$R_x = P_x + Q_x + S_x = \sum F_x \qquad R_y = P_y + Q_y + S_y = \sum F_y$$

$$R_x\vec{\imath} + R_y\vec{\jmath} = P_x\vec{\imath} + P_y\vec{\jmath} + Q_x\vec{\imath} + Q_y\vec{\jmath} + S_x\vec{\imath} + S_y\vec{\jmath}$$
$$= (P_x + Q_x + S_x)\vec{\imath} + \left(P_y + Q_y + S_y\right)\vec{\jmath}$$

$$R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2} \qquad \theta = \tan^{-1}\frac{R_y}{R_x}$$

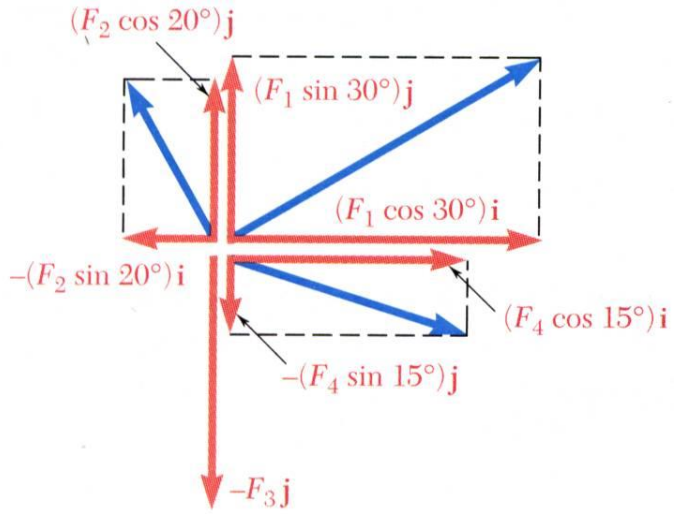
فصل اول : بردارها

مثال: با توجه به شکل اندازه برآیند نیروها و جهت آنرا به کمک روش تجزیه محاسبه کنید.



فصل اول : بردارها

حل:



$force$	mag	$x-comp$	$y-comp$
$\vec{F}_1$	150	$+129.9$	$+75.0$
$\vec{F}_2$	80	-27.4	$+75.2$
$\vec{F}_3$	110	0	-110.0
$\vec{F}_4$	100	$+96.6$	-25.9

$$R = \sqrt{199.1^2 + 14.3^2}$$

$R = 199.6\text{N}$

$$\tan\alpha = \frac{14.3\text{N}}{199.1\text{N}}$$

$\alpha = 4.1°$

فصل دوم : تعادل ذره

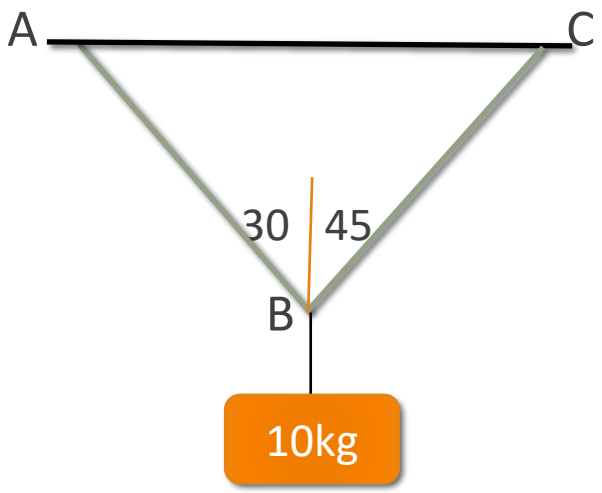
شرط تعادل ذره:

$$\sum F_x = 0$$

$$\sum F_y = 0$$

فصل دوم: تعادل ذره

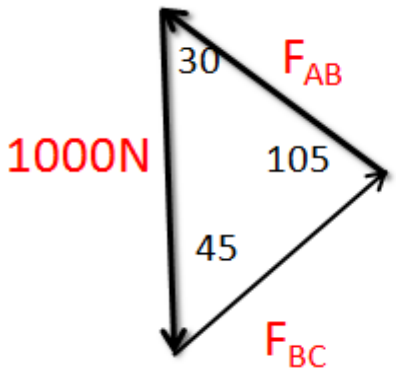
مثال: در سیستم مقابل نیروی طنابهای AB و BC را طوری تعیین کنید تا سیستم به حال تعادل بای بماند.



