لوړو زده کړو وزارت
ننگرهار پوهنتون

ستاتیک

انجنیر روحید دوست

۱۳۹۸

بسم الله الرحمن الرحیم

د کتاب ځانګړنې:

د کتاب نـــوم: **ستاتیک**

لیکـــــــوال: **انجینر روحید دوست**

کمـــــــپوز: خپله لیکوال

متـــن ایډیټ: دیدار عمرزی 0786060913

پښتی ډیـزاین: ثناء الله ځواب

خپرونـــــدوی: میهن خپروندویه ټولنه

د چاپ شمـــېر: ۱۰۰۰ ټوکه

چاپ کـــــال: ۱۳۹۷

ترلاسه کولو ځای:

- میهن کتابپلورنځی، اسحاق زی مارکیټ، لاندینی پوړ،

شمېرې: ۰۷۷۳۵۳۵۴۲۰-۰۷۸۸۵۲۹۱۹۴

میهن خپرندویه ټولنه، ندیم پلازې ته مخامخ، محله جنګي، خیبر بازار پېښور

فون: 0321-9895621/0300-5981425

د چاپ حقوق له خپروندوی ټولنې سره خوندي دي

سریزه

ستاتیک د انجینرۍ په مسلک کې یو له اساسي او مهمو مضامینو څخه دی، چې د انجینري عناصرو د تحلیل او ډیزاین لپاره اساس تشکیلوي.

څرنگه چې د تېرو کلونو جنگ او جگړې زمونږ د هیوادوالو په اجتماعي او اقتصادي حالت خپل منفي تاثیرات کړي، نو د معارف سیستم هم له دې منفي تاثیراتو څخه خوندي نه دی پاتې شوی، پر دې اساس زمونږ د معارف څخه اکثره فارغ محصلین د ریاضیاتو او خارجي ژبو سره لکه څرنگه چې لازمه ده بلدتیا نه لري. نو د پوهنتون په لومړیو کلونو کې زده کوونکي نشي کولای په کافي اندازه له خارجي کتابونو استفاده وکړي. بناء پر دې پورتنۍ عواملو زه دې ته وهڅولم تر څو په ملي او روانه ژبه د خپلو هیوادوالو د فهم او پوهې مطابق د ستاتیک تر عنوان لاندې یو کتاب په پښتو ژبه ولیکم تر څو محصلین د انجینرۍ میخانیک په اساساتو پوه شي او په اینده کې وکولای شي د بهرنۍ کتابونو څخه هم استفاده وکړي.

د دې کتاب په ترتیب کې ما د عصري ماخذونو څخه چې په نړیوال پوهنتونونو کې تدریس کېږي استفاده کړې او په هره موضوع کې مې په کافي اندازه مثالونه د شکلونو سره ځای پر ځای کړي.

د دې کتاب په لومړي فصل کې د ستاتیک او انجینري میخانیک د پیژندنې تر څنگ ځینې عمومي مسائل چې په راتلونکو فصلونو کې ترې کار اخلو تشریح شوی، په دوهم فصل کې یې د نقطوي جسم ستاتیک تر عنوان لاندې د قوو پیژندنه او د محصله قوې لاسته راوړل واضح شوی، په درېیم فصل کې د نقطوي جسم د تعادل د شرایطو څخه په استفاده د مجهوله قوو محاسبه تشریح شوې، په څلورم فصل کې د کلکو اجسامو د عنوان لاندې د قوو مومنټ محاسبه کول تشریح شوی، په پنځم فصل کې د کلک جسم د تعادل د شرایطو څخه په استفاده په کلک جسم د خارجي مجهولو قوو (عکس العملونو) محاسبه کول واضح شوي، په شپږم فصل کې د ترسونو تحلیل تر بحث لاندې شوی او په اووم فصل کې د ثقل مرکز او ایرشیا مومنټ محاسبه واضح شوې، همدارنگه په اتم فصل کې د داخلي قوو پېژندنه د محاسبې میتود واضح شوی.

د پورتني هر فصل په پای کې د نوموړي فصل لنډیز او مربوطه مسائل یا پوښتنې ځای پر ځای شوي تر څو محصلینو ته یې په یادولو کې اسانتیا رامنځته شي.

لړلیک

موضوع...مخ

لومړی فصل
پیژندنه

1.1عمومیات: 1

2.1 اساسي مفاهیم :Fundamental Concepts 2

3.1 د نیوټن قوانین: 4

4.1 د نیوټن جاذبوي قانون: 5

5.1 وزن Weight 6

6.1 د اندازه گیری واحدات Units of Measurement 6

7.1 د واحداتو بین المللی سیستم یا میتریک سیستم (SI Units): 6

8.1 د(FPS) سیستم   (US Customary units): 7

9.1 د واحداتو تبدیلول: 9

10.1 وکتورونه Vectors 9

11.1 د وکتورونو عملیې: 11

12.1 د لومړي فصل لنډیز 18

دویم فصل
د نقطوي جسم ستاتیک

1. 2 عمومیات: 19

2.2 متلاقي قوېCuncurent Forces 20

3.2 د متلاقي قوو محصله: 20

4.2 د متلاقي قوو محصله په دوه بعدي سیستم (سطحه) کې: 20

5.2 په فضا کې قوه: 39

6.2 په فضا کې د قوې مستطیلی مرکبی: 39

7.2 په فضا کې د متلاقي قوو جمع کول: 43

8.2 د دوهم فصل لنډیز 46

درېیم فصل

د نقطوي جسم تعادل

1. 3 عمومیات: 50

2.3 د نقطوي جسم د تعادل شرایط: 51

3.3 د ذرې د تعادل د شرایطو څخه په استفادی سره د مسایلو حل: 53

4.3 د درېیم فصل لنډیز: 61

5.3 مسایل: 62

څلورم فصل

د کلکو اجسامو ستاتیک

1.4 عمومیات: 63

2.4 په کلکو اجسامو وارده قوې. 64

3.4 د قوې دانتقال قانون: 66

4.4 د قوې مومنټ (Moment of Force) 67

5.4 د مومنټ مقدار یا اندازه (Magnitude of Moment) 69

6.4 د مومنټ جهت (Direction of Moment) 69

7.4 دمومنټ و احدات: 70

8.4 د مو منټو نو محصله Resultant moment 70

9.4 د مومنټ اصول Principle of Moment: 74

10.4 د قوې مومنټ نظر یو محور ته: 80

11.4 د جوړه قوو مومنټ: 81

12.4 د جوړه یې مومنټ مساوي والی Equivalent of Couple 82

13.4د جوړه یې مومنټ محصله Resultant Couple Moment 83

14. 4د څلورم فصل لنډیز 86

پنځم فصل

د کلک جسم تعادل

1.5 عمومیات: 88

2.5 اتکا Support 89

3.5 ساختماني عناصر Structural Elements 92
4.5 د ساختمان ډولونه Types of structures 94
5.5 معينيت او نامعينيت 95
6.5 نامعين ستاتيكي سيستم 95
7.5 استوارې Stability 98
8.5 د استوارې لپاره شرايط 98
9.5 د ګاډرونو تعادل او د عكس العملونو محاسبه يې: 100
10.5 دايمي بار يا مړ بار Dead Load 101
11.5 د مړبارونوپيداكول Determination of Dead Load 101
12.5 د چوكاټ (Frame) تعادل او د عكس العملونو محاسبه يې: 138
13.5 د ترس Truss تعادل او د عكس العملونو محاسبه يې: 145
14.5د پنځم فصل لنډيز 160

شپږم فصل
د ترسونو تحليل

1.6 عموميات: **163**
2.6 د ترسونو ډيزاين **164**
3.6 ساده ترس Simple Truss **165**
4.6 د ترسونو تحليل د غوټوپه طريقه :(Analysis of trusses by joint method) **166**
5.6 د ترسونو تحليل د قطعى په طريقه 176
6.6 د شپږم فصل لنډيز: **180**

اووم فصل
د ثقل مركز

1.7 عموميات: **181**
2.7 د كتلې مركز Center of massn 183
3.7 د مركبو سطحو د ثقل مركز 186
4.7 د مرجع محور(Axis of reference) 186
5.7 د انرشيا مومنټ Moment of Inertia 192

6.7 د موازي محورونو تیوري Theorem of Parallel Axis 196
7.7 د دایروي مقطعې د انرشیا مومنټ 199
8.7 د مرکبو سطحو د انرشیا مومنټ 200
9.7 د اووم فصل لنډیز 203
10.7 مسائل **204**

اتم فصل
داخلي قوې

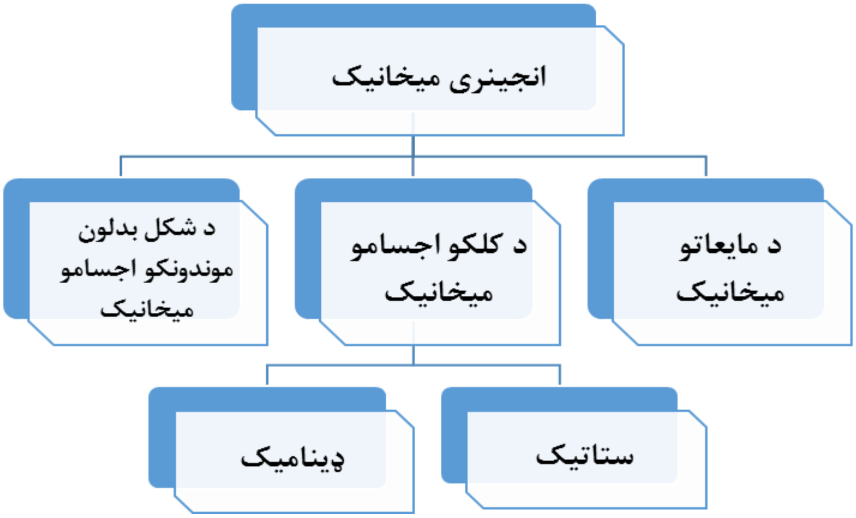
1.8 عمومیات: **206**
2.8 کوږوالي مومنټ *(Bending moment)* **206**
3.8ماخذونه 212

لومړی فصل
پیژندنه

1.1 عمومیات:

میخانیک د فزیک هغه برخه ده چې اجسام د قوو تر اغیزې لاندې د حرکت او سکون په حالت کې مطالعه کوي. او یا په بل عبارت انجینري میخانیک د قوو او په اجسامو باندې د قوو د عمل څخه بحث کوي.

په سیول انجینري میخانیک په درې برخو کې مطالعه کېږي چې د انجینیری ساختمانونو په ډیزاین کې اساسی رول لری.



1.1 شکل

۱- د کلکو اجسامو میخانیک. Mechanics of Rigid Bodies

کلک اجسام هغه اجسامو ته ویل کېږي چې د قوو د عمل له اثره شکل بدلون ونکړی. د میخانیک دغه برخه د انجینري عناصرو د تحلیل او ډیزاین لپاره اساس جوړوي چې په لاندې دوو برخو کې مطالعه کېږي:

A- ستاتیک: د میخانیک هغه برخه ده چې د اجسامو تعادل د سکون او ثابت سرعت سره د حرکت په حالت کې مطالعه کوي. ستاتیک په انجینری کې خاص اهمیت لري ځکه ډېر انجینري عناصر د تعادل په نظر کې نیولو سره ډیزاین کېږي.

B- ډینامیک: د میخانیک هغه برخه ده چې اجسام د حرکت په حالت کې د قوي تر اغیزی لاندي مطالعه کوي.

۲- د تغیر شکل موندونکو اجسامو میخانیک: Mechanics of Deformable Bodies

په سیول انجینری کې د کلکو اجسامو د میخانیک د مطالعی څخه وروسته د تغیر شکل موندونکو اجسامو میخانیک مطالعه کېږي د میخانیک پدي برخه کې د اجسامو د تعادل تر څنګ په اجسامو باندي د داخلي قوو تاثیرات (د شکل بدلون) هم مطالعه کېږي.

۳- د مایعاتو میخانیک: Fluide Mechanics

دا هم د انجینري میخانیک مهمه برخه تشکېلوي چې د مایعاتو پوری تړلې قوانین مطالعه کوي.

2.1 اساسي مفاهیم: Fundamental Concepts:

مخکې له دی چې د انجینری میخانیک په مطالعی پیل وکړو ځینې اساسي مفاهیم تر بحث لاندي نیسو.

1. **اساسي کمیتونه:** Basic Quantities

لاندې اساسي کمیتونه په انجینری میخانیک کې استعمالیږي.

اوږودوالی (Length)**:** په فضا کې د یوي نقطې موقیعیت د ټاکلو او همد ارنګه د یو فزیکې جسم د اندازی د ټاکلو لپاره استعمالیږی.

وخت (Time)**:** د پېښو د پرلپسی والی نه عبارت دی. څرنګه چې ستاتیک کې اجسام د سکون په حالت کې مطالعه کېږي نود ستاتیک په اصولو کې وخت خاص ارزښت نلري اما په ډینامیک کې خاص رول لوبوي.

کتله (Mass)**:** د ذرو مجموعه چې جسم یې جوړ کړی کتله بلل کېږي.

قوه (Force)**:** د یو جسم عمل په بل جسم عبارت له قوې شخه دی. او یا قوه د یو جسم لخوا د بل جسم کش کولو (Pulling) او یا ټیله کولو (Pushing) شخه عبارت دی. قوه کېدای شي د تماس پواسطه لکه د موټر وزن په سرک، او یا هم په یوه فاصله کې عمل وکړي لکه د جاذبې او یا مقناطیسي قوه.

قوه کولای شي یو متحرک جسم د سکون حالت ته راولي او یا یو ساکن جسم متحرک کړي . نو کولای شو ووایو قوه هغه عامل دی چې جسم د حرکت یا سکون په حالت کې واقع کړي.

2. **په ستاتیک کې فرضیې:** په ستاتیک کې د مسایلو د اسانتیا لپاره ځینې فرضیې یا تصورات وجود لري چې په لاندې ډول یې تربحث لاندې نیسو .

a. **ذره یا نقطوي جسم (**Particle**):**

عبارت له هغه جسم شخه دی چې کتله ولري اما د ابعادو شخه یې صرف نظر شوی وی. دا اصطلاح په داسې مسایلو کې اجسامو ته استعمالووچې په نوموړی مسله کې جسم ابعاد کوم رول ونه لري.

b. **کلک جسم (**Rigid Body**):**

عبارت د هغه جسم شخه دی چې د مختلفو ذرو شخه جوړ شوی وی او د ذرو تر منځ فاصلې یې د قوې د عمل شخه د مخه او وروسته تغیر ونکړي.

په حقیقت کې هیڅ داسې جسم وجود نلري چې د قوې له اثره د شکل بدلون ونکړی دا چې په ستاتیک کې په اجسامو د قوو خارجي تاثیرات (تعادل) مطالعه کېږي نو د کلک جسم شخه هدف هغه جامد اجسام دي چې دوارده قوو له اثره ناچېزه د شکل بدلون وکړي او د جامد اجسامو ناچېزه بدلون په تعادل خاص اثر نلري نو ځګه په ستاتیک د مسایلو د اسانتیا لپاره دجسم د شکل بدلون شخه صرف نظر کېږي اود کلک جسم اصطلاح ورته کاروی ،آما کله چې د موادو مقاومت مضمون کې په همدی جامدو اجسامودقوې داخلي تاثیرات او د اجسامو تخریب او ډیزاین مطالعه کېږي. نو بیا اجسامو ته کلک اجسام نه شو ویلي او هلته یې د شکل بدلون هم په نظر کې نیسو اومطالعه کوویې. ځکه د جامد جسم ډېره کمه اندازه د شکل بدلون د جسم په تخریب کې رول لري.

c. **متمرکز بار** Concentrated load

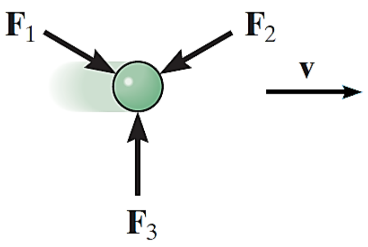
د خارجي قوې عمل ته بار ویل کېږي، نو کله چې یو جسم د بل جسم په نسبتا کوچنی برخه یا سطحه عمل وکړي نوموړی بار یا قوه په متمرکز شکل فرضیږی یعنی داسې فرضیږی چې په

يوه نقطه يې عمل کړی، لکه زمونږ وزن په فرش باندې او يا هم د يو ټاېر وزن په سرک او يا د ريل په پټلی.

3.1 د نيوټن قوانين:

د نيوټن قوانين په انجينری ميخانيک کې بنسټيز رول لري چې په لاندې ډول يې تشريح کوو.

- **لومړی قانون:** که چېرې يو جسم د سکون اويا په ثابت سرعت سره د حرکت په حالت کې وي(چې پدې حالت کې د ټولو وارده قوو محصله پرې صفر وی) نو نوموړی جسم خپل حالت ته تر هغه وخته پورې دوام ورکوي ترڅو يو بله غيرمتوازنه قوه پرې عمل وکړي.



Equilibrium

2.1 شکل

- **دوهم قانون:** کله په چې پر يو جسم غير متوازنه(*Unbalanced*) قوه عمل وکړي نوموړې جسم ته تعجيل ورکوي چې ددې تعجيل جهت د قوې د جهت مطابق او مقدار يې د قوې اوکتلې د نسبت په اندازه وی يعنې د قوې سره مستقيما او کتلی سره معکوسه رابطه لري.

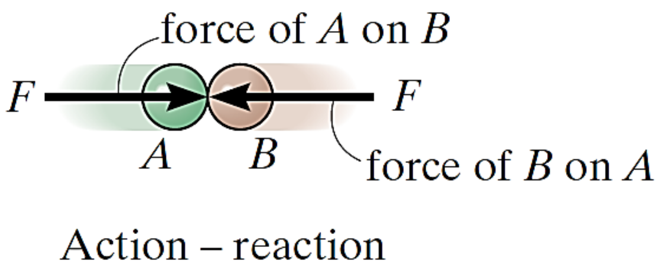
$$\mathbf{a} = \mathbf{F}/\mathbf{m}$$

$$\mathbf{F} = m\mathbf{a}$$

Accelerated motion

3. 1 شکل

- **دریم قانون:** د دوه جسمونو تر منځ د عمل او عکس العمل قوه سره مساوي مخالف الجهته او يوي تاثير کربښي لرونکې وی.

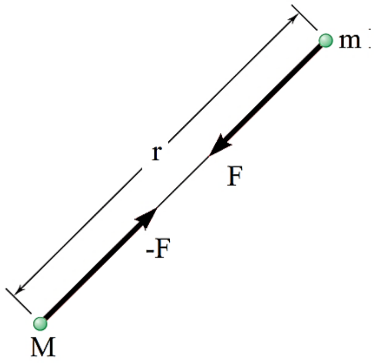


4.1 شکل

4.1 د نیوټن جاذبوي قانون:

د هردوه جسمونو تر منځ دجازبی یوه قوه وجود لري نومورې قوه د نیوټن پواسطه پورتنی د حرکت دری قوانینو څخه وروسته پیژندل شوي چې په لاندې ډول ده.

$$F= G\frac{m1.m2}{r^2}$$



5.1 شکل

په پورته فورمول کې F د دوه جسمونو ترمنځ جاذبی قوه، G جاذبوی ثابت چې قیمت يې نظر تجربوته $66{,}73.10^{-12}\ m^3/(kg.s^2)$ په نظر کې نیول کېږي. m_1 او m_2 د دواړو جسمونو کتلي او (r) د دواړو ترمنځ فاصله ده.

5.1 وزن Weight

د نیوټن جاذبوي قانون په اساس د هر دوه جسمونو تر منځ جاذبوي قوه وجود لري. که چېري یو جسم د ځمکي پر سطحه او یا ځمکې سطحي ته نژدي قرار ولري نو د ځمکې جاذبوي قوه چي مقدار يې زيات دي په جسم عمل کوي او ځان خواته يې کش کوي چې د جسم وزن بلل کېږي.

د نیوټن د جاذبوي قانون له مخي که چېري د جسم کتله m=m1 ، د ځمکې کتله m2=Me د جسم او ځمکې ترمنځ فاصله r په نظر کې ونیسو نو د جسم وزن به عبارت وی له:

$$W=G\frac{m.Me}{r^2}$$

د Me، r او G قیمتونه ثابت دی نو مساوي په g سره يې نيسو.

$$W = m.g$$

پورتني رابطه د F=m.a سره مقایسه کړو نو ګورو چې g موږ ته تعجیل راښايي چې د ځمکې او جسم تر منځ د فاصلی پوری اړه لري نو ځکه ویلي شو چې وزن ثابت ندي او د (r) تغیر سره وزن تغير کوي. خو په اکثره انجینري مسایلو کې g=9.81 ثابت په نظر کې نیول کېږي.

6.1 د اندازه ګیرۍ واحدات Units of Measurement

څلور اساسي کمیتونه، کتله، وخت، طول او قوې مستقل کمیتونه نه دی بلکه یو له بله سره د لاندې رابطې په اساس تړلي دي.

$$F = m \cdot a$$

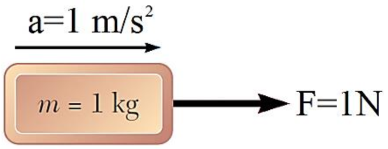
د پورتني رابطې په اساس دري کمیتونه اساسي او څلورم کمیت يې د دري اساسي کمیتونو څخه په اشتقاقي ډول لاسته راځي.

په عمومی ډول د اندازه ګیری دوه سیستمونه وجود لري .

7.1 د واحداتو بین المللی سیستم یا میتریک سیستم (SI Units):

پدي سیستم کې اساسي واحدات هر یو، کتله په kg طول په متر او وخت په sec اندازه کېږي د قوې واحد د F=m.a رابطې په اساس لاسته راځي چې په نیوټن اندازه کېږي. نو یو نیوټن قوه عبارت له هغه مقدار قوې څخه دي چې 1kg کتلې ته د $1m/_{sec^2}$ په اندازه تعجیل ورکړي.

$N = kg.{}^{m}/_{sec^2}$



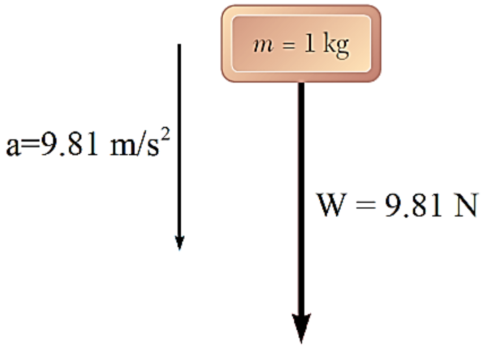
6.1 شکل

که چېري یو جسم 1kg کتله ولري اوپه ستندرد موقعیت کې قرار ولري وزن یې عبارت دي له :

$W = m.g \qquad g = 9,81{}^{m}/_{sec^2}$

$W = 1kg.\ 9,81{}^{m}/_{sec^2} = 9,8\ 1N$

نو د یو کېلو ګرام کتلي وزن به 9,81 N وي.



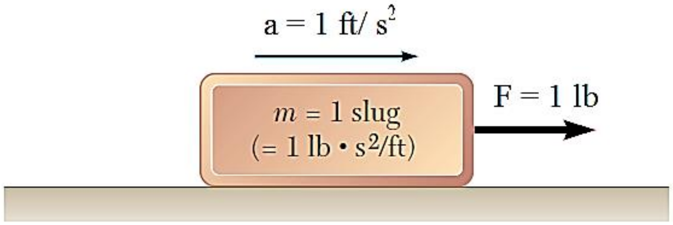
7.1 شکل

8.1 د(FPS) سیستم (US Customary units):

پدي سیستم کې اساسي واحدات په ترتیب سره وخت په ثانیه، طول په فوټ او قوه په پونډ اندازه کېږي. اشتقاقي واحد په دي سیستم کې کتله ده چې په سلګ اندازه کېږي.

$$F = ma \qquad 1lb = (1\ slug)\left(1\ \frac{ft}{s^2}\right)$$

$$1\ slug = \frac{1\ lb}{1\ ft/s^2} = \ 1lb \cdot \frac{s^2}{ft}$$



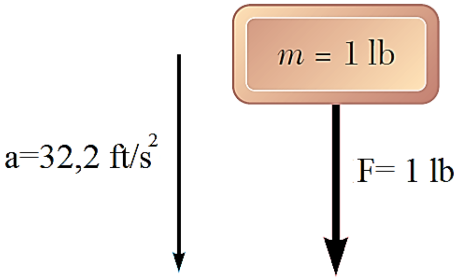
8.1 شکل

که چېري یو جسم په ستندرد حالت کې قرار ولري نو وزن یې عبارت دي له:

$W = m.\ g \qquad g = 32{,}2\,{}^{ft}/_{s^2}$

$W = m.\ g = slug.\ 32{,}2\,{}^{ft}/_{s^2} = \mathbf{32,3lb}$

یو جسم چې یو Slug کتله ولري په ستندرد حالت کې 32,2 lb وزن لري.



10.1 شکل

Name	Length	Time	Mass	Force
International System of Units SI	meter m	second s	kilogram kg	newton* N $\left(\frac{kg \cdot m}{s^2}\right)$
U.S. Customary FPS	foot ft	second s	slug* $\left(\frac{lb \cdot s^2}{ft}\right)$	pound lb

*Derived unit.

1.1 جدول (د واحداتو سیستمونه)

9.1 د واحداتو تبدیلول:

لاندېني جدول د واحداتو تبدیلول د دواړو سیستمونو تر منځ راښايي همدارنګه باید په یاد ولرو چې:

1ft=12 in

5280 ft=1 mile

1000 lb= 1 kip (kilo-pound)

2000lb= 1ton

Quantity	Unit of Measurement (FPS)	Equals	Unit of Measurement (SI)
Force	lb		4.448 N
Mass	slug		14.59 kg
Length	ft		0.304 8 m

2.1 جدول (د واحداتو تبدیلول)

په دې کتاب کې زیاتره مسایل په متریک سیستم حل شوي دي.

کله چې یو مقدار په متریک سیستم کې ډیر لوی او یا ډیر کوچنی شی نو د ځینو مختاړو څخه کار اخلو چې په لاندې ډول دی.

	Exponential Form	Prefix	SI Symbol
Multiple			
1 000 000 000	10^9	giga	G
1 000 000	10^6	mega	M
1 000	10^3	kilo	k
Submultiple			
0.001	10^{-3}	milli	m
0.000 001	10^{-6}	micro	μ
0.000 000 001	10^{-9}	nano	n

3.1 جدول

10.1 وکتورونه Vectors

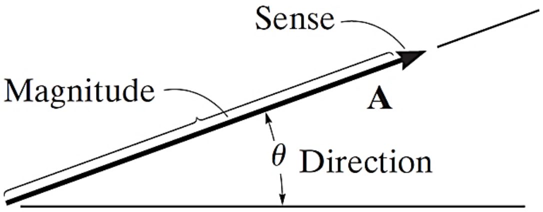
دا چې قوه یو وکتوری کمیت دی او د وکتور ټول قوانین پری د تطبیق وړ دی نو لومړی د وکتور په پیژندنه او قوانینو بحث کوو ترڅو د قوو په مسایلو کې تری کار واخلو.

په انجینری میخانیک کې ټول فزیکې کمیتونه په دوه ډوله اندازه کېږي.

سکالري کمیتونه: عبارت له هغه کمیتونو څخه دی چې یواځې د مقدار (Magnitude) له مخې اندازه کېږي. لکه کتله ، وخت او طول.

وکتوری کمیتونه:هغه کمیتونه دی چې د مقدار تر څنګ جهت ته هم ضرورت ولري لکه قوه ،مومنټ او داسې نور.

د وکتور ښودنه:وکتور په ګرافیکې ډول د غشی پواسطه ښودل کېږي چې د غشی طول د وکتوری کمیت مقدار (Magnitude) ، د غشی انجام د وکتوری کمیت لوری (Sence) او د غشی زاویه د ټاکلی محور سره د وکتور (Direction) یا جهت ښایې.



10.1 شکل

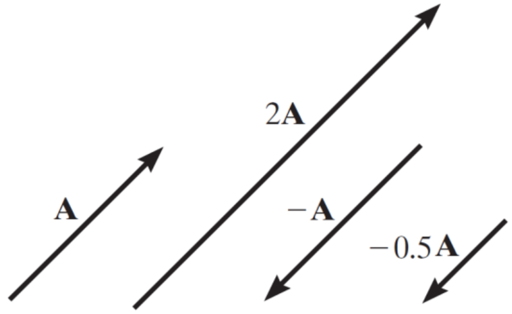
د وکتور د تاثیر کرښه د هغې کرښې څخه عبارت ده چې د وکتور د طول په امتداد دواړو خواو ته ادامه ولري، وکتورونه کیدای شي ازاد (Free) ښویدونکی (Sliding) او یا هم سخت (Fixed) حالت ولری.

که چیرې د وکتور د تاثیر کرښه مشخص نه وي ازاد وکتور بلل کېږي، نوموړی وکتور یواځې د جهت او مقدار له مخې مشخص کېږي. که چیرې وکتور د تاثیر مشخصه کرښه ولري اما د عمل نقطې تغیر یې د جسم په حالت کې تغیر رانه ولي ښوویدونکی وکتور بلل کېږي چې د چې د تاثیر کرښی او مقدار له مخی مشخص کېږی لکه په کلکو اجسامو وارده قوې، همدارنګه که چیرې د وکتور د عمل نقطه مشخصه وي نو ورته Fixed یا سخت وکتور ویلای شو چې د تاثیر کرښی ، مقدار او د عمل نقطی په واسطه مشخص کېږی لکه په تغیر شکل موندونکو اجسامو وارده قوې.

11.1 د وکتورونو عملیې:

د وکتورونو ضرب او تقسیم:

که چېرې یو وکتور د یو مثبت سکالر سره ضرب او یا پرې تقسیم شی د وکتور په کمیت کې په هماغه اندازه تغیر راځی. او که چېرې د منفی عدد سره ضرب او یا پرې تقسیم شی د وکتور مقدار او لوری دواړو کې تغیر راځي.

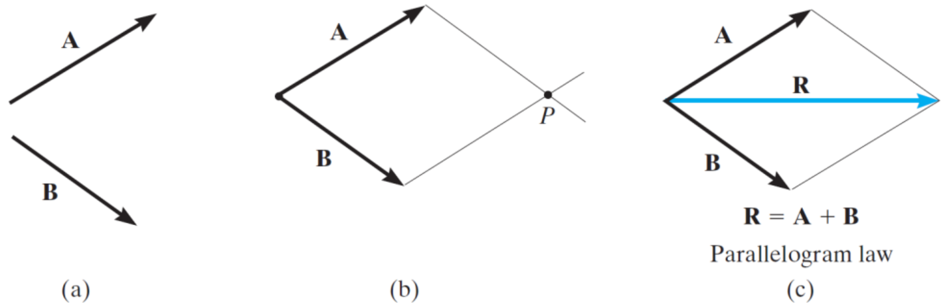


11.1 شکل

12.1 د وکتورونو جمع کول:

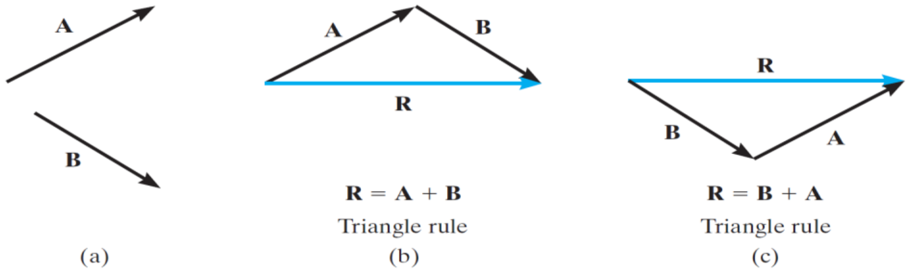
وکتورونه کولای شو د متوازی الاضلاع او یا انتقال په طریقه سره جمع کړو.

د متوازی الاضلاع په طریقه کې دلاندې شکل مطابق لومړی د A او B وکتورونو مبدا ګانی سره وصلوو بیا د A وکتور د انجام څخه د B سره موازی او د B وکتور د انجام څخه د A وکتور سره موازی کرښه رسموو چې دواړه په یوه نقطه (P) کې قطع کوي. د p نقطه له مبدا سره وصلووچې لاسته راغلی وکتور د A او B محصله یا مجموعه ده.



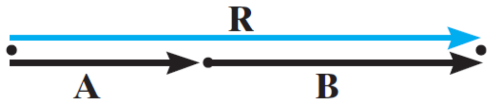
12.1 شکل

همدارنګه کولای شو وکتورونه د مثلث په شکل د انتقال یا (Head to tail) میتود په طریقه هم سره جمع کړو داسې چې د A وکتور په خپل ځای پریږدو او د B په مساوی او موازی ډول داسې انتقالوو چې د B وکتور مبدا د A وکتور سره وصل شی بیا د B وکتور انجام د A وکتور له مبدا سره وصلوو چې همدا لاسته راغلی وکتور یې محصله ده.



شکل 13.1

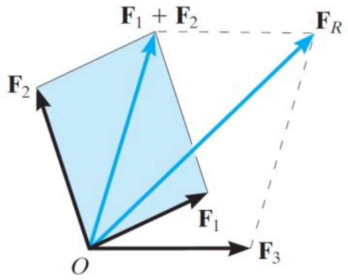
په خاص حالت کې که د A او B وکتورونه د یوی تاثیر کرښی لرونکې وی یعنی یو د بل په امتداد واقع وی نومحصله یې راسآ د دواړو الجبری مجموعی څخه لاسته راځی.



$$R = A + B$$

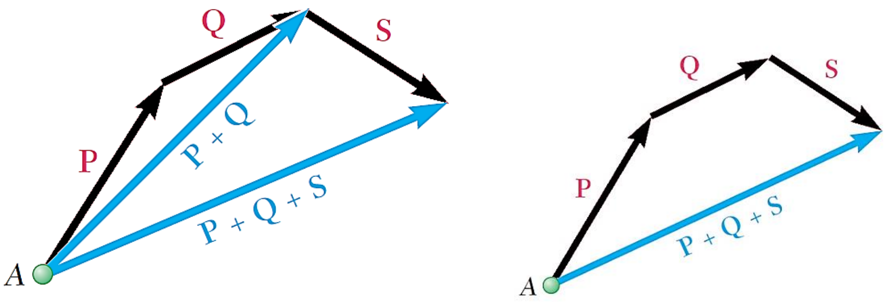
شکل 14.1

که چېرې د وکتورونو تعداد له دوه څخه زیات وی په متوازی الاضلاع طریقه کې یې لومړی ددوه وکتورونو محصله لاسته راوړو او بیا د دې محصلی اودریم وکتور محصله لاسته راوړو په همدی ترتیب سره مخ ته ځو.



شکل 15.1

خو کله چې وکتورونه له دوه څخه زيات وی اسانه طريقه يې د (head to tail) ميتود دی.



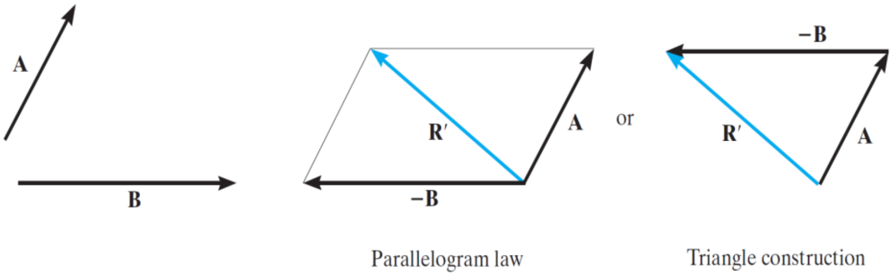
16.1 شکل

د وکتورونو تفريق:

د A او B دوه وکتورونو تفاضل حاصل يا محصله په لاندې ډول لاسته راوړو.

$$\mathbf{R} = \mathbf{A} - \mathbf{B} = \mathbf{A} + (-\mathbf{B})$$

د پورتنی رابطی گرافيکې شکل په لاندې ډول ښودلای شو.

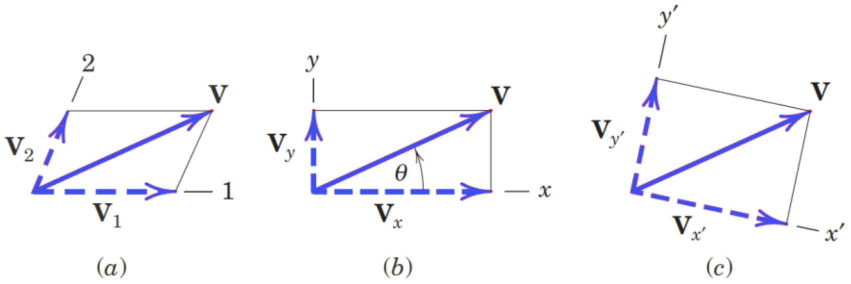


17.1 شکل

13.1 د وکتورونو مرکبې:

په پورته ډول که چيرې د څو وکتورونو مجموعې څخه محصله وکتور لاسته راشي، نوموړي وکتورونه يې مرکبې بلل کېږي. په خاص حالت کې که چيرې نوموړې مرکبې يو پر بل عمود وي مستطيلي مرکبې بلل کېږي.

په لاندې شکل کې V_1 او V_2 د V وکتور مستطيلي مرکبې دي.

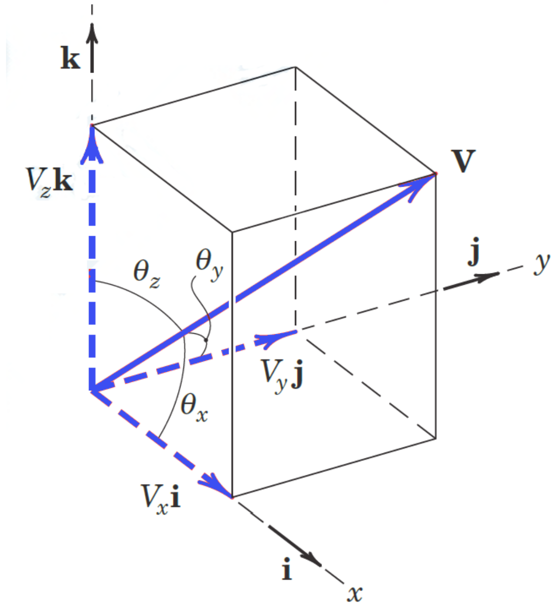


18.1 شکل

دا حتمي نه ده چې د x او y محورونه دي همېشه په عمودي او افقي حالت کې قرار ولري.بلکې کولای شو د ضرورت مطابق لکه څنګه چې په پورته شکل کې ښودل شوی د یو وکتور مستطیلي مرکبې لاسته راوړو د یو وکتور او مستطیلي مرکبو ترمنځ یې لاندې روابط وجود لري.

$$v^2 = vx^2 + vy^2 \qquad \tan\theta = \frac{vy}{vx}$$

همدارنګه که چیرې یو وکتور په فضاء کې (درې بعدي) تر نظر لاندې ونیسو. نو په دې حالت کې یې محصله او د مرکبو وکتوري ښودنه د x، y او z په محورونو په لاندې ډول ده.



19.1 شکل

مسائل:

د یو موټر وزن په نیوټن لاسته راوړئ چې کتله یې 1400kg ده، همدارنگه د کتلې او وزن مقدارونه یې په انگلیسي سیستم کې محاسبه کړئ.

20.1 شکل

حل: -

$$w = m..g \quad 1400.(9.81) \Rightarrow 13730N$$

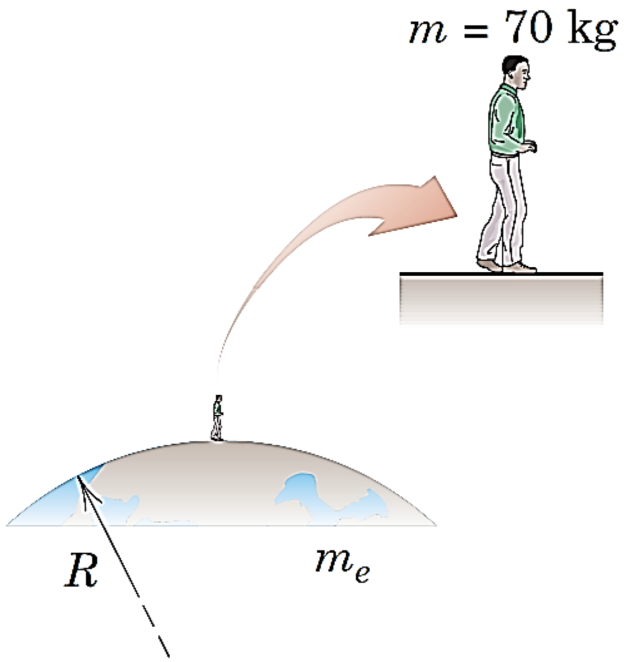
د واحداتو د تبدیلولو د جدول څخه پوهېږو چې:

$$m = 1400kg\left[\frac{slug}{14,594kg}\right] = 95,9slugs$$

د موټر وزن په lb باندې:

$$w = m..g \quad (95,9)(32,2)\ 3090\ lb$$

دوهم مثال: د نیوټن د جاذبوي قانون څخه په استفاده د یو شخص وزن چې 70gk کتله لري محاسبه کړئ، بیا د $w = m..g$ فورمول څخه په استفاده یې وزن پیدا او دواړه ځوابونه سره مقایسه کړئ.



شکل .21.1

حل:

$$w = G\frac{m_e.m}{r^2} = \frac{(6,673.10^{-11})(5,979.10^{24})(70)}{(6371.10^3)^2} = 688N$$

$$w = m..g = 70(9,81) = 687N$$

مثال: د $2km/_h$ تاسې $m/_s$ ته تبدیل کړئ او هم ووایاست چې خومره $ft/_s$ کېږي.

حل:

ځرنګه چې 1km =1000m او 1h=3600s کېږي نو.

$$2km/_h = \frac{2km}{h}(\frac{1000m}{km})(\frac{1h}{3600s})$$

$$= \frac{2(1000m)}{1(3600s)} = \frac{2000m}{3600s} = 0,556\,m/_s$$

خرنگه چې (1ft= 0,3048m) او (1m=3,28ft) کېږي نو

$$0,556 \, {}^{m}\!/_{s} = 0,556 \frac{3,28}{s} ft = 1,82 \, {}^{ft}\!/_{sec}$$

مثال: SI په سیستم کې د مناسب وروستاړی په کارولو سره لاندې مقدار محاسبه کړئ.

(a) (50 mN) (6 GN)

(b) (400 mm) $(0,6\ \text{MN})^2$

(c) 45 MN^3/ g00 Gg

حل:

لومړی ټول مقدار په اساسي واحداتو تبدیلوو.

لومړی مقدار

$$(50mN)(6GN) = [50.(10)^{-3} N][6(10)n]$$
$$= 300(10)^6 N^2 = 300.(10)^6 (KN)^{-3}$$
$$= 300.(10)^6 (10^3 KN)^2 = 300.10^6.10^{-6} KN^2$$
$$= 300KN^2$$

نوټ: دا باید په یاد ولرو چې –

$$KN^2 = (KN)^2 = (10^3 N^2) = 10^6 N^2$$

دوهم مقدار:

$$(400mm)(0,6MN)^2 = [400(10^{-3})m][0,6(10^6)N]^2$$
$$= [400(10^{-3})m][0,36(10^{12})N^2]$$
$$= 144(10^9)m.n^2 \Rightarrow 144Gm.N^2$$

همدارنګه کولای شو ولیکو:

$$144(10)^9 m.N^2 = 144m.(10^{-6} MN)^2 = 144m.10^{-12} MN^2$$
$$= 0,144m.MN^2$$

درېیم مقدار:

$$\frac{45MN^3}{900Gg}=\frac{45(10^6N)^3}{900(10^6)kg}=\frac{45.10^{18}N^3}{900.10^6KG}$$

$$=50(10)^g\,N^3\!/kg=50.10^g\,\frac{(10^{-3}KN)^3}{kg}$$

$$=50\,KN^3\!/kg$$

14.1 د لومړي فصل لنډیز

په دې فصل کې د میخانیک او ستاتیک پیژندنه، اساسي مفاهیم او په ستاتیک کې فرضیې د واحداتو پیژندنه، یو پر بل تبدیل او د وکتورونو پیژندنه ولوستل شوه. د دې فصل د لوستلو په نتیجه کې به تاسې د ستاتیک د پیژندنې تر څنګ په دې وتوانېږي چې یو وکتور مستطیلي مرکبې لاسته راوړي.