$$\frac{F_{AB}}{\sin 45} = \frac{F_{BC}}{\sin 30} = \frac{1000}{\sin 105}$$

فصل دوم : تعادل ذره

حل:



طبق قانون سینوس ها:

$$\frac{F_{AB}}{\sin 45} = \frac{F_{BC}}{\sin 30} = \frac{1000}{\sin 105}$$

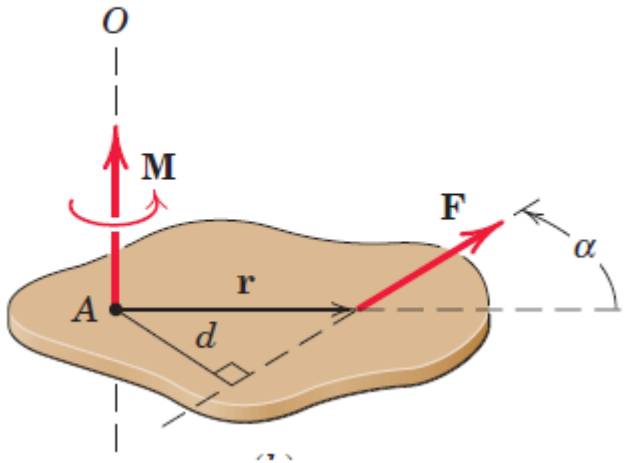
$$\frac{F_{AB}}{\sin 45} = \frac{1000}{\sin 105} \rightarrow F_{AB} = \frac{1000 \sin 45}{\sin 105} \rightarrow F_{AB} = 732N$$

$$\frac{F_{BC}}{\sin 30} = \frac{1000}{\sin 105} \rightarrow F_{BC} = \frac{1000 \sin 30}{\sin 105} \rightarrow F_{BC} = 517.6N$$

فصل سوم : گشتاور

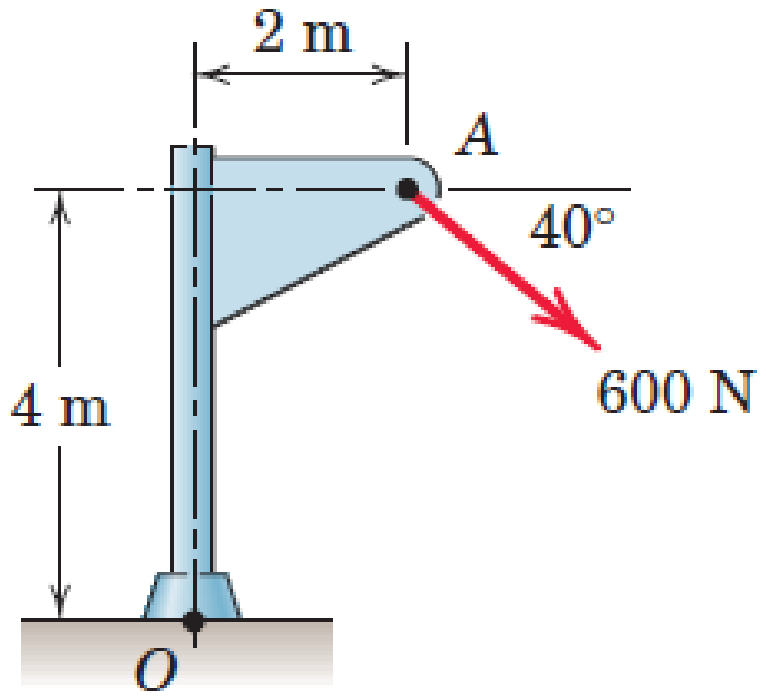
تعریف : گشتاور یک کمیت فیزیکی است در حرکت چرخشی که به بزرگی نیرو و مسیر و مکان اثر نیرو بستگی دارد. گشتاور یک کمیت بُرداری بوده و یکای آن در سامانه استاندارد بین‌المللی یکاها، نیوتن متر است.