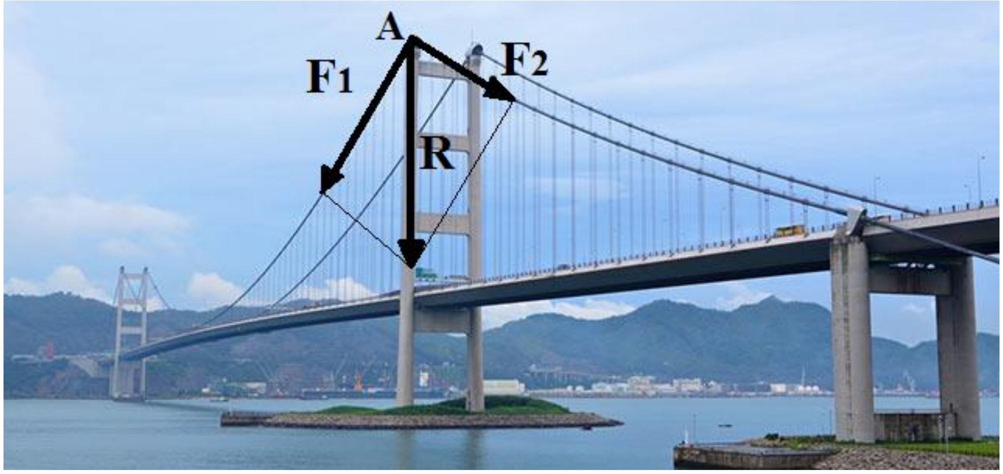
همدارنګه واحدات یو پر بل تبدیل او د نیوټن د قوانینو څخه په استفاده د یو جسم وزن پیداکړئ.

دويم فصل
د نقطوي جسم ستاتيک
Statics of Particles

2 .1 عموميات:

د دي لپاره چي يو انجينر وکولای شي ساختمانونه ډيزاين کړي، نو د ساختمان په يوه نقطه باندې د وارده قوو په تاثيراتو بايد وپوهېږي.

د مثال په ډول په لاندې شکل کې ګورو چې د پل د پايې په پورتنۍ (A) نقطه کې دوه قوې (F_1, F_2) د کيبلونو پواسطه واقع شوي چې يو يې د پل پايه يو خوا او بل يې بله خوا کش کوي.که چيرې د دواړو قوو تاثيرات مطالعه کړو نوموړې قوې پايه په کوږوالي کې نه بلکې په فشار کې واقع کوي چې د پايې په ډيزاين کې د F1 او F2 قوې نه بلکه ددوی معادله قوه يا محصله R چې پايه په فشار کې واقع کوی په نظر کې نيول کېږی . نو په دی اساس که چيرې د يو جسم په يوه نقطه څو قوی عمل وکړی مونږ بايد په لمړی قدم کې نوموړی قوی په يوه معادله قوه تبديل کړو او بيا ډيزاين پرمخ يوسو.



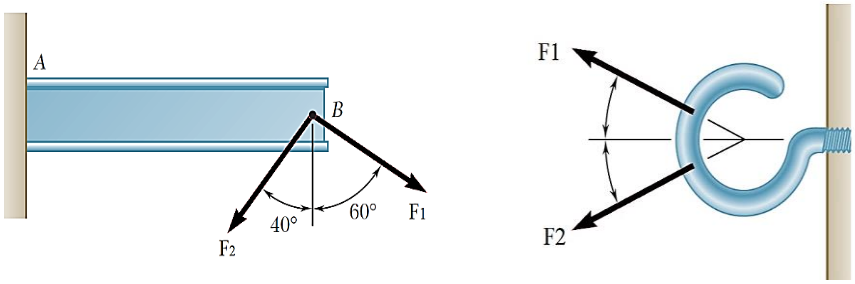
2 .1شکل

د ستاتيک په دې برخه کې همدې مثال ته ورته مسائل چې د جسم په يوې نقطې د څو قوو تاثيرات د يوې معادلې قوې پواسطه ښودل چې محصله قوه بلل کېږي بيان شوی.

خرنگه چې په دې ډول مسائلو کې د جسم ابعاد رول نلري بلکې يواځې د جسم په يوه نقطه د وارده قوو تاثيرات مطالعه کېږي نو په دې اساس ورته ذروي يا نقطوي جسم ستاتيک وايي.

2.2متلاقي قوې Cuncurent Forces

که چېرې د يو جسم په يوه نقطه څو قوې واردې شی نوموړو قوو ته متلاقي قوې وايې يا په بل عبارت که چېرې د څو قوو د تاثير نقطه يوه وی متلاقي قوې بلل کېږي.



2.2 شکل

3.2 د متلاقي قوو محصله:

د دوه يا څو متلاقي قوو تاثيرات کولای شو د يوې قوې په واسطه وښايو چې نوموړې قوې ته د متلاقي قوې محصله وايي.

4.2 د متلاقي قوو محصله په دوه بعدي سيستم (سطحه) کې:

محصله قوه په لاندې طريقو سره محاسبه کېږي.

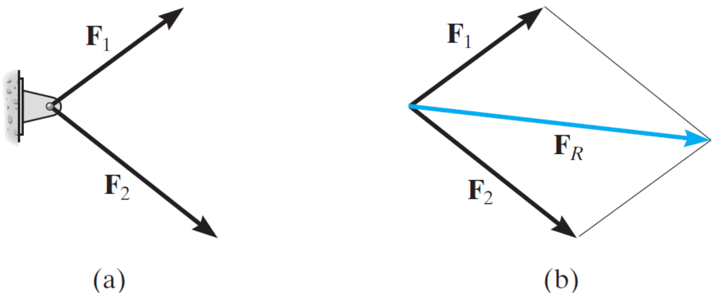
۱. د متوازی الاضلاع طريقه   ۲. د مستطيلی مرکبوطريقه

۱). د متوازی الاضلاع په طريقه:

دا طريقه دوه مرحلی لري لمړی مرحله يې ګرافيکي او دوهمه يې تحليلي يا مثلثاتي مرحله ده.

ګرافیکي مرحله :

په دې مرحله کې د راکړل شوو قوو څخه متوازی الاضلاع جوړوو د مثال په ډول لاندې شکل په نظر کې نیسو ،لومړی د F_1 قوې د انجام څخه د F_2 سره موازی رسموو او بیا د F_2قوې د انجام څخه د F_1 سره موازی رسموو د تقاطع نقطه د قوو د مبدا سره وصلوو.چې همدا د F_1او F_2قوو محصله ده.

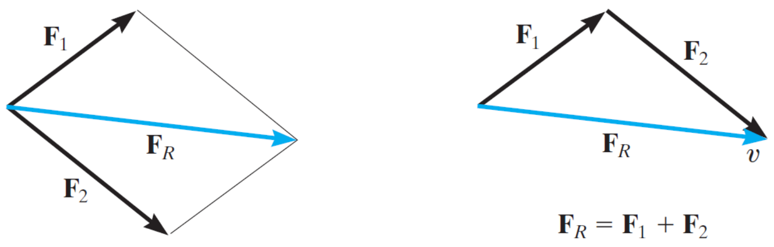


3.2 شکل

په پورتنی مثال کې F_1 او F_2 د F_R مرکبې او F_R د دې مرکبو محصله ده

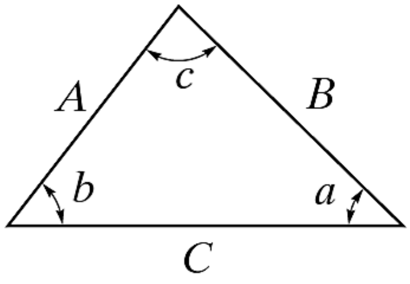
تحلیلي یامثلثاتي مرحله :

په دې مرحله کې لومړی د متوازی الا ضلاع یوه برخه چې مثلث تشکېلوي په نظر کې نیسو.



4.2 شکل

بیا په یوه مثلث کې چې د مثلث دوه ضلعی مرکبې او یوه ضلعه یې محصله تشکېلوی د ساین او کوساین قضیه تطبیقوو او مجهول کمیتونه لاسته راوړو.
نوموړې قضیې په لاندې ډول دی او په هر ډول مثلث کې د تطبیق وړ دی.



5.2 شکل

Cosine law:

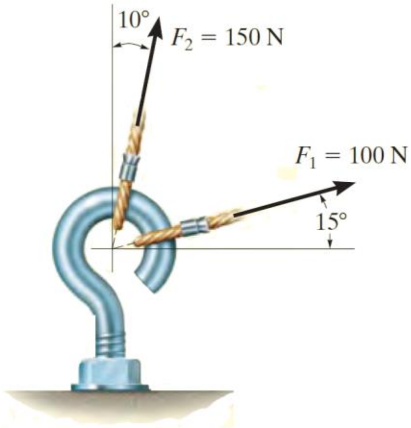
$$C = \sqrt{A^2 + B^2 - 2AB\cos c}$$

Sine law:

$$\frac{A}{\sin a} = \frac{B}{\sin b} = \frac{C}{\sin c}$$

1.2مثال:

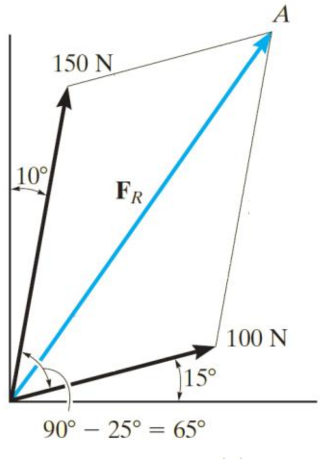
يو چنګک د لاندې شکل مطابق د دوه قوو تر اغيزی لاندې راغلی تاسی د نومړو قوو د محصله قوې مقدار او د x محور مثبت جهت سره زاويه محاسبه کړی.



6.2 شکل

ګرافيکې حل:

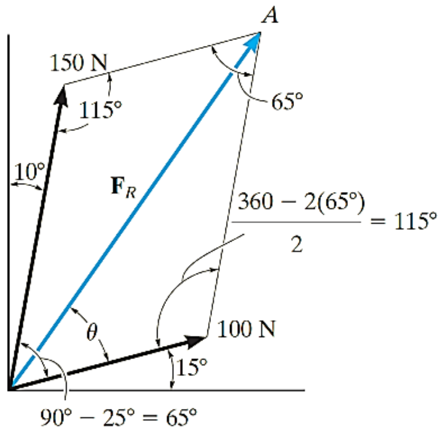
لومړی يې محاسبوی شيما د X او y په محوراتو کې رسموو او متوازی الاضلاع تشکيلوو. چې محصله F_R لاسته راځی .



7.2 شکل

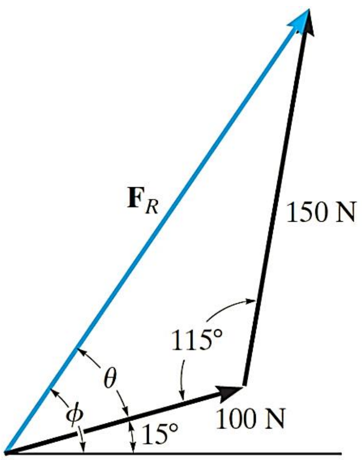
مثلثاتي (تحليلي) حل:

د معلومو زاويو او هندسی قوانينو څخه په استفاده کولای شو په لاندې ډول زاويې پيدا کړو.



8.2 شکل

د پورته متوازی الاضلاع څخه يو مثلث يې په نظر کې نيسو ګورو چې د محصله قوې او د ټاکلي محور سره يې زاويه مجهوله ده چې د محصله قوې د محاسبی لپاره د کوساين د قضيې څخه استفاده کوو.



9.2 شکل

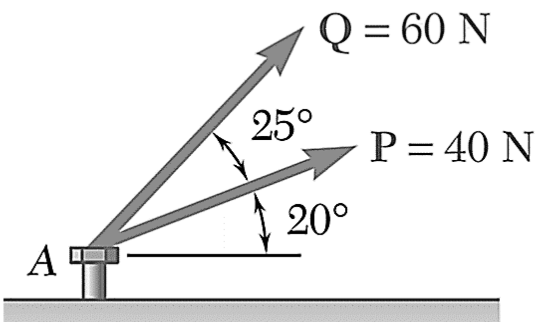
$$F_R = \sqrt{(100N)^2 + (150N)^2 - 2(100N)(150N)\cos 115^0}$$
$$= \sqrt{10000 + 22500 - 30000(-0.4226)} = 212.6\ N$$

همدارنګه د زاويې د پيدا کولو سره د ساين قضيې څخه استفاده کوو.

$$\frac{150\ N}{\sin\theta} = \frac{212.6\ N}{\sin 115^\circ} \qquad \sin\theta = \frac{150\ N}{212.6\ N}(\sin 115^0)$$
$$\theta = 39.8^0$$

2.2 مثال:

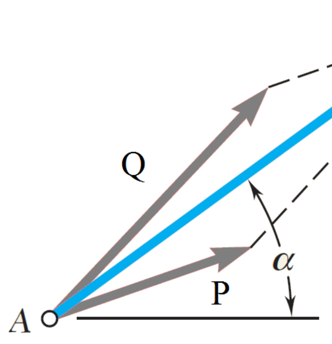
يو بولټ د لاندې شکل مطابق د دوه قوو تر اغيزې لاندې راغلی تاسی د محصله قوې مقدار او د X محور له مثبت جهت سره زاويه محاسبه کړی.



10.2 شکل

ګرافيکي حل:

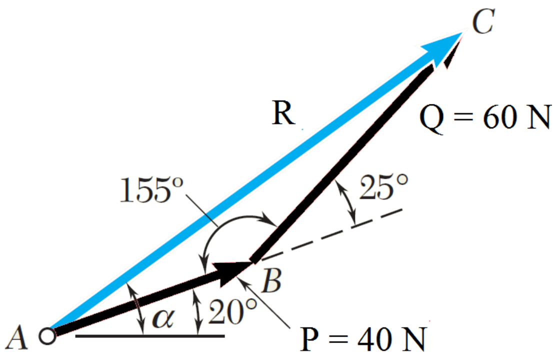
دلته هم د مخکې په شان لومړی متوازی الاضلاع تشکېلوو چې د A او B نقطې په وصل کولو سره محصله لاسته راځی باید په یاد ولرو چې د خطکش او نقالی څخه په استفاده هم کولای شو د محصله قوې مقدار او د (α) زاويه محاسبه کړو.



11.2 شکل

مثلثاتي (تحليلي) حل:

د مثلثاتي حل لپاره د متوازی الاضلاع يو مثلث په نظر کې نيسو او د معلومو قيمتونو څخه په استفادی لاندې زاويې پيدا کوو.



12.2 شکل

د محصله قوې د پيدا کولو لپاره د کوساين د قضيې څخه کار اخلو.

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

$$R = \sqrt{(40\ N)^2 + (60N)^2 - 2(40)(60)\cos 155^o}$$

$$R = 97.73\ N$$

همدارنگه د دې لپاره چې د پورتنی مثلث د A زاویه پیدا کړو د ساین قضیه استعمالوو.

$$\frac{\sin A}{Q} = \frac{\sin B}{R} \quad , \quad \frac{\sin A}{60} = \frac{\sin 155^o}{97.73}$$

$$\sin A = \frac{(60)\sin 155^o}{97.73}$$

د پورتنی محاسبی څخه لاسته راځی چې:

$$A = 15.04^0$$

اوس د محصله قوې زاویه د X محور سره په لاندې ډول لاسته راوړو .

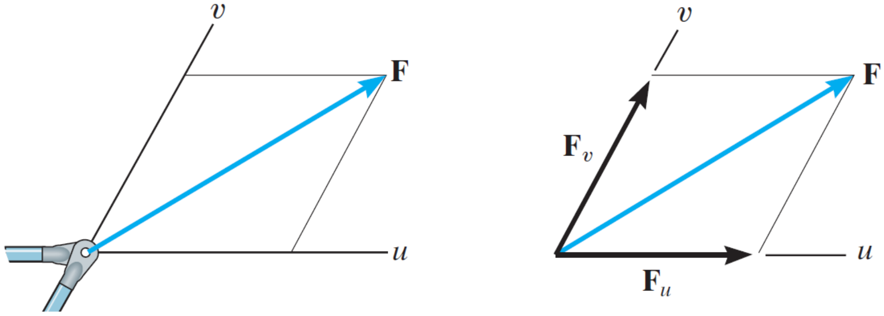
$$\alpha = 20^o + A = 20^o + 15.04^o = 35.04^o$$

په پورته مسایلو کې مو د دوه قوو محصله لاسته راوړله خو په ستاتیک کې ځینې مسائل داسې وي چې محصله یې معلومه وي اما یوه یا دواړه مرکبې یې مجهولې وي چې د دې ډول مسائلو د حل لپاره هم د پورتنی طریقې څخه استفاده کولای شو یعنې لومړی متوازی الاضلاع تشکیلوو او بیا یې په یو مثلث کې مثلثاتي تحلیل کوو. د مثال په ډول غواړو د F1 د قوې مرکبې د u او v په محوراتو چې زاویې یې معلومې دي لاسته راوړو.

گرافیکي حل:

څرنگه چې د F قوې مقدار معلوم دی نو د F د قوې د انجام څخه د u محور سره موازي رسموو، تر څو د V محور قطع او د V په محورمرکبه (Fv) لاسته راشی بیا د V محور سره موازي رسموو تر څو په U محور مرکبه (Fu) لاسته راشي.

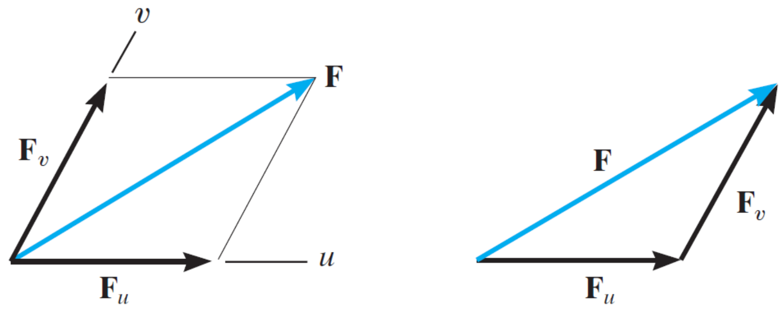
په دې ترتیب به متوازی الاضلاع تشکیله شي.



13.2 شکل

تحلیلي یا مثلثاتي حل:

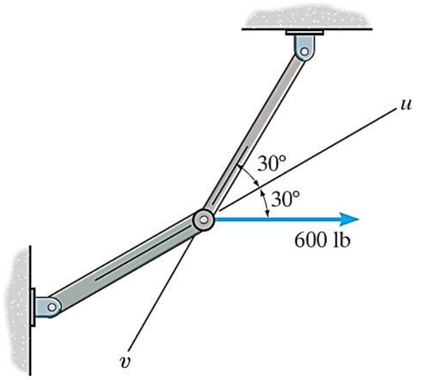
دلته نور د مخکې په شان یو مثلث یې په نظر کې نیسو او د ساین یا کوساین د رابطې څخه په استفاده مجهولې مرکبې پیدا کوو.



14.2 شکل

3.2 مثال:

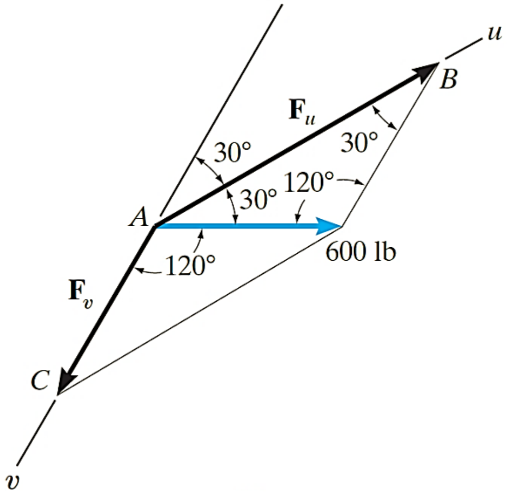
په شکل کې ورکړل شوی 600lb افقي قوې مرکبې د u او v په محورونو باندې لاسته راوړی.



15.2 شکل

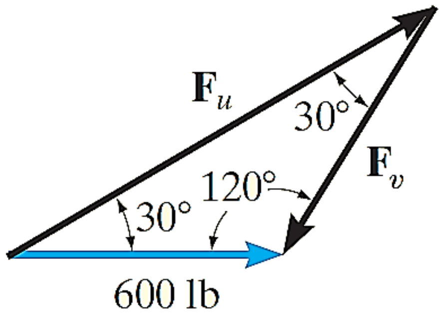
حل:

د نوموړې قوې مرکبې کولای شو چې د متوازی الاضلاع په طریقې لاسته راوړو داسې چې د600lb قوې د انجام نه د u محورسره موازي خط تر سیمووو تر څو د v محور دC په نقطه کې قطع کړي چې په دې ډول د V په محور مرکبه لاسته راځي په عین ډول د v محور سره موازی خط تر سیمووو تر څو د U محور دB په نقطه کې قطع کړي چې په دې ډول د U په محور مرکبه لاسته راځي.



16.2 شکل

د همدې متوازی الاضلاع نیمه برخه په نظرکې نیسو او د sin قضیه پرې تطبیقوو.



17.2 شکل

$$\frac{Fu}{\sin 120} = \frac{600lb}{\sin 30}$$

$$Fu = 1039lb$$

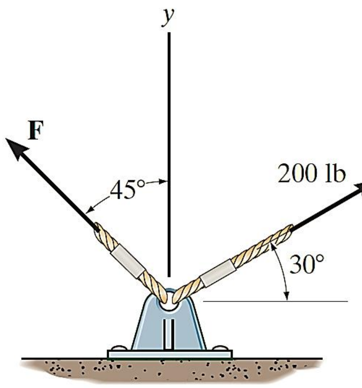
$$\frac{Fv}{\sin 30} = \frac{600lb}{\sin 30}$$

$$Fv = 600lb$$

د Fu قوې څخه معلومیږی چې ځینی وختونه د مرکبې قوې مقدار له محصله قوې نه هم زیاته وي.