$M=Fr\sin\alpha=Fd$



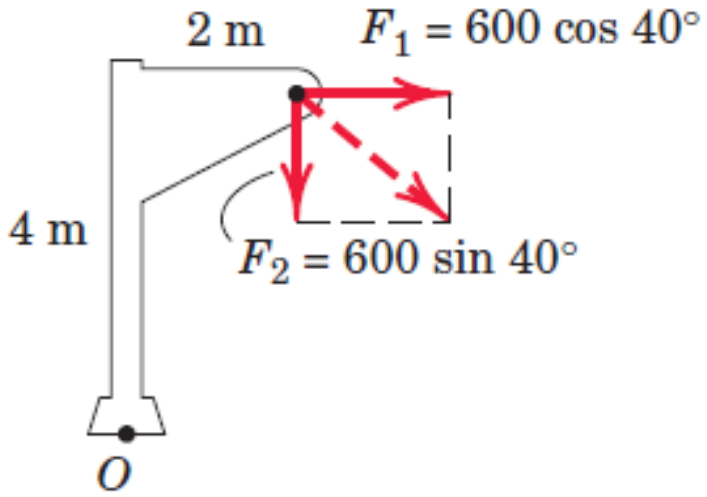
فصل سوم : گشتاور

مثال: گشتاور نیروی F را حول نقطه O بدست آورید.



فصل سوم : گشتاور

حل:



M=600cos40×4+600sin40×2=2610N.m

فصل چهارم : تعادل اجسام صلب

تعریف:

مفهوم واژه «تعادل» در میان عامه مردم با آنچه که در فیزیک مرسوم است، بی ارتباط نیست. در میان عامه مردم موقعیت هر چیز یا شیئی را که پایدار باشد، حالت تعادل گفته می‌شود. در فیزیک نیز تقریبا تعادل به همین معنی اطلاق می‌شود، اما تعادل فیزیکی با شرایط خاصی احراز می‌شود و چون جسم صلب عمومی‌ترین شکل از اجسام می‌تواند باشد، لذا برای تشریح تعادل در حالت کلی *تعادل جسم صلب* مورد بحث قرار می‌گیرد.

جسم صلب:

در حالت ایده‌آل واژه «صلب» در مورد جسمی اعمال می‌شود که فاصله ذرات آن جسم از یکدیگر ثابت باشد. هرچند این تعریف در مورد جسم صلب ایده‌آل ، است، اما با تقریب در مورد تمام موارد عملی جسم صلب نیز بکار می‌رود.

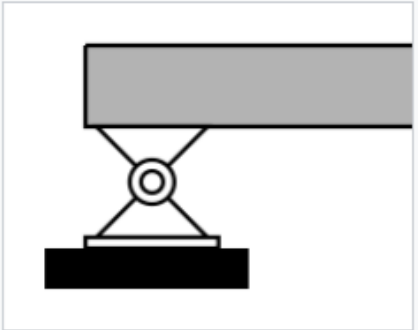
شرط تعادل جسم صلب:

$F_y=0$ $\Sigma F_x=0$ Σ $M=0\Sigma$

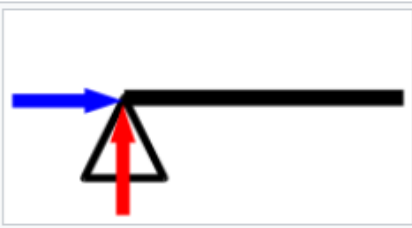
فصل چهارم : تعادل اجسام صلب

انواع تکیه گاهها:

۱- تکیه گاه لولایی



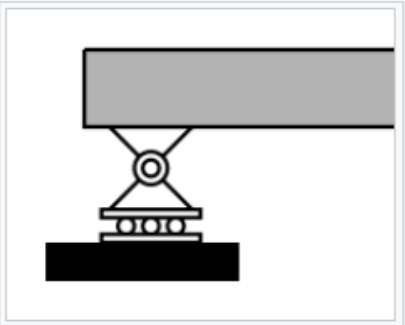
شکل واقعی تکیه‌گاه مفصلی ثابت (لولایی)



نمایش ترسیمی تکیه‌گاه مفصلی ثابت (لولایی) به همراه بردارهای واکنش تکیه‌گاه

فصل چهارم : استاتیک

۲- تکیه گاه غلتکی



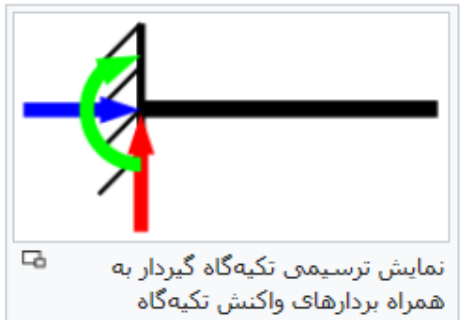
شکل واقعی تکیه‌گاه مفصلی متحرک (غلتکی)

نمایش ترسیمی تکیه‌گاه مفصلی متحرک (غلتکی) به همراه بردار واکنش تکیه‌گاه

فصل چهارم : تعادل اجسام صلب

۳- تکیه گاه گیردار

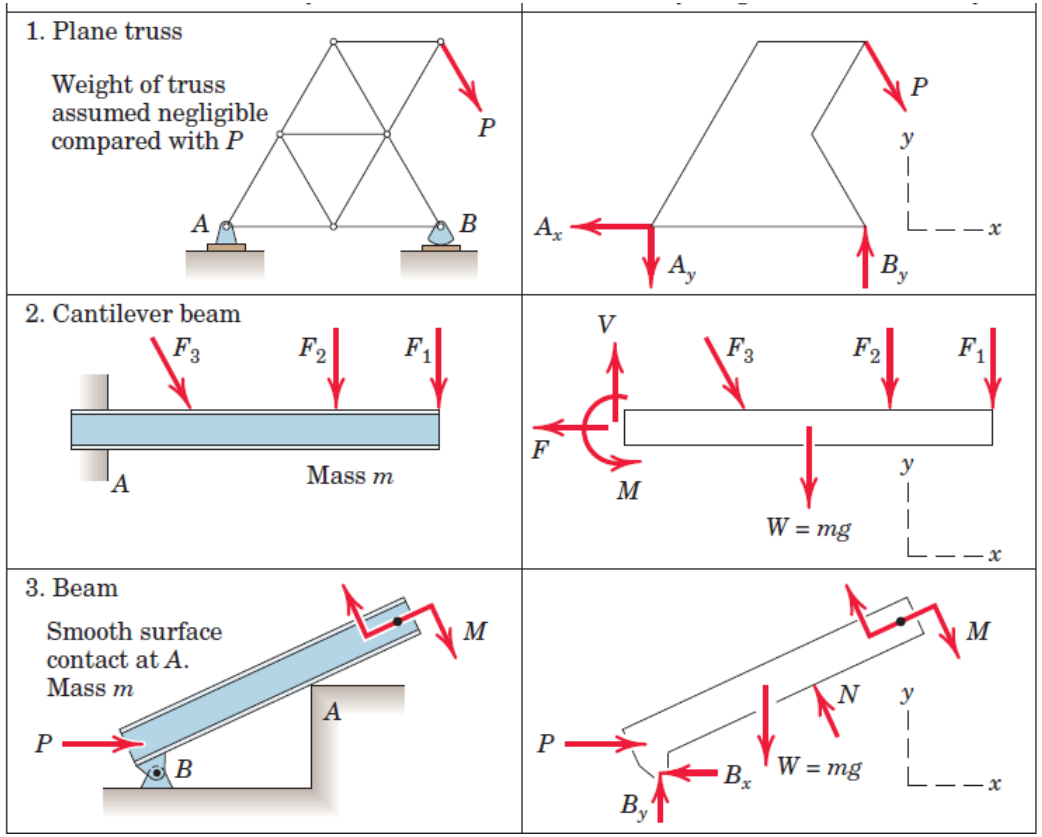
شکل واقعی تکیه‌گاه گیردار



نمایش ترسیمی تکیه‌گاه گیردار به همراه بردارهای واکنش تکیه‌گاه

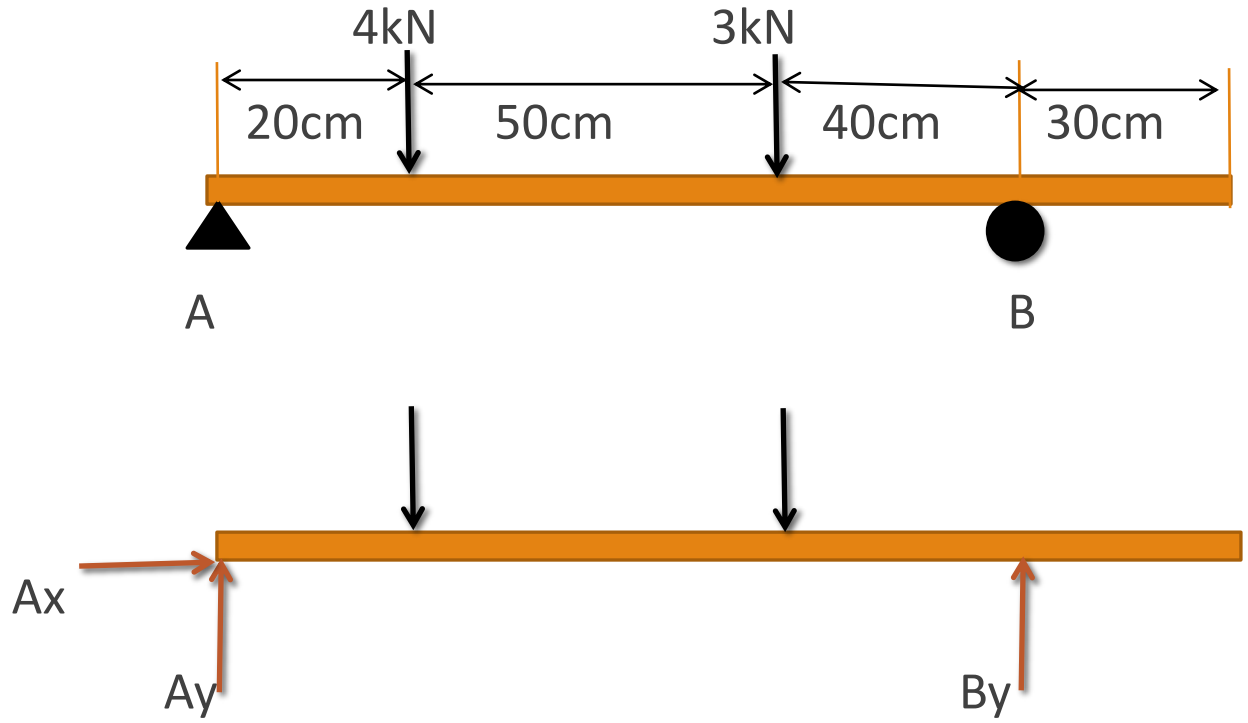
فصل چهارم : تعادل اجسام صلب

رسم دیاگرام آزاد



فصل چهارم : تعادل اجسام صلب

مثال : عکس العمل تکیه گاههای A و B را تعیین کنید.



فصل چهارم : تعادل اجسام صلب

حل:

$$Fx=0 \rightarrow \quad Ax=0\Sigma$$

$$Fy=0\Sigma \rightarrow Ay+By-4-3=0 \rightarrow Ay+By-7=0$$

$$\Sigma MA=0 \rightarrow -4\times20-3\times70+By\times110=0 \rightarrow 110By=210+80=290$$
$$\rightarrow By=290/110 \rightarrow By=2.6kN$$

$$Ay+By-7=0 \rightarrow Ay+2.6-7=0 \rightarrow Ay=7-2.6 \rightarrow Ay=4.4kN$$

$\bar{X} = \frac{\sum A\bar{X}}{A}$

فصل پنجم: مرکز سطح

مرکز سطح جایی است که وزن سطح به آن نقطه وارد میشود. مرکز سطوح مختلف متفاوت است که در جدول صفحه بعد مراکز سطوح مختلف نمایش داده شده است.