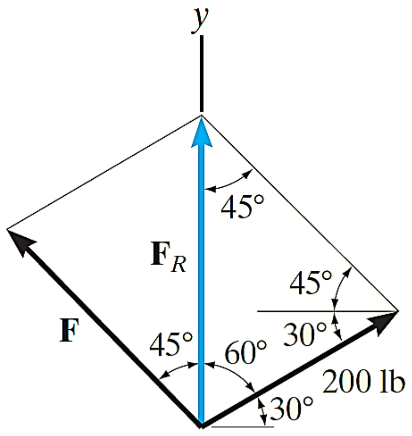
4.2 مثال:

په لاندې مثا ل کې که چیرې محصله قوه (F_R) د y محور په مثبت جهت منطبق وی، تاسی د محصله قوې او د یوی مرکبی (F) قیمت پیدا کړی.



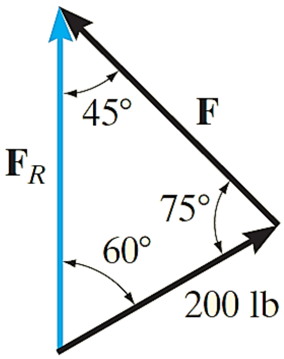
18.2 شکل

لومړی متوازی الاضلاع تشکېلوو څرنګه چې 200 lb قوه معلومه ده نو د متوازی الاضلاع د تشکیل شروع له همدې ځایه کوو یعنې د 200 lb قوې د انجام څخه د F سره موازي رسموو تر څو F مرکبه لاسته راشي. شکل ته په کتو یې زاویې لاسته راوړو.



19.2 شکل

د پورتنی متوازی الاضلاع یوه برخه په نظر کې نیسو.



20.2 شکل

په پورتنی مثلث کې د ساين دقضيې څخه په استفاده کولای شو مجهولی قوې لاسته راوړو.

$$\frac{F}{\sin 60^{\circ}} = \frac{F_R}{\sin 75^{\circ}} = \frac{200}{\sin 45^{\circ}}$$

$$\frac{F}{\sin 60^{\circ}} = \frac{200}{\sin 45^{\circ}} \quad \rightarrow \quad F = 245\ \text{lb}$$

$$\frac{F_R}{\sin 75^{\circ}} = \frac{200}{\sin 45^{\circ}} \quad \rightarrow \quad F_R = 273\ \text{lb}$$

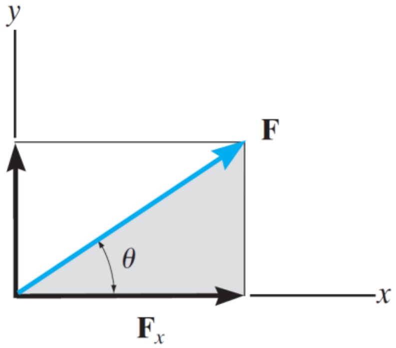
2) د محصله قوې پیدا کول د مستطیلي مرکبو په طریقه:

مخکې له دی چې د مستطیلی مرکبو په طریقه دمتلاقي قوو محصله پیداکړو ، لومړی د یوی قوې مستطیلی مرکبی پیژنو.

کله چې د یو ی قوې مرکبی د X او Y په محوراتو لاسته راوړو نوموړو مرکبو ته مستطیلی مرکبی وایې. یا په بل عبارت : که چېرې د یوی قوې مرکبی یو پر بل عمودی وی مستطیلی مرکبی بلل کېږي .

نوموړی مرکبی کولای شو په سکالري او هم وکتور ی شکل وښيو.

سکالري ښودنه: د لاندي شکل مطابق د F قوې مرکبې د متوازی الاضلاع په ډول لاسته راوړو. داسې چې لومړی د F قوې له انجام څخه د Y محور سره موازی رسموو تر څو د X محور قطع کړی چې دلته د X په محور مرکبه لاسته راځی. بیا د X محور سره موازی کربنه رسموو تر څو د Y محور قطع کړی چې دلته د Y په محور مرکبه لاسته راځی.

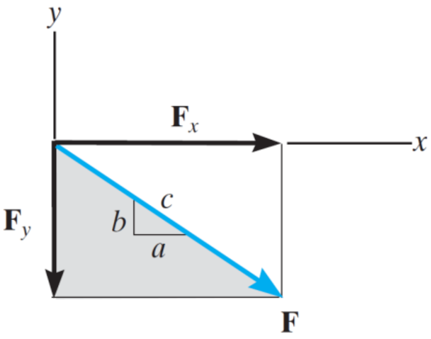


21.2 شکل

د سکالري قیمتونو د لاسته راوړلو لپاره یې په نښه شوی مثلث ته نظر لاندې نیسو چې قیمتونه یې په لاندي ډول لاسته راځی.:

$$Fx = F \cdot \cos\theta \quad \text{and} \quad Fy = F \cdot \sin\theta$$

په پورتني مثال کې د F قوه د θ زاویې پواسطه ښودل شوی کېدای شی ځینې وخت د قوې جهت (Direction) د یو کوچنی مثلث پواسطه وښودل شی چې په دی صورت کې یې مرکبې په لاندي ډول لاسته راوړو:



22.2 شکل

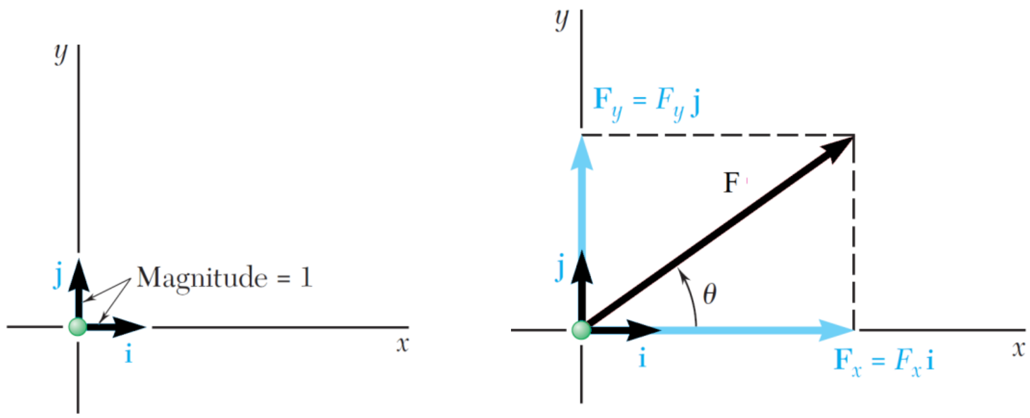
دا چې کوچنی او لوی مثلثونه مشابه دی نواضلاع یې متناسبی دی.

$$\frac{F_x}{F}=\frac{a}{b} \quad , \quad F_x = F\left(\frac{a}{b}\right)$$

$$\frac{F_y}{F}=\frac{b}{c} \quad , \quad F_y = -F\left(\frac{b}{c}\right)$$

وکتوری ښودنه:

کولای شو د یوی قوې د X او Y مستطیلی مرکبی په وکتوری ډول ارایه کړو ، د i او j واحد وکتورونه د مرکبو جهت مشخص کوي.

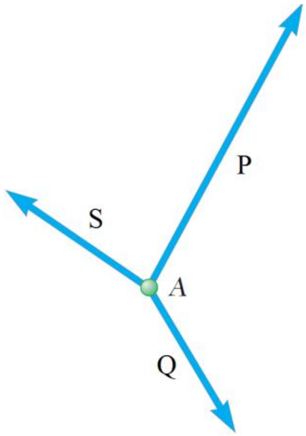


$$F = F_x i + F_y j$$

23.2 شکل

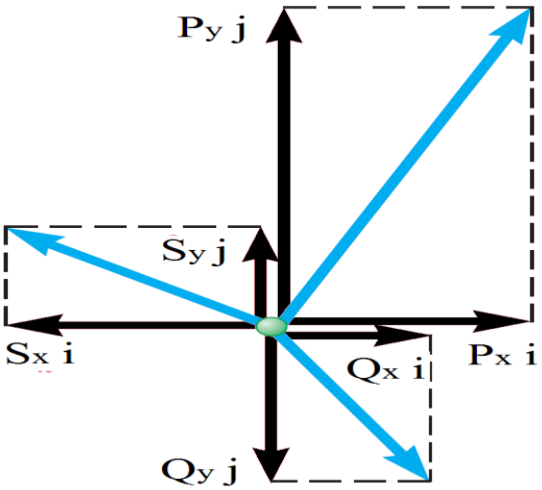
متلاقي قوې د محصلی لاسته راوړل د قوو د مستطیلی مرکبو د پیدا کولو په طریقه کې لاندي مراحل تعقیبوو.

غواړو د P ،Q او S متلاقي قوو محصله لاسته راوړو.



24.2 شکل

لومړی : د راکړل شوی P، S او Q قوو ته د قایم وضعیه کمیاتو په محور کې ځای ورکوو او مستطیلي مرکبې یې پیدا کوو

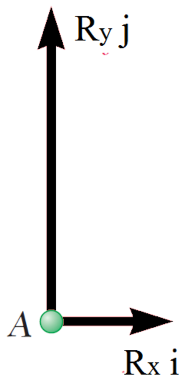


25.2 شکل

دوهم : د xاو y پر محورونو د مرکبو الجبری مجموعه لاسته راوړو د محورنو مثبت او منفي جهتونه پہ نظر کې نيسو .

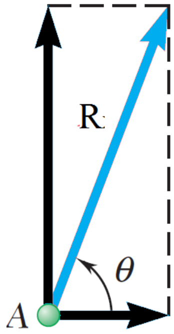
$$\rightarrow^{+} \quad \sum F_x = R_x = Q_x + P_x - S_x$$

$$\uparrow^{+} \quad \sum F_y = R_y = P_y + S_y - Q_y$$



26.2 شکل

دريم : گورو چې مونږ ته دوه مقدارنه Rx او Ryچې د x او y پر محورنو د مرکبو الجبری مجموعې دي لاسته راځي Rx او Ry پہ حقيقت کې د محصله قوې مستطلي مرکبې دي چې د قايم وضعياتو پر محور يې پہ نښه کوو .



27.2 شکل

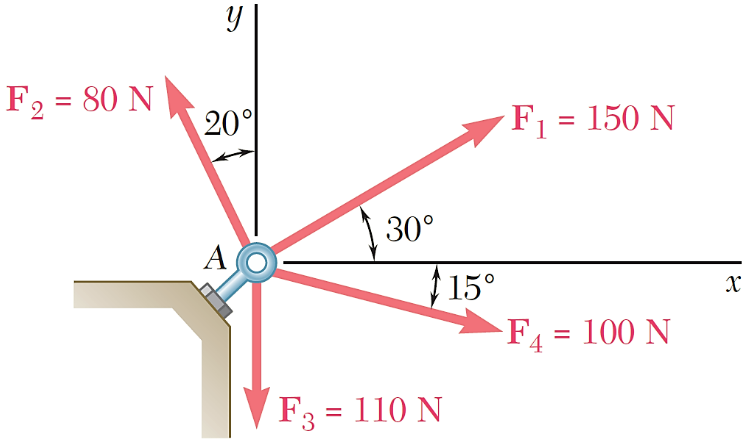
څلورم : اوس د دې مستطیلي مرکبو څخه محصله قوه لاسته راوړو د Ry له انجام څخه د Rx سره موازي او د Rx له انجام څخه د Ry سره موازي کرښه رسموو او تقاطع یې د مبدا سره وصلوو.

پنځم : څرنګه چې یوه قوه د مقدار او جهت د تاکلی محور سره د زاویې په واسطه مشخص کېږي نو د شکل له مخې په اسانۍ سره کولی شو د محصله قوې مقدار او هم د xمحور سره زاویه محاسبه کړو .

$$R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2}$$

$$\tan\theta = \frac{R_y}{R_x} \qquad \theta = \tan^{-1}\frac{R_y}{R_x}$$

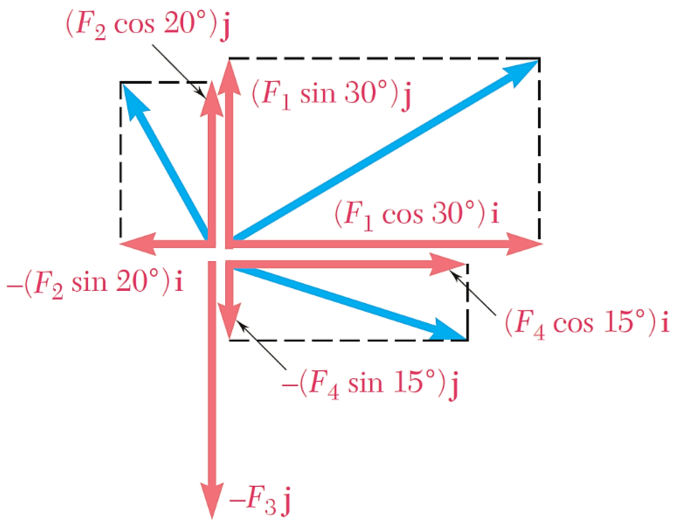
5.2 **مثال:** د لاندې شکل مطابق په یو چنګک باندې قوې واقع شوی تاسی د نوموړو قوو محصله لاسته راوړی.



28.2 شکل

حل :

نوموړې قوې د قایمه وضیعه کمیاتو په سیستم کې ځای پر ځای کوو او د هری قوې مرکبې لاسته راوړو.



شکل 29.2

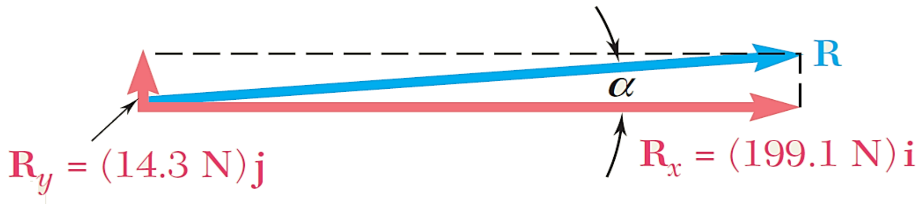
$$\xrightarrow{+} \sum F_x = R_x$$

$$R_x = (F_1 \cos 30^o) + (F_4 \cos 15^o) - (F_2 \sin 20^o) = 119,1\ N$$

$$\uparrow^{+} \sum F_y = R_y$$

$$R_y = (F_1 \sin 30^o) + (F_2 \cos 20^o) - (F_4 \sin 15^o) - F_3 = 14,3\ N$$

د Rx او Ry قیمتونه د قایمه وضیعه کمیاتو په محوراتو کې وضع کوو :



شکل 30.2

د محصله قوې مقدار:

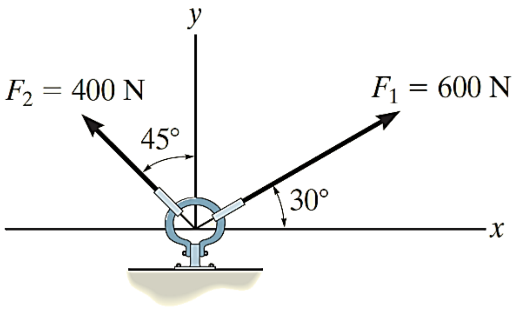
$$R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2} = \sqrt{(191,1)^2 + (14,3)^2} = 199.6\ N$$

د محصله قوې جهت (د x محور مثبت جهت سره يې زاويه):

$$tag\ \theta = \frac{R_y}{R_x} \qquad \theta = tag^{-1}\frac{14.3}{199.1} = 14,1^o$$

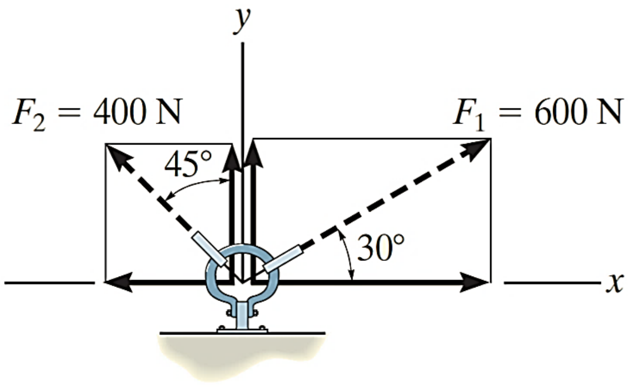
6.2 **مثال:**

په کې شکل کې دوه قوو په يوسيستم باند ی عمل کړی تاسو يې د محصله قوې مقدار او جهت (د x له محور سره زاويه) وټاکئ؟



31.2 شکل

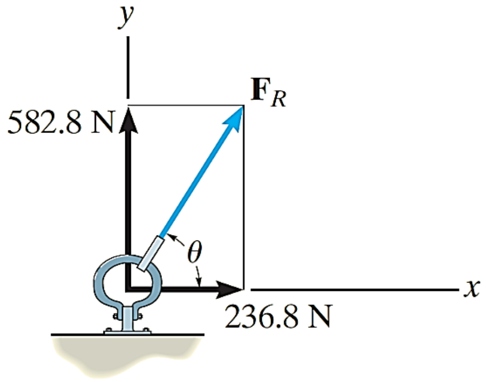
لومړی د هرې قوې مرکبې د x او y په محورونو باندې پيدا کوو او بيا همدغه مرکبو الجبري مجموعه لاسته راوړو.



32.2 شکل

$$\xrightarrow{+} \sum F_x = R_x$$
$$R_x = 600\cos30°N - 400\sin45°N = 236.8N$$
$$\uparrow^{+} \sum F_y = R_y$$
$$R_y = 600\sin30°N + 400\cos45°N = 582.8N$$

د Rx او د Ry لاسته راغلی قیمتونه د وضیعه کمیاتو په محوراتو په نښه کوو او د متوازی الاضلاع په طریقه یې محصله لاسته راوړو.



33.2 شکل

د شکل له مخی د محصله قوي مقدار د فیثاغورث د قضیې پر اساس عبارت ده له.

$$F_R = \sqrt{(236.8)^2 + (582.8)^2}$$
$$F_R = 629\ N \quad ....Ans$$

همدارنګه د محصله قوې زاویه د افقی محور سره د شکل له مخی عبارت ده له:

$$\theta = \text{arc Tag}\left(\frac{582.8N}{236.8}\right) = 67.9°$$

وکتوری مجموعه یې په لاندې ډول لاسته راوړو.

$$F_1 = \{600\cos30°i + 600\sin30°j\}N$$
$$F_2 = \{-400\sin45°i + 400\cos45°j\}N$$
$$F = F1 + F2$$
$$F = (600\cos30°i + 600\sin30°j) + (400\sin45°i + 400\cos45°j)$$
$$F = \{236.8i + 582.8j\}N$$

نوټ:

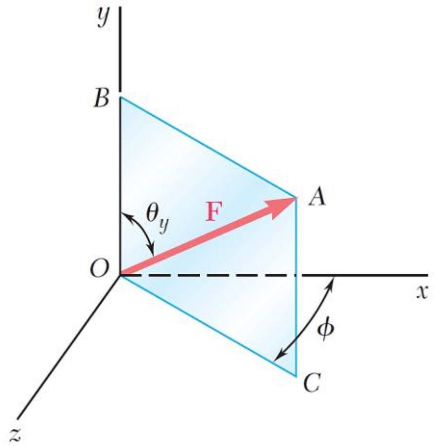
په سيول انجينرۍ کې په سطحه کې د قوو د جمع کولو لپاره معمولا د سکالري مجموعې څخه کار اخستل کېږي مګر په درې بعدي يا په فضا کې د قوو دجمع کولو لپاره بهتره طريقه د وکتوري مجموعې لاسته راوړل دي.

5.2 په فضا کې قوه:

تېر درس کې مو قوه په دوه بعدي سطحه کې مطالعه کړه لکه څنګه چې مخکې مو وويل په درې بعدي يا په فضا کې د قوو دجمع کولو لپاره بهتره طريقه د وکتوري مجموعې لاسته راوړل دي. نو د دې لپاره لومړی په درې بعدي سيستم کې د قوو مرکبې تر بحث لاندې نيسو.

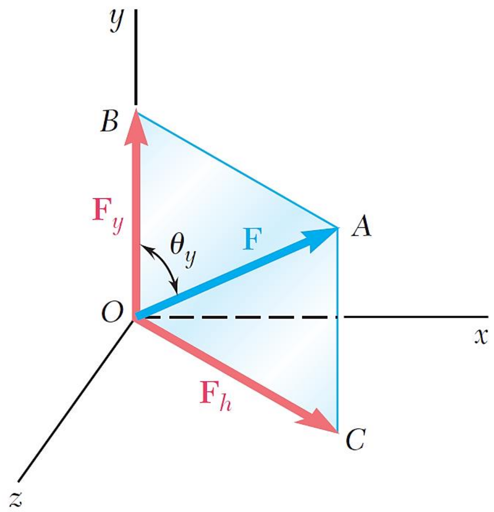
6.2 په فضا کې د قوې مستطيلي مرکبې:

په فضا کې يوه قوه کېدای شي يو دوه او يا هم درې واړه مرکبې ولري.



34.2 شکل

د مرکبو لپاره يې لومړی د F قوې د OBAC په سطحه کې په نظر کې نيسوچې دلته د Y محور سره د θ_y زاويه لري چې د همدې زاويې له مخې يې د Fy او Fh مرکبې لاسته راوړو.

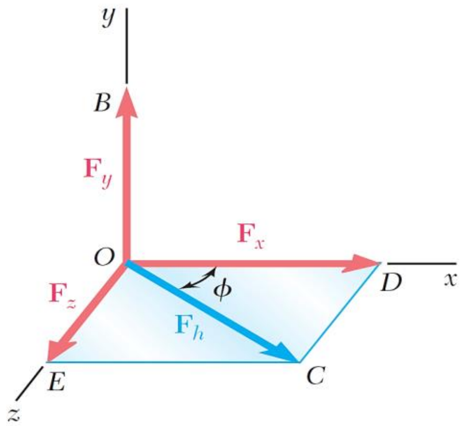


شکل 35.2

د OAB مثلث له مخی ليکلای شو چې:

$$F^2 = OA^2 = OB^2 + BA^2 = F_y^2 + Fh^2 \ldots\ldots(1)$$

بيا د OECD په سطحه کې Fh په دو مرکبو (Fx, Fz) لاسته راوړو.چې په نتيجه کې د Fقوېب درى واړه مرکبى (F_x, F_y, F_z) لاسته راځى.