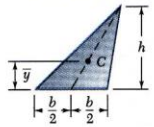
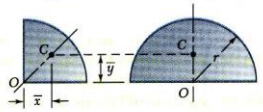
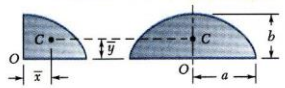
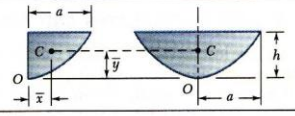
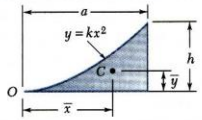
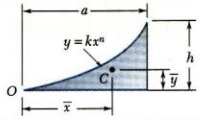
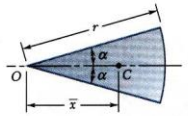
مختصات طولی مرکز سطح با $\bar{X}$ و مختصات عرضی آن را با $\bar{Y}$ نمایش میدهند. در شکلهای ترکیبی نیز مرکز سطح از روابط زیر بدست می آید:

$$\bar{X} = \frac{\sum A\bar{X}}{A}$$

$$\bar{Y} = \frac{\sum A\bar{Y}}{A}$$

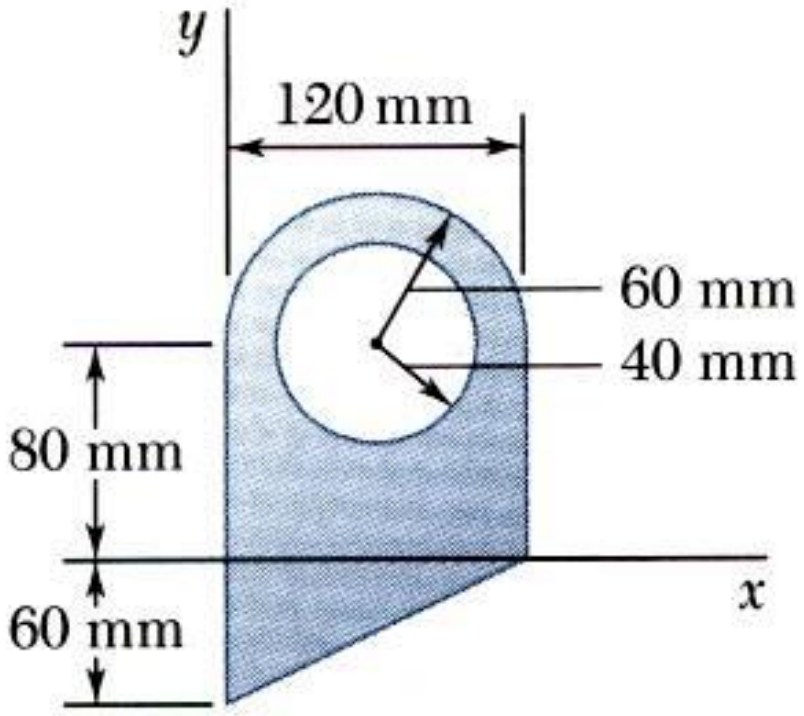
که A سطح مقطع سطح است.

فصل پنجم : مرکز سطح

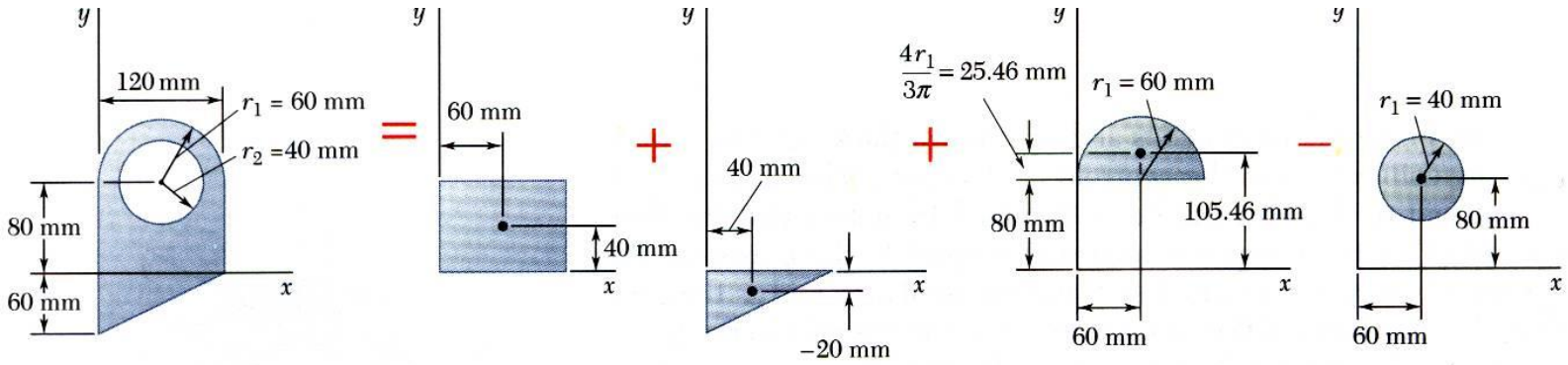
Shape		$\bar{x}$	$\bar{y}$	Area
Triangular area			$\frac{h}{3}$	$\frac{bh}{2}$
Quarter-circular area		$\frac{4r}{3\pi}$	$\frac{4r}{3\pi}$	$\frac{\pi r^2}{4}$
Semicircular area		0	$\frac{4r}{3\pi}$	$\frac{\pi r^2}{2}$
Quarter-elliptical area		$\frac{4a}{3\pi}$	$\frac{4b}{3\pi}$	$\frac{\pi ab}{4}$
Semielliptical area		0	$\frac{4b}{3\pi}$	$\frac{\pi ab}{2}$
Semiparabolic area		$\frac{3a}{8}$	$\frac{3h}{5}$	$\frac{2ah}{3}$
Parabolic area		0	$\frac{3h}{5}$	$\frac{4ah}{3}$
Parabolic spandrel		$\frac{3a}{4}$	$\frac{3h}{10}$	$\frac{ah}{3}$
General spandrel		$\frac{n+1}{n+2}a$	$\frac{n+1}{4n+2}h$	$\frac{ah}{n+1}$
Circular sector		$\frac{2r\sin\alpha}{3\alpha}$	0	αr^2

فصل پنجم : مرکز سطح

مثال: مرکز سطح شکل زیر را محاسبه کنید.

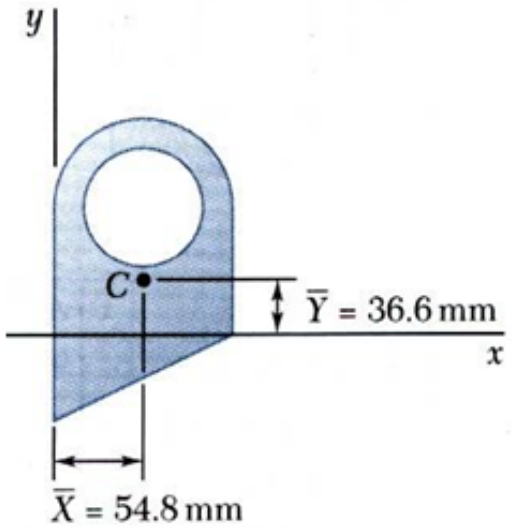


فصل پنجم : مرکز سطح



Component	A, mm²	$\bar{x}$, mm	$\bar{y}$, mm	$\bar{x}A$, mm³	$\bar{y}A$, mm³
Rectangle	$(120)(80) = 9.6 \times 10^3$	60	40	$+576 \times 10^3$	$+384 \times 10^3$
Triangle	$\frac{1}{2}(120)(60) = 3.6 \times 10^3$	40	−20	$+144 \times 10^3$	-72×10^3
Semicircle	$\frac{1}{2}\pi(60)^2 = 5.655 \times 10^3$	60	105.46	$+339.3 \times 10^3$	$+596.4 \times 10^3$
Circle	$-\pi(40)^2 = -5.027 \times 10^3$	60	80	-301.6×10^3	-402.2×10^3
	$\Sigma A = 13.828 \times 10^3$			$\Sigma\bar{x}A = +757.7 \times 10^3$	$\Sigma\bar{y}A = +506.2 \times 10^3$

فصل پنجم : مرکز سطح



$$\bar{X} = \frac{\sum \bar{x}A}{\sum A} = \frac{+757.7 \times 10^3 \text{ mm}^3}{13.828 \times 10^3 \text{ mm}^2}$$

$$\boxed{\bar{X} = 54.8 \text{ mm}}$$

$$\bar{Y} = \frac{\sum \bar{y}A}{\sum A} = \frac{+506.2 \times 10^3 \text{ mm}^3}{13.828 \times 10^3 \text{ mm}^2}$$

$$\boxed{\bar{Y} = 36.6 \text{ mm}}$$