شکل 36.2

د OCD مثلث له مخی لیکلای شو چې :

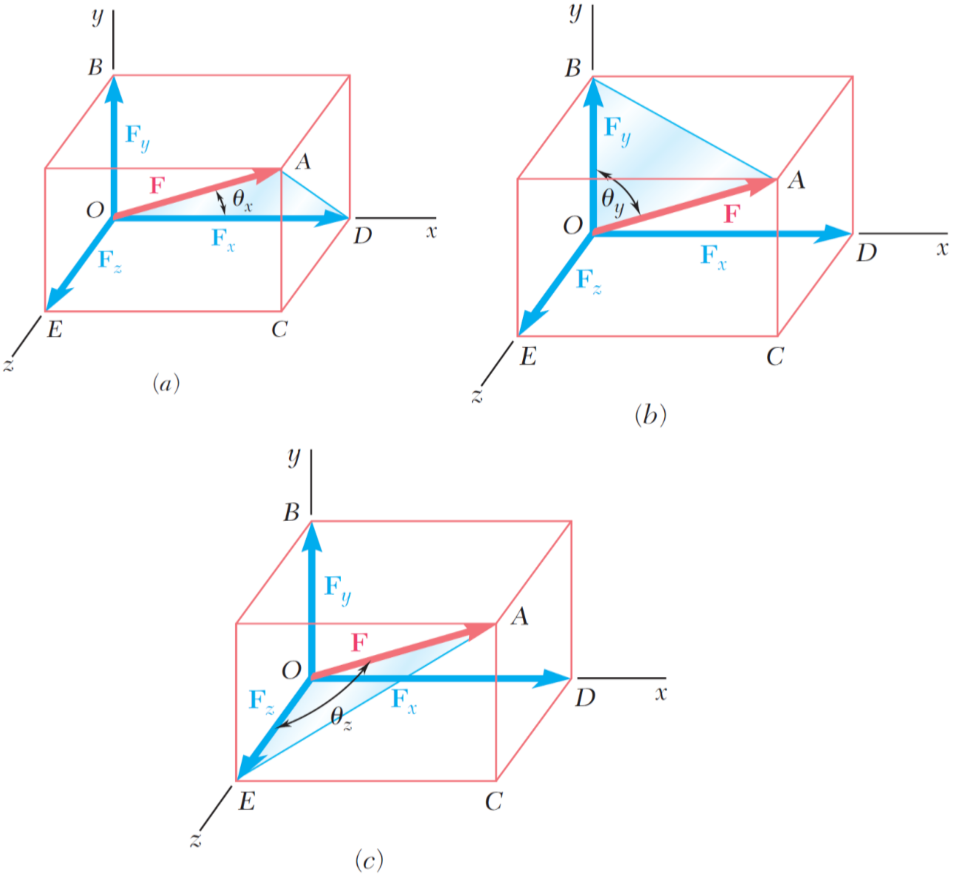
$$Fh^2 = OC^2 = OD^2 + DC^2 = F_x^2 + F_z^2 \ldots\ldots(2)$$

قیمت په لومړی رابطه کې وضع کړو لرو چې:Fhکه د

$$F^2 = F_y^2 + Fh^2 = F_y^2 + F_x^2 + F_z^2$$

$$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2 + F_z^2}$$

د F قوې او مرکبو تر منځ رابطه یې په لاندې بکس ډوله جوړښت کې چې F قوه د بکس قطر تشکیلوی په اسانی سره لیدلای شو .

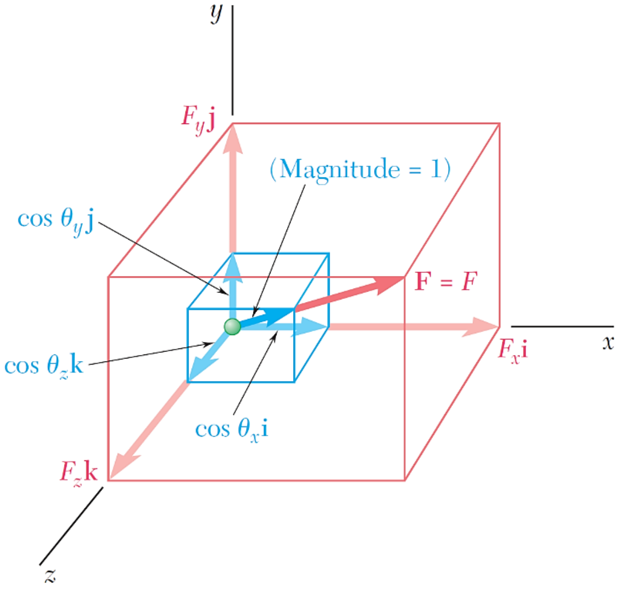


37.2 شکل

ګورو چې نوموړی قوه د X ، Y او Z محوراتو سره په ترتیب سره د Θ_x ، Θ_y او Θ_z زاویې جوړوی نو نظر شکل ته لیکلای شو :

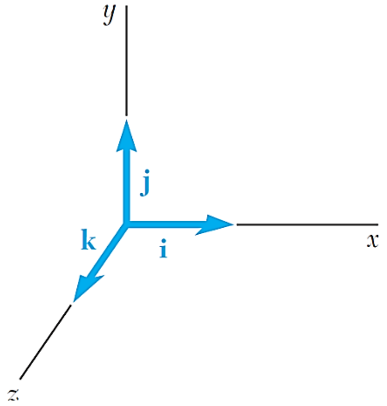
$$F_x = F\cos\theta_x \quad F_y = F\cos\theta_y \quad F_z = F\cos\theta_z$$

مرکبو وکتوری ښودنه یې د i، j ، او k واحد وکتورونو په نظر کې نیولو سره په لاندې ډول ده.



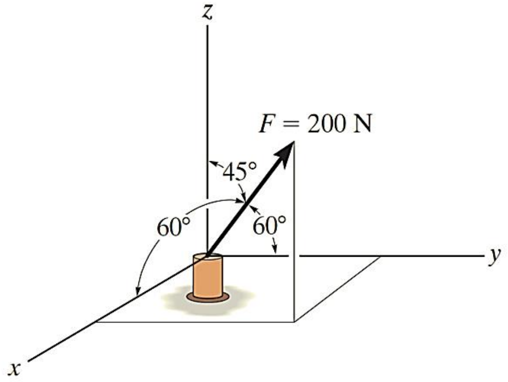
38.2 شکل

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



39.2 شکل

7.2**مثال :** يوی قوې د لاندې شکل مطابق په يو جسم عمل کړی دا چې زاويې يې د محوراتو سره ښودل شوی تاسی يې مرکبی په وکتوری شکل وښاياست.



38.2 شکل

$$F = F\cos\alpha i + F\cos\beta j + F\cos\gamma k$$
$$= (200\cos 60^{o} N)i + (200\cos 60^{o} N)j + (200\cos 45^{o} N)k$$
$$= \{100i + 100j + 141.4\,k\}N$$

7.2 په فضا کې د متلاقي قوو جمع کول:

په فضا يا درې بعدی سيستم کې د متلاقي قوو د محصلی د لاسته راوړلو لپاره په لاندې ډول عمل اجرا کوو.

لومړې د هرې قوې مستطلی مرکبی لاسته راوړو.

$$R_x i + R_y j + R_z k = \sum(F_x i + F_y j + F_z k) = (\sum F_x)i + (\sum F_y)j + (\sum F_z)k$$

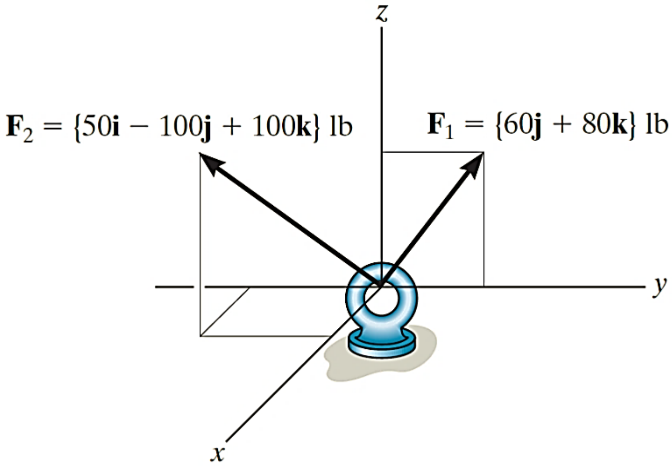
اوس په هر محور د مرکبو مجموعی لاسته راوړو.

$$R_x = \sum F_x \qquad R_y = \sum F_y \qquad R_z = \sum F_z$$

د محصله قوې مقدار او زاويې عبارت دی له:

$$R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2 + R_z^2}$$
$$\cos\theta_x = \frac{R_x}{R} \qquad \cos\theta_y = \frac{R_y}{R} \qquad \cos\theta_z = \frac{R_z}{R}$$

8.2 **مثال:** د لاندې شکل مطابق په يوه حلقوي جسم دوه قوې واقع شوی تاسی يې محصله قوه محاسبه کړی.



40.2 شکل

$$F_R = \sum F = F_1 + F_2 = \{60j + 80k\}lb + \{50i - 100j + 100k\}lb$$
$$= \{50i - 40j + 180k\}lb$$

د محصله قوې مقدار عبارت دی له:

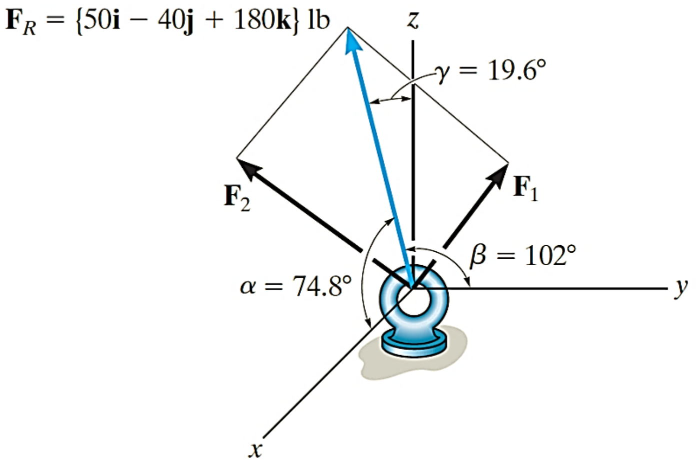
$$F_R = \sqrt{(150)^2 + (-40)^2 + (180)^2} = 191\ lb$$

دمحوراتو سره يې زاويې عبارت دی له:

$$\cos\alpha = \frac{50}{191} \qquad \cos\beta = \frac{-40}{191} \qquad \cos\gamma = \frac{180}{191}$$

د پورتنی قيمتونو د محاسبی څخه لاسته راځی:

$$\cos\alpha = 0.2617 \qquad \alpha = 74.8^o$$
$$\cos\beta = -0.2094 \qquad \beta = 102^o$$
$$\cos\gamma = 0.9422 \qquad \gamma = 19.6^o$$



41.2 شکل

8.2 د دوهم فصل لنډيز

د دي فصل په پای کې به تاسي د نقطوي جسم او متلاقي قوو د پيژندني تر څنګ په دي وتوانيږئ چي دوه یا څو متلاقي قوو محصله لاسته راوړئ، نوموړې محصله په دوه طريقو لاسته راوړلای شئ.

۱- متوازي الاضلاع طريقه: په دي طريقه كې لومړی د متلاقي قوو څخه متوازي الاضلاع تشكيلوو او بیا د متوازي الاضلاع نیمايي مثلث په نظر كې نيسو چي د ساين او كوساين د رابطو څخه په استفاده ضلعې او زاويې پيدا او محاسبه كولای شو

Cosine law:

$$C = \sqrt{A^2 + B^2 - 2AB\cos c}$$

Sine law:

$$\frac{A}{\sin a} = \frac{B}{\sin b} = \frac{C}{\sin c}$$

۲- د مستطيلي مركبو طريقه: په دي طريقه كې لاندي مراحل تعقيبوو

- لومړی راكړل شوی قوو مستطيلی مركبی لاسته راوړو بيا نوموړو مركبو مجموعه د X او Y په محوراتو لاسته راوړو.

$$\xrightarrow{+}\ \sum F_x = R_x$$

$$\uparrow^{+}\ \sum F_y = R_y$$

- د R_X او R_Y د قيمتونو څخه د محصله قوې مقدار او جهت په لاندي ډول لاسته راوړو.

$$R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2}$$

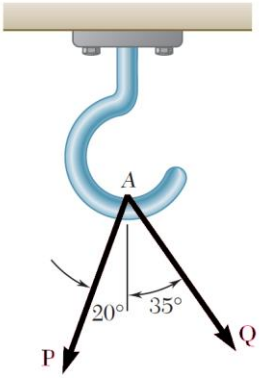
$$\tan\theta = \frac{R_y}{R_x} \qquad \theta = \tan^{-1}\frac{R_y}{R_x}$$

د دي ترڅنګ به وتوانيږو چي په فضا كې (دري بعدي حالت) كې د يوې قوې مركبې او هم د څو متلاقي قوو محصله لاسته راوړئ.

$$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2 + F_z^2}$$

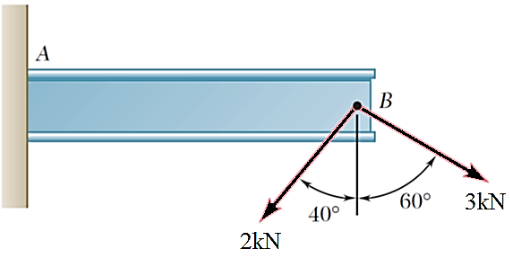
9.2 مسایل:

1. په لاندي شكل كې كه P=4kN او همدارنګه Q=3kN وی تاسی د نوموړوقوو محصله په متوازی الاضلاع طريقه لاسته راوړی.



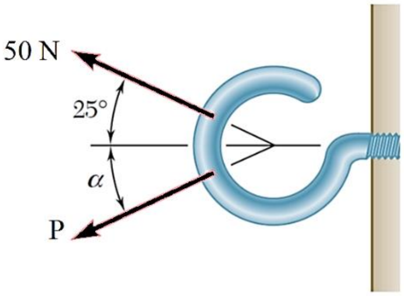
2. شکل 42.2

3. د AB په یو گاډر د لاندې شکل مطابق دوه قوې واقع شوی تاسی د نوموړو قوو محصله د متوازی الاضلاع په طریقه لاسته راوړی.



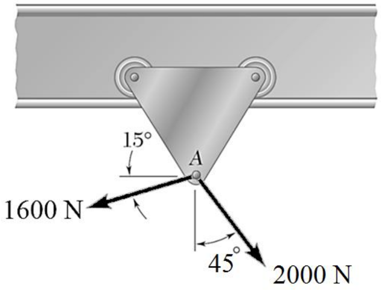
4. شکل 43.2

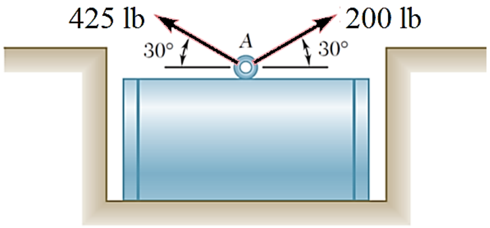
5. په یو چنگک دوه قوې واقع شوی ، که په لاندې شکل کې $P = 70N$ او $\alpha = 30^o$ وی نو تاسی یې محصله د متوازی الاضلاع په طریقه محاسبه کړی.



6. شکل 44.2

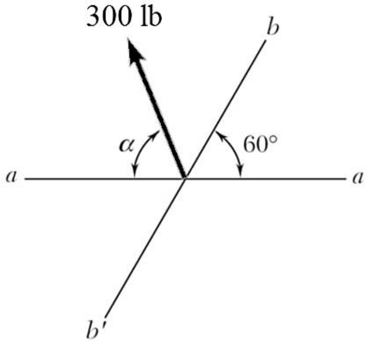
.7 په لاندې درکړل شوو شکلونو کې د وارده متلاقي قوو محصلی مقدار (Magnitude) او جهت (Sense) لاسته راوړئ.





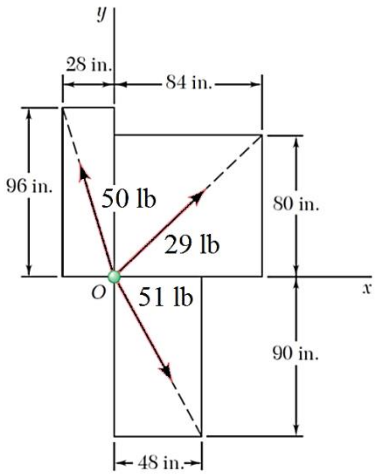
45.2 شکل

.8 د درکړل شوی 300 lb قوې مرکبی د a او b په محوراتو لاسته راوړئ په هغه صورت کې چې $\alpha = 45^o$ وی.



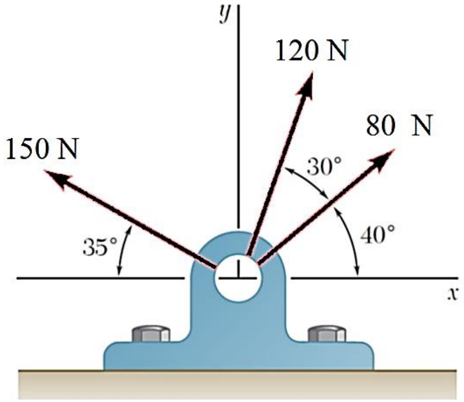
46.2 شکل

.9 د درکړل شوو قوو مستطیلی مرکبی لاسته راوړئ.

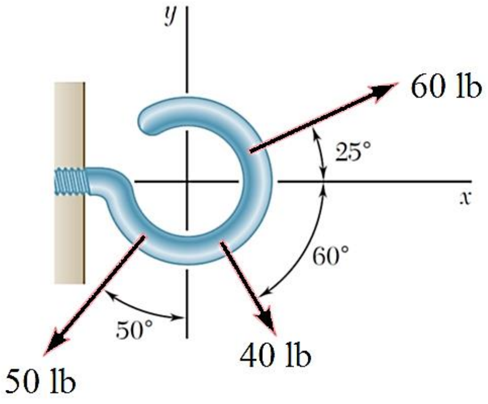


47.2 شکل

10. جسمونو دلاندې شکلونو مطابق قوې واقع شوی تاسی یې د قوو د محصلو مقدار او جهتونه د مستطیلی مرکبو په طریقه لاسته راوړی.



48.2 شکل



49.2 شکل

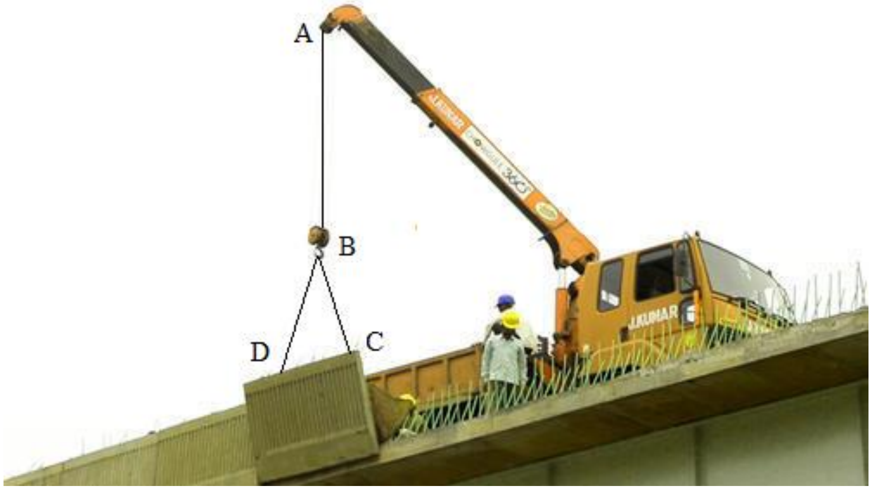
درېيم فصل
د نقطوي جسم تعادل
Equilibrium of particles

3 .1 عمومیات:

په تير درس کې مو په ذروی جسم د وارده قواوو د محصلی پیدا کول ولوستلول.

د دې لپاره چې يو انجينر د لاندې شکل مطابق کرنونه، ترسونه او دې ته ورته نور ساختمانونه ډيزاين کړي نو لومړی باید وپوهېږئ چې د ساختمان په هره نقطه کې چې څو عناصر سره يو ځای شوي په هر عنصر کې څومره قوه رامنځته کېږي.

د مثال په ډول لاندی شکل کې که چیرې وغواړو د BC,AB او BD کیبلونه ډیزاین کړو نو باید لومړی په هر کیبل کې کشتۍ قوي پیداکړو، څرنګه چې ټولو قووو په B نقطه کې تقاطع کړې نوموړې قوې د پیداکولو لپاره د B نقطه په تعادل کې فرضوو.

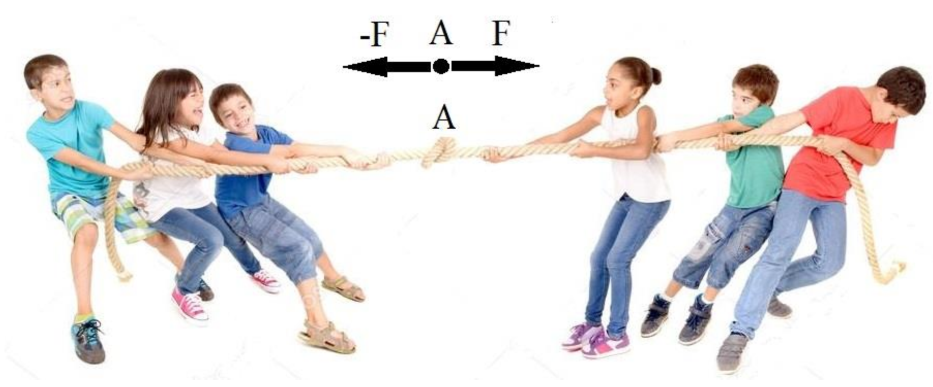


په دې فصل کې د يو جسم د يوې نقطې په تعادل کې وضع کولو او د تعادل د شرايطو څخه په استفاده په کيبلونو او ميلو کې کشتۍ او فشاري قوې محاسبه کوو.

2.3 د نقطوي جسم د تعادل شرايط:

دوه او يا له دوه څخه زياتې قوې کولای شي يوه ذره يا د جسم يوه نقطه په تعادل او سکون حالت کې واقع کړي.

که چېرې په يوه ذره (لکه په لاندې شکل کې د A نقطه) دوه قوې واقع وي نو د A نقطه هغه وخت په تعادل کې ده چې دواړه وارده قوې دې مساوي مخالف جهته او د يو تاثير کرښې لرونکې وي.



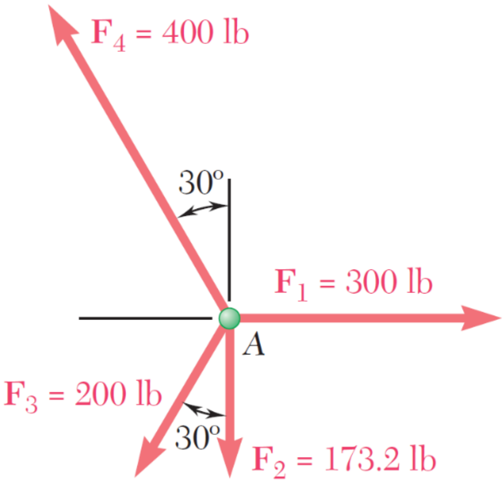
1.3 شکل

په عمومي ډول که چېرې پر يو ذروي جسم دوه يا له دوه څخه زياتې قوې عمل وکړي نو نوموړی جسم هغه وخت په تعادل کې دی چې محصله يې صفر شي کله چې محصله يې صفر شوه دا په دې معنی چې د محصله قوې مرکبې Rx او Ry هم بايد صفر شي او يا د انتقال په طريقه کې تړلی پوليګون جوړ کړي..

$$R_x = \sum F_x = 0 \qquad R_y = \sum F_y = 0$$

چې پورتنۍ دوه معادلې د ذرو د تعادل شرايط بلل کېږي.

د مثال په ډول د A په يوه نقطه په لاندې ډول څلور قوې واقع شوی ،که چېرې د وارده قوو محصله په نوموړې جسم صفر شی د A نقطه په تعادل کې ده

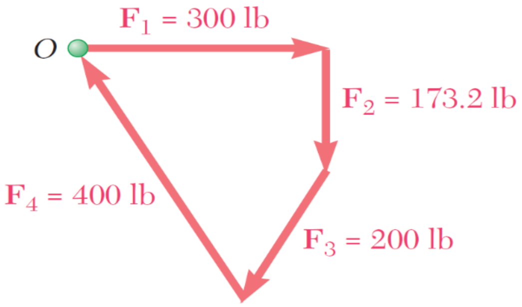


2.3 شکل

$$\sum F_x = 300 - (200)\sin 30^o - (400)\sin 30^o$$
$$= 300 - 100 - 200 = 0$$

$$\sum F_y = -173.2 - (200)\cos 30^0 + (400)\cos 30^o$$
$$= -173.2 - 173.2 + 346.4 = 0$$

خرنگه چې د X او Y په محوراتو یې د قوو د مرتسماتو الجبری مجموعه مساوی صفر شوه دا په دی معنی چې محصله یې صفر شوه نو ویلای شو چې نوموړی جسم په تعادل کې دی ، همدارنگه د انتقال په طریقه د محصلی د لاسته راوړلو په صورت کې باید یو تړلی پولیگون تشکیل کړی



3.3 شکل

پورتنی موضوع د نیوټن د لومړی قانون ښخه نماینده ګی کوي. نیوټن وایې چې کله په جسم د وارده قوو محصله صفر وی نوموړی جسم په تعادل کې دی یعنی که ساکن وی نو خپل د سکون حالت ته دوام ورکوي او که متحرک په ثابت سرعت سره حرکت کوي.

3.3 د ذرې د تعادل د شرایطو څخه په استفادی سره د مسایلو حل:

که چېرې څو قوو د جسم په یوه نقطه باندې عمل کړی وی نو نوموړی قوې دا جسم هغه وخت په تعادل کې راولی چې لاندې شرایط پوره کړی .

$\sum F_x = 0$ $\sum F_y = 0$

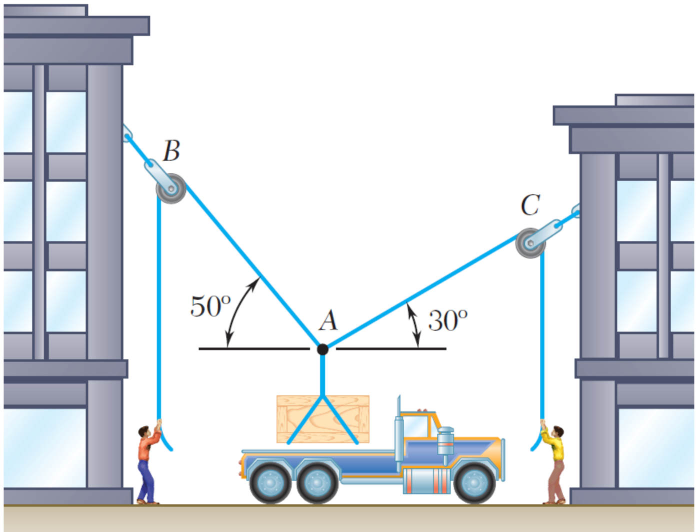
پورتنی دوه معادلې په دوه بعدي حالت کې د نقطوي جسم د تعادل شرایط بلل کېږي.

د نوموړو معادلو څخه په استفاده کولای شو دمتلاقي قوو مجهولی قوې محاسبه کړو.

د انجینری مسایلو کې دوه ډوله شیما ګانی یا دیاګرامونه لرو.

A. فزیکي شیما (Space Diagram)

عبارت له هغه دیاګرام څخه ده چې د انجینری مسلی حقیقی فزیکي حالت ښایې لکه په لاندې شکل کې.



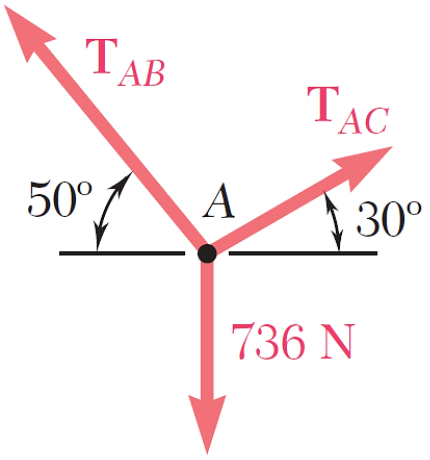
4.3 شکل فزیکي شیما

محاسبوی شیما یا ازاد دیاګرام (Free Body Diagram)

د انجینری د مسلی د حل او تحلیل له پاره مونږ په جسم د هغه د چاپیریال څخه ازادوو او ټولی واردی شوی معلومی او مجهولی قوې مشخص کوو تر څو وکولای شو په اسانی سره یې محاسبه کړو. چې دا ډول شیما یا شکل چې مونږ ته یوازی ذره یا جسم د وارده قوو تر اغیزی لاندې ښايي محاسبوی شیما بلل کیږي.

یا په بل عبارت د دې لپاره چې دیوجسم لپاره د تعادل حالت وڅیړو نو په نوموړی جسم کې باید ټولې معلومې او نامعلومې قوې په نښه کړوکوم چې په نوموړی جسم باندې یې عمل کړی. د دې لپاره نوموړی جسم د هغه له ساختمانی احاطی نه پرته رسموو. او ټولې معلومی او مجهولی قوې چې په جسم باندې یې عمل کړیدی ښایو.

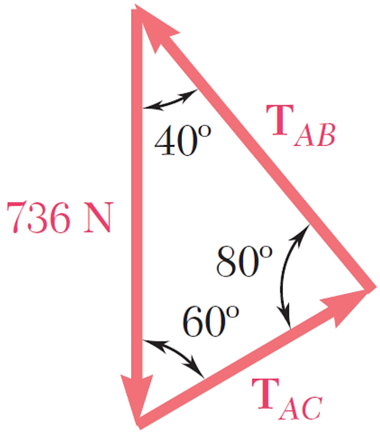
د مثال په ډول په پورتنی شکل کې که چیرې د موټر څخه پورته کیدونکې وزن 736N وی نو د A د نقطی محاسبوی شیما د AC او AB کیبلونو کې د کششی قوې د محاسبی لپاره په لاندې ډول رسموو.



5.3 شکل محاسبوي شیما

د تعادل د شرایطو څخه په استفاده کولای شو د پورتنی مثال په ډول مسایلو کې مجهولی قوې (په کیبلونو کې کششی قوې) محاسبه کړو چې د لاندې دوه میتودونو څخه استفاده کوو.

لومړی طریقه یې د انتقال (Head to tail) طریقه ده،په دی طریقه کې د تعادل شرط دادی چې نوموړی قوې باید یو ترلی شکل ورکړی . د پورتنی دری قوې په مساوی او موازی انتقالولو سره ترلی شکل (مثلث) لاسته راځی .



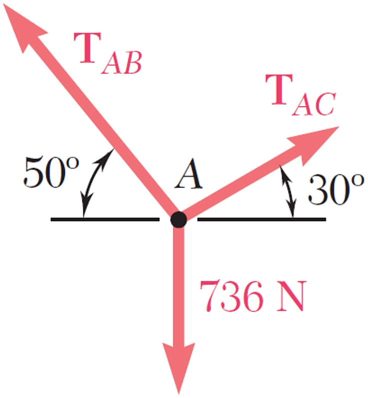
6.3 شکل

په پورتنی مثلث کې دری زاویې او دری ضلعی وجود لري چې معلوم قیمتونه یې د شکل څخه اخلو او د مجهول قیمتونو د پیدا کولو لپاره د ساین او کوساین قضیو څخه کاراخلو.

$$\frac{T_{AB}}{\sin 60^{o}} = \frac{T_{AC}}{\sin 40^{o}} = \frac{730\ N}{\sin 80^{o}}$$

$$T_{AB} = 647\ N \qquad T_{AC} = 480\ N$$

که چېرې له دری او یا له دری څخه زیاتی قوو عمل کړې وی . نو اسانه طریقه دا ده چې مستطیلی مرکبی یئ پیدا او بیا د تعا دلی معادلو څخه په استفاده یئ مجهو لی قوې پیداکړو.

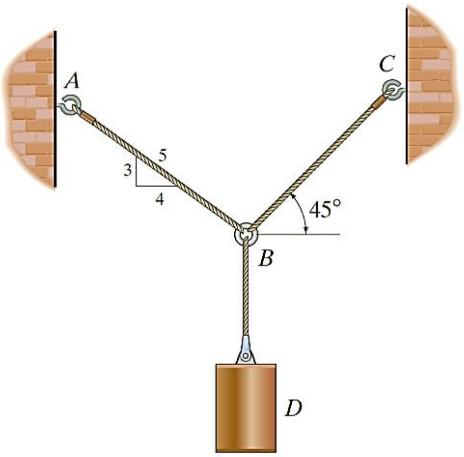


7.3 شکل

$$\sum F_x = 0$$
$$T_{AC}\cos 30^{o} - T_{AB}\cos 50^{o} = 0$$
$$\sum F_y = 0$$
$$T_{AC}\sin 30^{o} + T_{AB}\sin 50^{o} - 736 = 0$$

په پورته ډول دوه معادلې او دوه مجهوله وجود لري چې په اسانی سره یې محاسبه کولای شو.

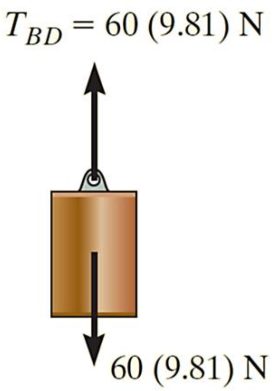
1.3 مثال: په لاندېنی مثال کې کششی مجهولی قوې د مستطیلی مرکبو د پیدا کولو په طریقه محاسبه کوو.



8.3 شکل

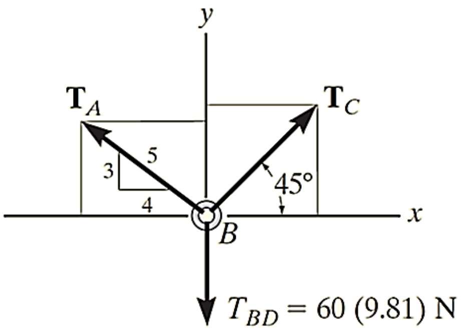
د تعادل د شرایطو په اساس د استوانی وزن د BD کېبل کې د کششی قوې سبب گرځی چې مقدار یې عبارت دی له:

$T_{BD} = 60(9.81)N$



شکل 9.3

د BA او BC په کېبلونو کې د قوې مقدار د پیداکولولپاره د B نقطې ازاد دیاګرام یا محاسبوی شیمارسموو. چې په دې دیاګرام کې د TA او TC مقدارونه نامعلوم اما جهتونه یې معلوم دی.



شکل 10.3

Bد نقطې تعادل معادله د x او y محورونولپاره په کې توګه لیکو.

$$\Sigma F_x = 0$$

$$T_C \cos 45° - \left(\frac{4}{5}\right) T_A = 0 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 1$$

$$\Sigma Fy = 0$$

$$T_C \sin 45° + \left(\frac{3}{5}\right) T_A - 60(9.81) = 0 \ldots\ldots\ldots 2$$

دلته دوه معادلې او دوه مجهوله دي چې د افنا ،تعويض او داسې نورو میتودونو څخه په استفاده يې لاسته راوړلای شو. که چېرې دتعويض طريقې څخه کار واخلو نو د لومړې معادلې څخه د TA قيمت پيداکوو.

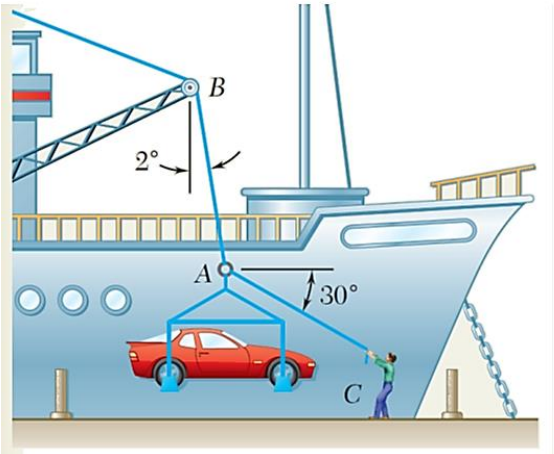
$$T_A = 0.8839\,T_c$$

د نومورې قيمت په دوهمه معادله کې وضع کولو سره لاندې قيمتونه لاسته راځي.

$$TC = 476N$$
$$TA = 420N$$

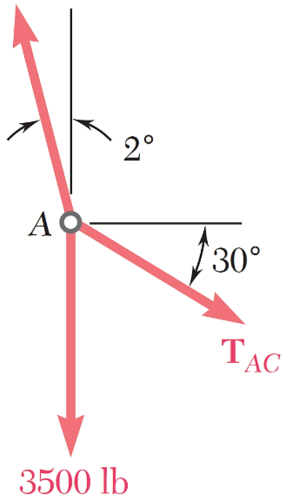
2.3 مثال:

يو موټر چې 3500lb وزن لري د لاندې شکل مطابق د کرن پواسطه کشتۍ ته پورته کېږي . د AC يوه رسۍ د AB کېبل سره د A په نقطه کې موټر ته د موقيعت ورکولو لپاره وصل شوې داسې چې کېبل د عمودي محور سره °2 زاويه جوړوي او رسۍ د افقي محور سره °30 زاويه جوړوي، تاسې په کېبل او رسۍ کې کششي قوې پيدا کړئ.



11.3 شکل

حل : د A د نقطی محاسبوی شیما رسموو.



12.3 شکل

$$\sum F_x = 0$$

$$T_{AC}\cos 30^\circ - T_{AB}\cos 88^\circ = 0$$

$$0.866\,T_{AC} - 0.0348\,T_{AB} = 0 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 1$$

$$\Sigma F_y = 0$$

$$T_{AC}\sin 30^\circ - T_{AB}\sin 88^\circ - 3500 = 0$$

$$0.5\,T_{AC} - 0.999\,T_{AB} = 3500 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 2$$

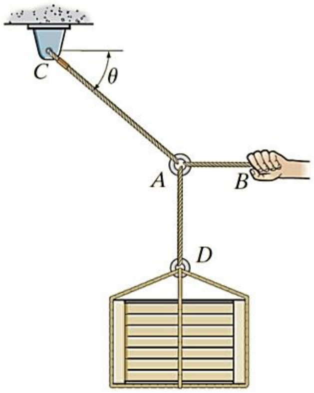
دلومړی رابطی له مخی :

$$T_{AC} = 0.0401\,T_{AB}$$

که د T_{AC} قیمت په 2 رابطه کې وضع کړو نو :

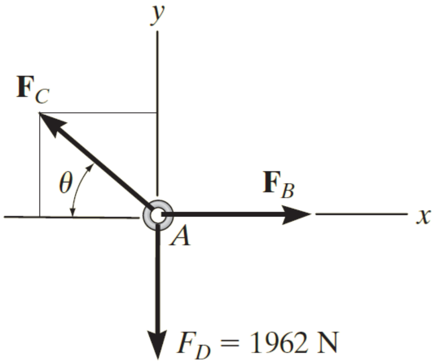
$T_{AB} = 3570\ lb$ $\qquad$ $T_{AC} = 144\ lb$

3.3 مثال: د یوبکس وزن 200kg دی چې د AB او AC درسیو پواسطه باندې ترل شویدی چې هره یوه رسۍ د 10KN اعظمي بار د زغملو توانایي لري که چېرته د AB رسۍ دهمیشه لپاره افقی پاتې شي تاسې د θ د زاویې ترټولو اصغري مقدار پیدا کړئ چې نوموړی بکس وزغمي مخکې له دینه چې رسۍ وشکېږي.



13.3 شکل

ازاد دیاګرام :- د A په نقطه کې د جسم د تعادل د څېړلو لپاره د همدی نقطی لپاره یې محاسبوی شیما رسموو ، د شکل نه معلومېږی چې په دې نقطه کې درې قوو عمل کړېدی چې د F_D د قوې مقدار د جسم د وزن سره مساوي دی.



14.3 شکل

$$F_D = 200 \cdot 9,81 = 1,962kN < 10KN$$

د ستاتیک تعادلی معادله وضع کوو.

$$\Sigma F_x = 0$$

$$-F_C \cos\theta + F_B = 0 \quad F_C = \frac{F_B}{\cos\theta} \dots\dots\dots\dots\dots\dots 1$$

$$\Sigma F_y = 0$$

$$F_C \sin\theta - 1962 = 0 \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots 2$$

د اولې معادلې نه پوهیرو چې د F_C مقدار د F_B نه زیات دی ځکه $cos\theta \leq 1$ نو په دی اساس که په AC کېبل کې اعظمی قوه(10kN) رامنځ ته شی نو په AB کې تری کمه قوه رامنځته کېږي . نو په دی اساس په دوهمه رابطه کې F_C=10kN نیسو.

$$[10kN]\sin\theta - 1,962 = 0$$
$$\theta = \arc\sin(0.1962) = 11.31° = 11.30°$$

او هغه قوه چې د AB په رسۍ کې منځ ته راځی عبارت ده له:

$$10kN = \frac{F_B}{\cos 11.30°}$$
$$F_B = 9.81KN$$

4.3 د درېیم فصل لنډیز:

د دې فصل په پای کې به تاسې وتوانېږئ چې د یو نقطوي جسم د تعادل د شرایطو څخه په استفاده په نوموړې نقطه کې وصل شوی میلو او کیبلونو کې کشتی او فشاري قوې محاسبه کړئ.

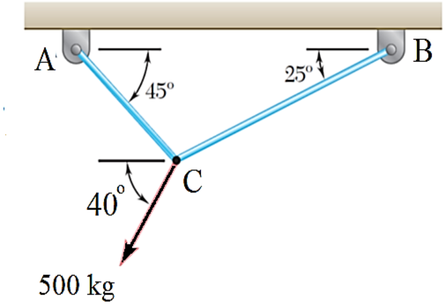
- یو جسم یا یو ذره هغه وخت د تعادل په حالت کې ده چې که د سکون په حالت کې وی نو خپل د سکون حالت ته دوام ورکړی او که د حرکت په حالت کې وی په ثابت سرعت خپل حرکت ته دوام ورکړی.کله چې مونږ ستاتیکې تعادل وایو په عمومی دول هدف تری د ساکن اجسامو تعادل دی.
- که چېرې څو قوو د جسم په یوه نقطه باندې عمل کړی (متلاقي وي) وی نو نوموړی قوې دا نقطوي جسم هغه وخت په تعادل کې راولی چې لاندې شرایط پوره کړی .

$$R_x = \sum F_x = 0 \qquad R_y = \sum F_y = 0$$

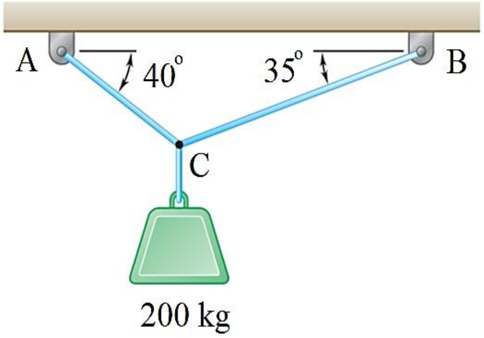
- د نوموړو معادلو څخه په استفاده کولای شو دمتلاقي قوو مجهولی قوې محاسبه کړو.
- د انجینری مسایلو کې دوه ډوله شیما ګانی یا دیاګرامونه لروچې عبارت دی له فزیکې او محاسبوی شیما څخه. فزیکي شیماعبارت له هغه شیما څخه ده چې د انجینری مسلی حقیقی فزیکې حالت ښایې.او کله چې مونږ د مسلی د تحلیل له پاره جسم د هغه د چاپیریال څخه ازاد کړو او ټولی واردی شوی معلومی او مجهولی قوې مشخص کړو دی ته یې محاسبوی شیما وایې.

5.3 مسایل:

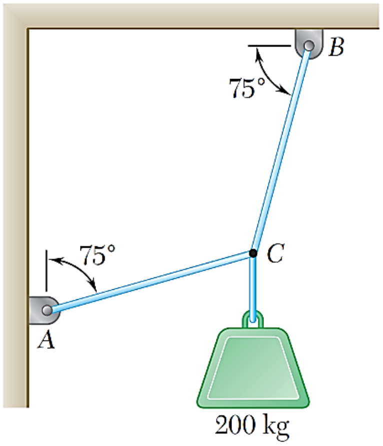
د لاندي شکلونو مطابق دAC او BC په میلو کې کششي قوې محاسبه کړی.



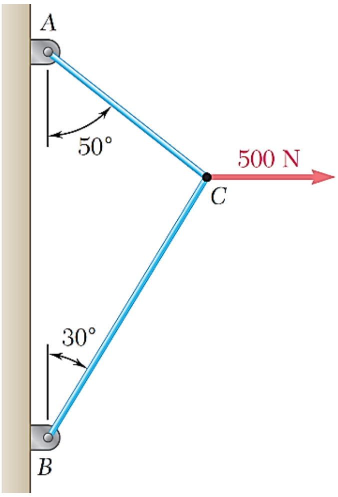
16.3 شکل



17.3 شکل



18.3 شکل



19.3 شکل

څلورم فصل
د کلکو اجسامو ستاتیک
Statics of Rigid Bodies

1.4 عمومیات:

په تیره برخه کې مو هغه مسا ئل وڅیړل ، چې دجسم ابعادو پری اثر نه درلود. یعنی یواځې قوې او هغه نقطه چې قوو پری عمل کړی، په محاسبه کې مهم وو ځکه نو نوموړی اجسام مو نقطوي اجسام بلل او ستاتیک هغه برخه چې نوموړی مسایل یې څیړل د نقطوي اجسامو ستاتیک (Static of Particle) بلل کېده.

دستاتیک په ټولو مسا ئلو کې مونږ اجسام په نقطوي ډول په نظر کې نشو نیو لای، په سیول انجینرۍ کې د ځینو عناصرو لکه پایه سلب ، ګاډر او داسې نور په ډیزاین کې د هغې ابعاد هم رول لري، ځینی مسا ئل لکه دقوې مومنټ په محاسبه کې دجسم ابعاد عمده رول لري اوباید په نظر کې ونیول شی.

1.4 شکل

په پورتنی تصویر کې د ګاډرونو ، پایو او ترخنګ یی د کرن په ډیزاین کې لمړی نوموړی اجسام د کلک اجسامو په ډول فرض شوی او داخلی او خارجی قوی پری محاسبه شوی.

پدی مسائلو کې مونږ اجسا م د کلک جسم په ډول په نظر کې نیسوچې ورځخه هدف هغه جامد اجسام دی چې دقوې دعمل په نتیجه کې دشکل بدلون و نکړی . حا ل دا چې په

حقیقت کې هر جسم دقوې له اثره دشکل بدلون کوي اما دابدلون په دې اندازه نه وی چې په ستاتیکې تعادلی مسائلو تاثیر ولري نو څکه ترې صرف نظر کېږي او کلک جسم په شکل په نظر کې نیول کېږي. تر څو خارجی قوی (عکس العملونه) او داخلی قوی یې په اسانی سره محاسبه کړو. دستاتیک دتعادلی مسائلو څخه وروسته دموادومقاومت او میخانیک ساختمان په مضامینوکې دانجینری عناصرود تحلیل په پروسه کې تغیر شکل مطالعه ضرور ده چې په خپل ځای کې به ولوستل شی.

په په دې کتاب کې د کلک اجسام کېدای شی یو گاډر ، پایه ، میله سلب او دې ته ورته نور ساختمانی او میخانیکې عناصر وی.

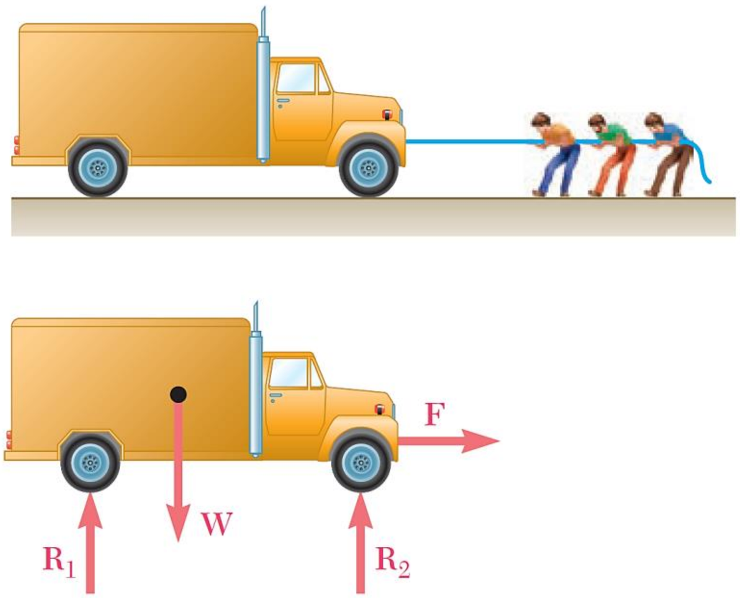
2.4 په کلکو اجسامو وارده قوې.

په کلکو اجسامو وارده قو ی په دوه برخو ویشلای شو. چې عبارت دی له خارجي او داخلی قوو څخه.

د یو جسم عمل په بل جسم خارجي قوې بلل کېږي، چې په جسم کې خارجي تغیرات رامنځ ته کوي یعنی جسم ته حرکت ورکوي او یایې سکون حالت ته راولی .چې د سکون په حالت کې د عکس العمل قوې هم رامنځته کېږي نو ویلای شو چې خارجي قوې عبارت دی له عمل او عکس العمل قوو څخه.

داخلی قوې عبارت له هغه قوو څخه دی چې د خار جی قوو له اثره رامنځته کېږي او د یو جسم جوړونکې اجزاوی یو له بله سره محکم ساتی چی په اتم فصل کې تشریح شوی دلته په خارجی قوو بحث کوو.

دخارجي قوو د ښوودنی لپاره یو موثر په پام کې نیسو . چې خارجي واقع شوی قوې پری په محاسبوی شیما یا ازاد دیاگرام کې ښودل شوی .



2.4 شکل

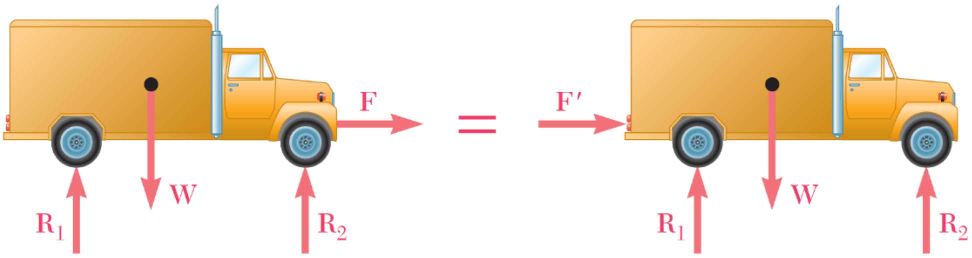
د W قوه چې د جسم وزن دی یوه خارجي قوه ده چې د ځمکې لخوا په موټر واردیږی او غواړی چې موټر په عمودی ډول ښکته خواته کش کړی اما د سرک لخوا د عکس العمل د قوو په برابرولو سره جسم ته د سکون په حالت کې قرار ورکړل شوی. چې دلته د ځمکې د جاذبی قوه (عمل قوه) او د سرک لخواواقع شوی قوې (د عکس العمل قوې) خارجي قوې دی . د دې تر څنګ د F قوه هم په موټر باندې یو خارجي قوه ده چې د څو کسانو لخوا د کیبل پواسطه عمل کوي او جسم ته انتقالی حرکت ورکوي.

پورتنی خارجي قوې موټر ته په عمودی او افقی جهت غواړی انتقال ورکړی چې دا د خارجي قوې له اثره د حرکت یو ډول (انتقالی حرکت) دی ،د دې ترڅنګ که چیرې مونږ یو جک په نظر کې ونیسو چې د موټر د مخکنی اکسل لاندې ایښودل شوی وی نوموړی جک موټر ته دوهم ډول حرکت چې دورانی حرکت دی ورکوي.

نو ویلای شو چې خارجي قوې یو جسم ته انتقالی او یا دورانی حرکت او یا هم دواړه په یو وخت کې ورکوي.

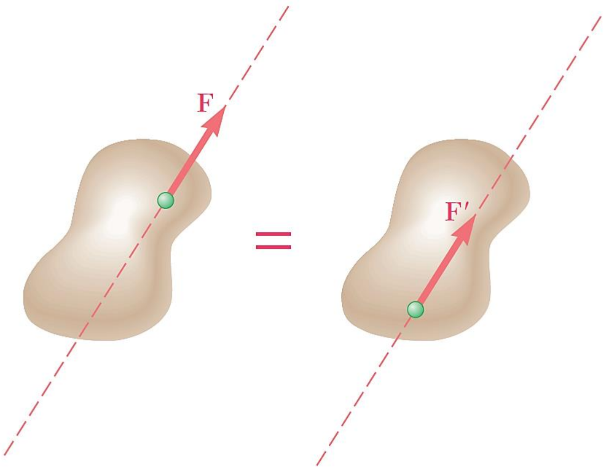
3.4 د قوې دانتقال قانون:

په يو کلک جسم باندې کولای شو خارجي قوه دهغی د تاثير د کرښی په امتداد انتقال کړو. چې په دی سره د کلک جسم په تعادل کې کوم تقير نه راځی اولاسته راغلی دواړه سيستمونه سره معادل دی.



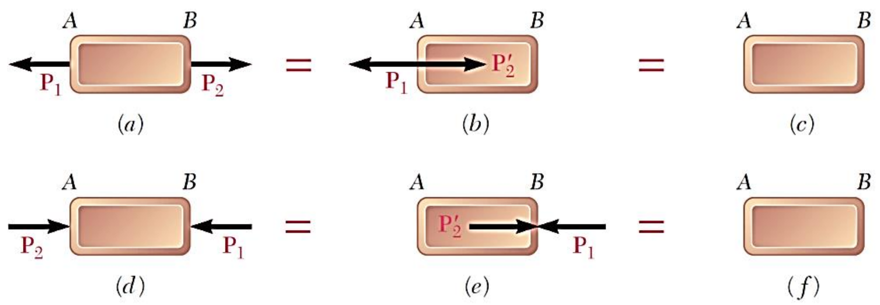
c

3.4 شکل



4.4 شکل

همدارنگه کولای شو په يو کلک جسم چې د قوو تراغيزی لاندې راغلی وی دوه مساوی او مخالف الجهته قوې اضعافه اويا هم تری لري کړو .



5.4 شکل

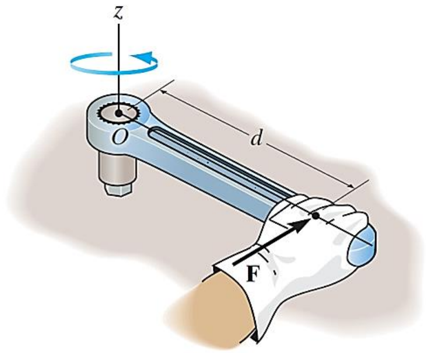
نوټ : پورتنی د قوو سیستمونه سره معادل دی نو په کلک جسم یو ډول خارجي تاثیرات لري او د کلک جسم په تعادل اثر نلري . باید په یاد ولرو چې نوموړی قوانین یواځی د ستاتیک په تعادلی مسایلو کې د تطبیق وړ دی .

4.4 د قوې مومنټ (Moment of Force)

کله چې وغواړو یو جسم ته حرکت ورکړو نو یا یې ټیله (Push) کوو او یا ورته دوران ورکوو یعنې قوه جسم ته انتقالي یا دوراني حرکت ورکوي ، په میخانیک کې د قوې دوراني حرکت ته مومنټ وایي، چې د قوې او د قوې د تاثیر کرښې او ټاکلې نقطې ترمنځ د فاصلې د حاصل ضرب څخه لاسته راځي.

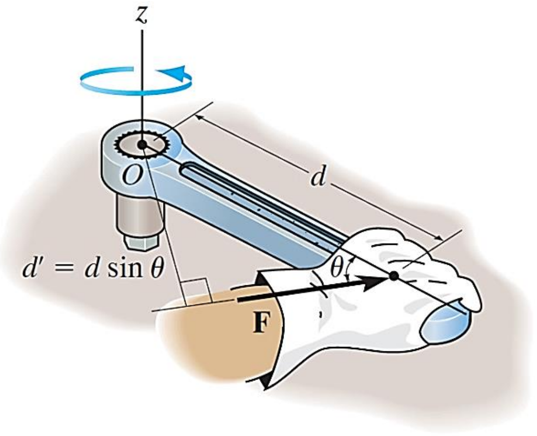
د مومنټ د مفهوم د ښه روښانتیا لپاره کې حالتونه څیړو.

په کې شکل کې د رینچ پواسطه غواړوچې یو بولټ راوباسو نو د دې کار لپاره د رینچ په لاستی باندې یوه قوه واردوو او نوموړی قوه به بولټ ته د o په نقطه کې او یا z په محور باندې دوران ورکړي. چې د مومنټ مقدار یې په مستقیما توګه متناسب دی دواردیدونکې قوې F له مقدار او همدارنګه د عمودي فاصلې سره چې دی عمودي فاصلې ته د مومنټ بازو d وایې. په هره اندازه چې د قوې مقدار او د بازو مقدار زیاد وی په همغه اندازه د مومنټ مقدار زیاتیږی



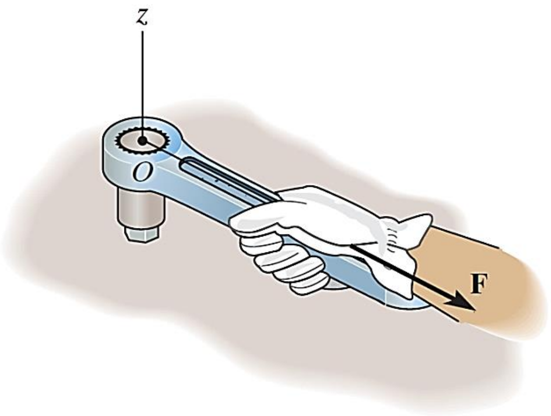
6.4 شکل

که چېرته د F قوه د $\theta \neq 90^\circ$ کې عمل وکړي نو ډیر په مشکله به وتوانیږو چې نوموړی بولټ ته دوران ورکړو(ځکه دلته به د مومنټ د بازو اندازه کمه وی یعنی $d'=d\sin\theta$) د فورمول څخه پوهیږو چې $d > d'$ نو د بازو په کمیدو سره د مومنټ مقدار هم کمیږی.



7.4 شکل

که چېرته قوه د رینچ په امتداد باندې عمل وکړي نو په دې صورت کې به د مومنټ بازو صفر وي او د F د قوې د تاثیر خط د O نقطه سره تقاطع کوي. نو دی حالت کې دوران نه واقع کېږي او د مومنټ مقدار صفر دی.



8.4 شکل

کولای شو چې پورتني حالتونه په کې توګه خلاصه کړو

په شکل کې د F د قوې مومنټ M_o نظر د O نقطې ته او یا هغه محورته چې د O له نقطې نه په عمودي توګه تیریږي او یا په سطحه باندې عمود وي یو وکتوري مقدار دی چې د یو ثابت مقد ار او همدارنګه ټاکلی جهت درلودونکې دی. چې د قوې او عمودی فاصلې د حاصل ضرب څخه لاسته راځی.

همدارنګه باید په یاد ولروچې دیوی قوې مومنټ نظر یوی نقطی ته هغه وخت صفر دی ،کله چې د قوې د تاثیر کرښه د نوموړی نقطی نه تیره شی او یا قوه په نوموړی نقطه واقع شی.

5.4 دمومنټ مقدار یا اندازه (Magnitude of Moment)

دتعریف له مخی مومنټ مقدار عبارت دی له:

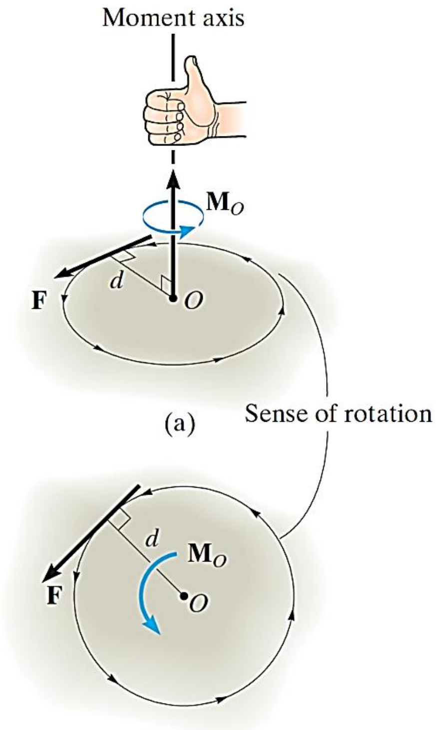
$$M_o = F.d$$

F هغه قوه چې د مومنټ د رامنځته کیدو لامل کیږي. او d دمومنټ دمرکز(o نقطی) او د قوې دتا ثیر کرښې تر منځ عمودی فاصله ده.

6.4 دمومنټ جهت (Direction of Moment)

دمومنټ جهت د مومنټ د محور له مخی ټا کل کیږي. د مومنټ محور په هغه سطحه عمود وی په کوم سطحه کې چې قوه او عمودی فاصله واقع وی.

که قوه د ټاکلی محور پر شا اوخوا د جسم ته د ساعت د عقربی مطابق دوران ورکړی مقدار یې مثبت او برعکس منفی دی.



شکل 9.4

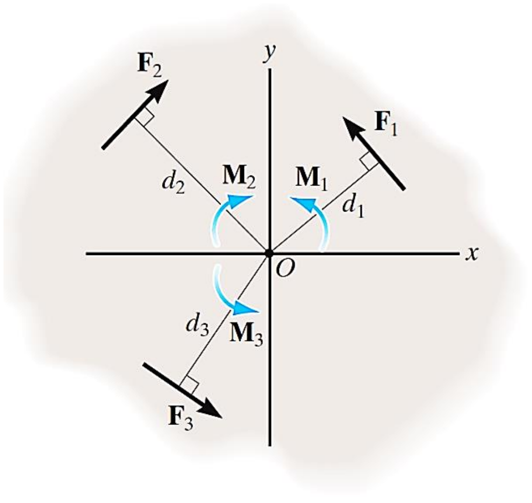
معمو لا په دوه بعدی سیستموتو کې د مومنټ جهت دتا و شوی غشی په واسطه ښودل کېږي. که چېرې قوه یو جسم ته دسا عت دعقربی مطابق Clock wise دوران ورکړی نو مومنټ یې منفی دی او که د سا عت عقربی مخالف دوران وکړي نو مقدار یې مثبت دی .

7.4 دمومنټ و احدات:

دتعریف له مخی پوهیږو چې مومنټ د قوې او فاصلی د حاصل ضرب خخه حاصلیږی نو واحدات یې عبارت دی له (lb.in)، (lb.ft)، (kN.m) ، (N.m) او داسې نورو څخه.

8.4 دمو منتو نو محصله Resultant moment

په سطحه کې د مومنټ محصله د ټولو مومنټونو د الجبری مجموعی څخه عبا رت دی.



10.4 شکل

$$\curvearrowleft^{+} (M_R)_O = \sum Fd;$$

$$-F_2 d_2 + F_3 d_3 (M_R)_O = F_1 d_1$$

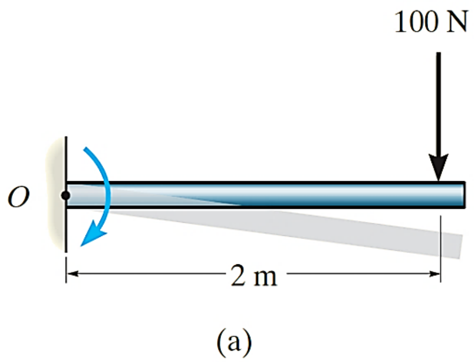
په پورتنی شکل کې F1 او F3 قو ی د سا عت د عقربی خلا ف دوران کوي نو ځکه مثبت او F1 قوه چې د ساعت دعقربی مطابق دوران کوي منفی په نظر کې نیول شوی. ټولو قوو دالجبری مجموعی قیمت که چېرې مثبت لاسته راغی . نو جسم په د سا عت دعقربی خلا ف دوران ولري او که منفی ؤ نو دسا عت د عقربی مطا بق دوران به ولري.

1.4 مثالونه:

د ورکړل شوي هر یو شکل لپاره د مومنټ مقدار نظر د O نقطې ته پیدا کړئ.

د هرې قوې لپاره یې د هغې د تاثیر کرښه ښودل شوی ده تر څو وکولای شو چې د مومنټ بازو d معلوم کړو.

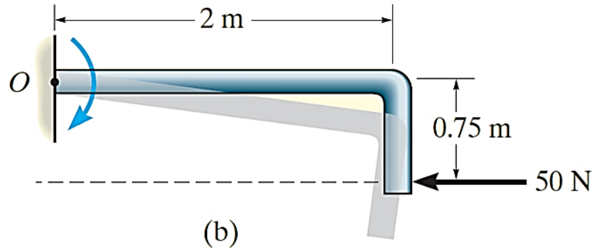
لومړی شکل:



شکل 11.4

$$M_o = 100N.2m = 200N.m \curvearrowright$$

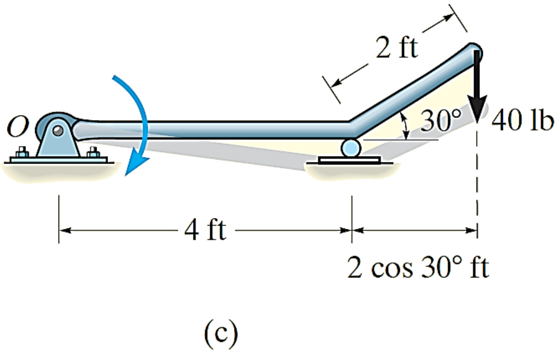
دوهم شکل:



شکل 12.4

$$M_o = 50N\ 0.75m = 37.5N.m \curvearrowright$$

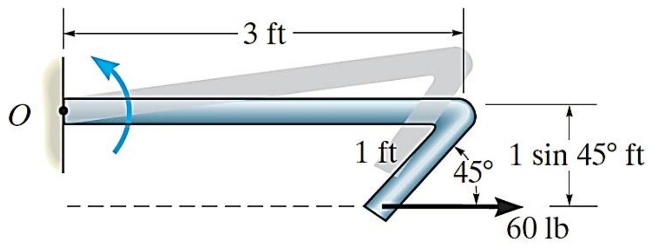
دریم شکل:



شکل 13.4

$$M_o = (400lb)(4ft + 2\cos 30^o\ ft) = 229ft \cdot lb \curvearrowright$$

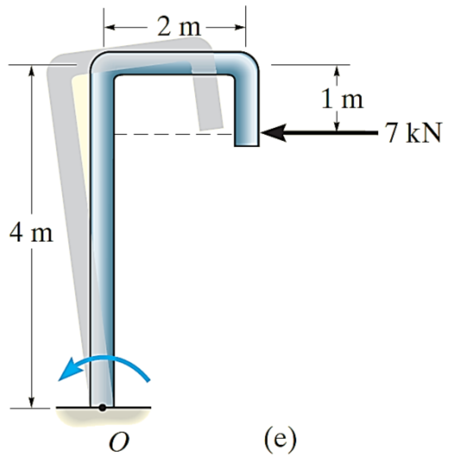
خلورم شکل:



14.4 شکل

$$Mo = (60lb)\ (1 \sin 45°ft) = 42.4lb \cdot ft \circlearrowleft$$

پنځم شکل:

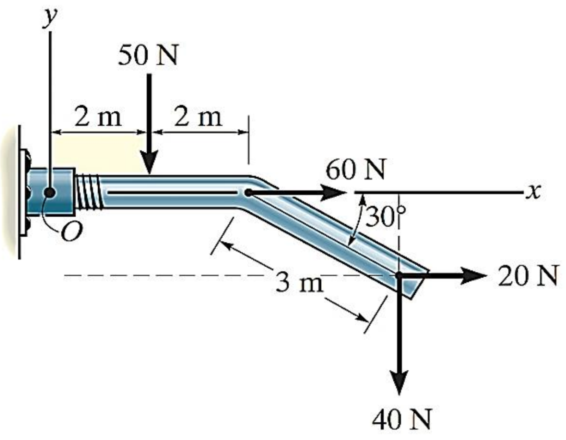


15.4 شکل

$$Mo = \ 7KN\ (4-1)m = 21kN \cdot m \curvearrowleft$$

2.4 مثال:

د شکل مطابق په يو راډ باندې قوو عمل کړی دی تاسې يې د محصله قوې مومنټ نظر د O نقطې ته پيدا کړئ؟



16.4 شکل

حل:

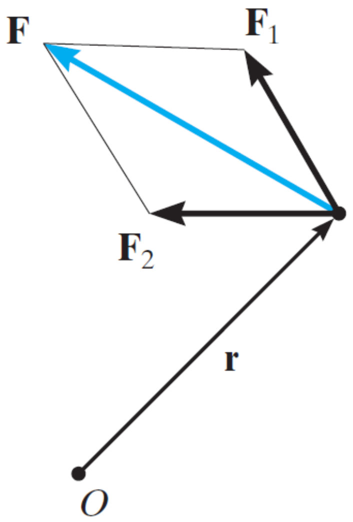
$$\curvearrowleft^{+} M_{RO} = \Sigma F \cdot d;$$

$$M_{RO} = -50N(2m) + 60N(0m) + 20N(3\sin 30^\circ m) - 40N(4m + 3\cos 30^\circ m) = -334N.m = 334N.m \curvearrowright$$

9.4 د مومنټ اصول Principle of Moment:

دا هغه نظریه ده چې دمیخانیک په علم کې ترینه په زیاتو مسایلو کې استفاده کېږي چې ورته د varigonon's theory هم ویل کېږي .نوموړی قضیه په لاندې ډول بیانوو:

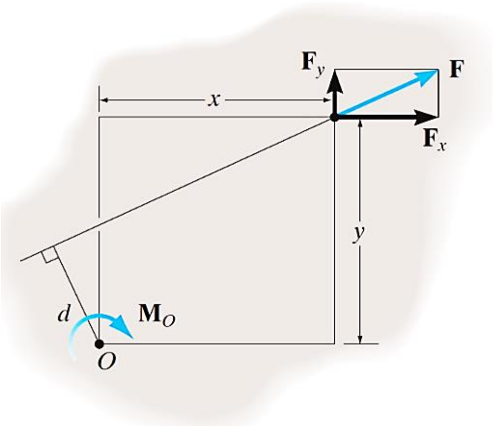
د قوې مومنټ نظر یوې نقطې ته مساوي دی د هغه مومنټونو له مجموعې سره کوم چې د نوموړې قوې د مرکبو پواسطه نظر همدې نقطې ته لاسته راځي. د مثال په توګه د F د قوې مومنټ نظر د o نقطې ته او همدارنګه د همدې قوې د مرکبو مومنټونو مجموعه نظرد o نقطې ته سره مساوي دی .



شکل 17.4

$$M_o = r \cdot F = r(F_1 + F_2) = r \cdot F_1 + r \cdot F_2$$

د دوه بعدي مسايلو لپاره کولای شو چې د مومنت له اصولو نه استفاده وکړو په دې توګه چې نومورې قوه د هغې په مستطیلی



شکل 18.4

مرکبو باندې ویشو او بیا د هغې مومنټ پیدا کوو .

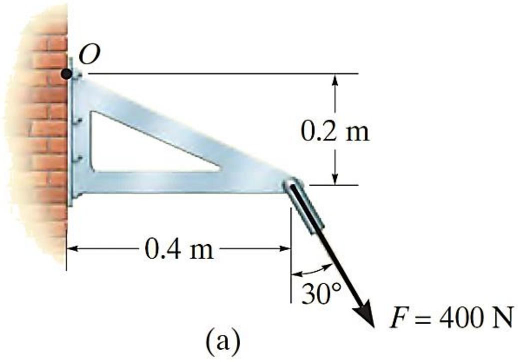
$$Mo = F_x \cdot Y - F_y \cdot X$$

چې دغه طریقه ډیره اسانه ده نظر دی ته چې مونږ د F د قوې مومنټ محاسبه کړو.

$$M_O = F \cdot d$$

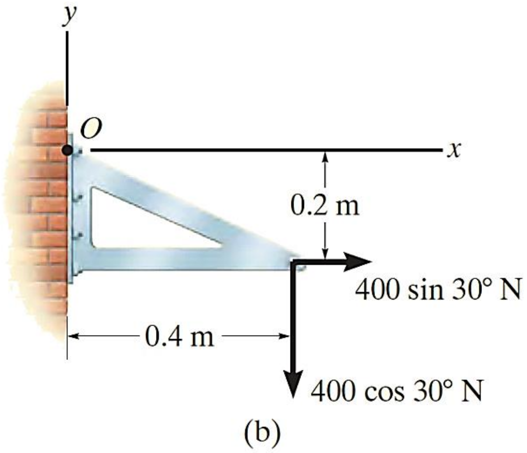
3.4 مثال:

د شکل مطابق د F قوې په یوه زاویه لرونکې براکټ باندې عمل کړی دی تاسې د نوموړې قوې مومنټ نظر د O نقطې ته پیدا کړئ؟



19.4 شکل

نوموړی قوې مرکبی د X او y په محوراتو پیدا کوو .

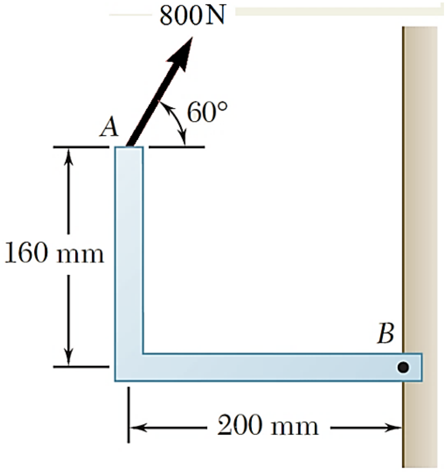


20.4 شکل

$$\curvearrowleft^{+} Mo = 400 \sin 30° \, N(0.2m) - 400 \cos 30° \, N(0.4m) =$$
$$-98,6N \cdot m = 98,6N \cdot m \curvearrowright$$

4.4 مثال:

په لاندې شکل کې د 800 N قوې مومنټ نظر B نقطې ته محاسبه کړی؟



21.4 شکل

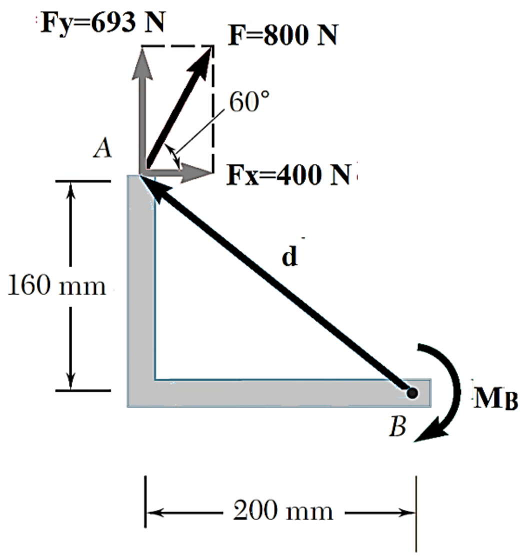
د پورتنی قوې مومنټ نظر د B نقطې ته په لاندې دوه طریقو لاسته راوړلای شو.

لومړی طریقه:

د مومنټ بازو d د مثلثاتي قوانینو پر اساس لاسته راوړو نو په دی حالت کې مومنټ عبارت دی له:

$$\mathbf{d = (160)^2 + (200)^2 = 256,1mm = 0,2561m}$$

$$\mathbf{M_B = Fd = (800N)(0,256m) = -204\ N \cdot m = 204\ N \cdot m} \curvearrowright$$



22.4 شکل

دوهمه طریقه

د نوموړی قوې مرکبې پیدا کوو.او د مرکبو محصله مومنټ یې لاسته راوړو.

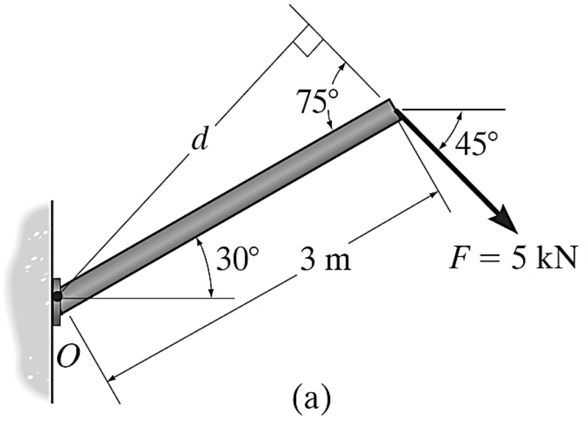
$$\curvearrowleft^{+} \; M_B = -F_x \cdot d_y - F_y \cdot d_x$$

$$Mo = -(800\cos60^\circ\ N)(0.16\ m) - (800\ \sin60^\circ\ N)(0.2m)$$

$$= -204N \cdot m = 204\ N \cdot m \ \curvearrowright$$

5.4 مثال:

په شکل کې د F د قوې مومنټ نظر د O نقطې ته پیدا کړئ؟



23.4 شکل

د پورتنی قوي مومنټ نظر د O نقطی ته په لاندي ځو طريقو لاسته راوړلای شو.

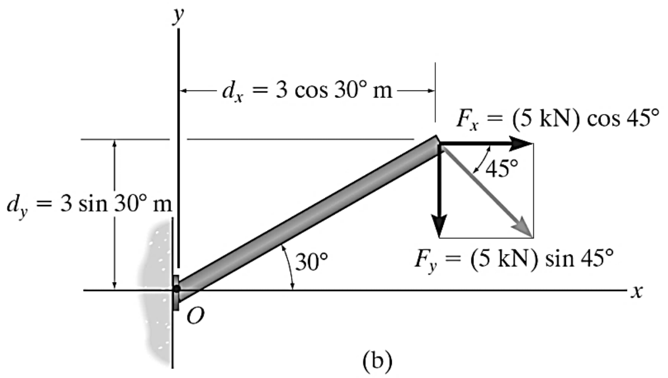
لومړی طريقه: د مومنټ بازو d د مثلثاتي قوانينو پر اساس لاسته راوړو نو په دی حالت کې مومنټ عبارت دی له:

$$d = (3m)\sin 75^{o} = 2,898m$$

$$M_{o} = Fd = (5kN)(2,898m) = 14,5\ kN \cdot m \curvearrowright$$

دوهمه طريقه :

د نوموړی قوي مرکبې پیدا کوو او دغه مرکبې د دې ښودونکې دي چې نوموړی جسم ته يې د ساعت د عقربې مطابق دوران ورکړي.



24.4 شکل

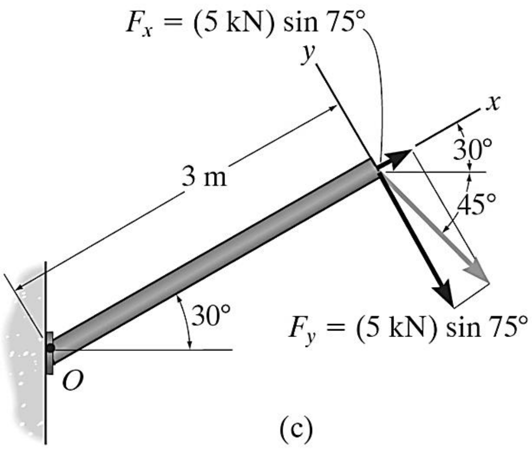
$$\curvearrowleft^{+}\ M_{O} = -F_{x} \cdot d_{y} - F_{y} \cdot d_{x}$$

$$Mo = -(5\cos 45^{\circ}\ kN)(3\sin 30^{\circ}\ m) - (5\sin 45^{\circ}\ kN)(3\cos 30^{\circ}\ m)$$
$$= -14,5kN \cdot m = 14,5\ kN \cdot m \curvearrowright$$

دريمه طريقه:

په دې طريقه کې د x محورد راډ د محور سره موازی اود y محور په راد باندې عمود په نظر کې نيسو او د F قوي مرکبې پیدا کوو.

دې ځای کې Fx نظر O ته کوم مومنټ نه توليدوي ځکه چې د هغې د تاثير خط له همدې نقطې نه تیریږي.



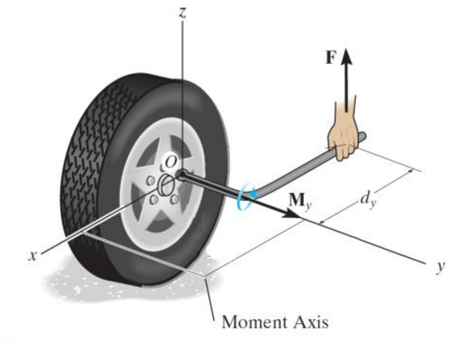
25.4 شکل

$$Mo = -Fy \cdot dx$$

$$Mo = -(5\sin 75°\ KN)(3m) = -14,5KN \cdot m = 14,5KN \cdot m \curvearrowright$$

10.4 د قوې مومنټ نظر يو محور ته:

ځنی وخت ضرورت پیدا کېږی چی د قوی مومنټ نظر یو محور ته محاسبه کړو لکه په لاندی شکل کې غواړو د یو ټایر نټ د رینج پواسطه وباسو ، د لاندی شکل مطابق د F قوه رینج او نټ ته د y محور په شا اوخوا دوران ورکوی چی په دی حالت کې د مومنټ مقدار د عبارت دی له M=F.dy سره نو ویلای شو چی د یوی قوی مومنټ نظر یو محور ته عبارت دی د قوی او د قوی د تاثیر کرښی او محور تر منځ د عمودی فاصلی د ضرب له حاصل سره.



26.4 شکل

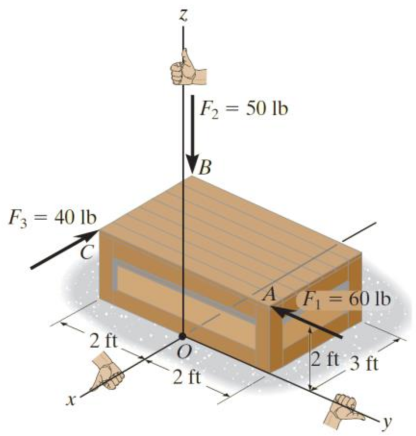
مثال:د لاندی شکل مطابق د دری واړو قوو د مومنټونو محصله نظر د (X,Y,Z) محوراتو ته محاسبه کړی.

حل: باید په یاد ولرو که چیری یوه قوه د ټاکلی محور سره موازی او یا د تاثیر کرښی امتداد یی محور قطع کړی د دی قوی مومنټ نظر هماغه محور ته صفر دی.

$$Mx = (60lb)(2Ft) + (50lb)(2\,ft) + 0 = 220.ft \quad \textbf{Ans}$$

$$My = 0 - (50lb)(3\,ft) - (40lb)(2\,ft) = -230lb.ft \quad \textbf{Ans}$$

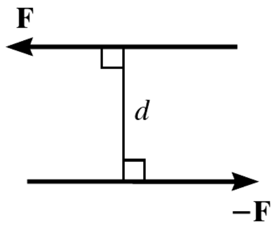
$$Mz = 0 + 0 - (40lb)(2\,ft) = -80lb.ft \quad \textbf{Ans}$$



شکل 27.4

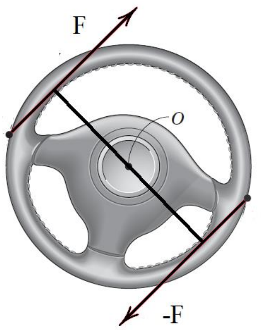
11.4 د جوړه قوو مومنټ:

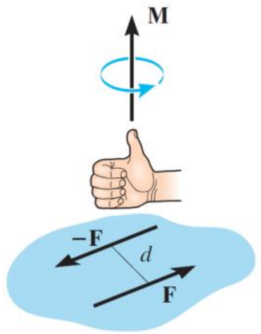
جوړه قوي هغه قوي دي چې مقدارونه يې مساوي ، جهتونه يې مخالف او د عمل يا تاثير كرښې يې موازي وي چې تر منځ يې يوه ټاكلې فاصله (d)وجود ولري.



شکل 28.4

د دې قوو محصله قوه مساوي په صفرسره ده يواځېنی تاثير چې نوموړې قوه يې په جسم کې واردوي هغه جسم ته په د يو محور يا نقطی پر شا او خوا په يو ټاکلی جهت دوران ورکول دی.
د مثال په توګه کله چې موټروان موټر چلوی نو له دواړه لاسونوپواسطه په سټيرنګ باندې قوه واردوي چې د يو لاس پواسطه سټيرنګ پورته خواته او بل لاس پواسطه سټيرنګ کې خواته تاووي چې په دې صورت کې سټيرنګ ته دوران ورکوي. دلته کوم مومنټ چې منځ ته راځي دغه مومنټ ته جوړه يې مومنټ ويل کېږي.





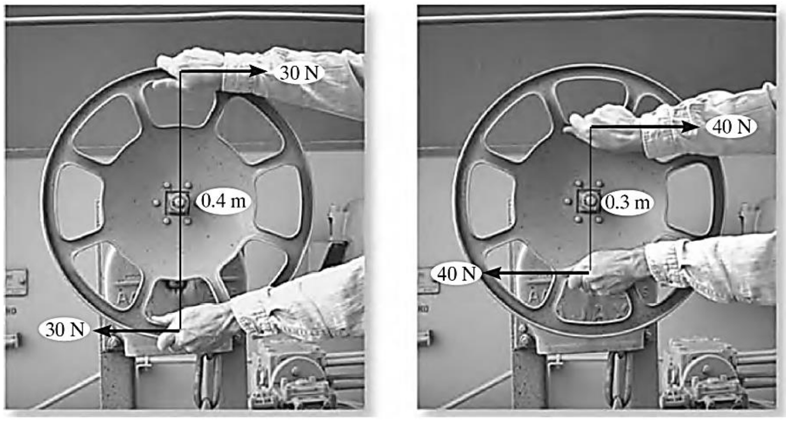
$$\mathbf{M = F \cdot d}$$

شکل 29.4

12.4 د جوړه يي مومنټ مساوي والی Equivalent of Couple

که چېرته دوه جوړه يې قوې مومنت تشکيل کړی چې د دې مومنټ مقدار مساوي او هم جهته وي نو معادلی جوړه يې قوې بلل کېږي. د مثال په توګه دوه جوړه يې قوې په شکل کې ښودل شوی دی چې نوموړې قوې او فاصلی يې سره فرق لري اما مومنټونه يې سره مساوي دی.

$$\mathbf{M = 30N\,(0,4m) = 40N\,(0,3m) = 12\ N \cdot m}$$



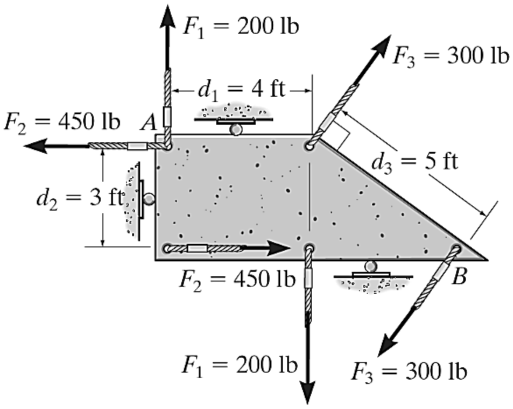
30.4 شکل

13.4 د جوړه يي مومنټ محصله Resultant Couple Moment

د جوړه يي مومنټ محصله په يو سيستم د واقع شوی جوړه يي قوو د مومنټونو له مجموعی څخه عبارت دی لکه په لاندې مثال کې چې واضع شوی.

$$\mathbf{M_R} = \mathbf{M_1} + \mathbf{M_2}$$

6.4 مثال: په کې شکل کې درې جوړه يي قوا و په يو جسم باندې عمل کړی دی تاسې يې د محصله جوړه يي مومنټ مقدار معلوم کړئ؟



31.4 شکل

حل :- لکه څرنګه چې عمودي فاصله د جوړه يي قوو تر منځ ټاکل شوی ده نو د ټولو قوو مومنټ يې په کې توګه پیدا کوو.

$$\curvearrowleft^{+} \quad \sum M_R = \sum M;$$

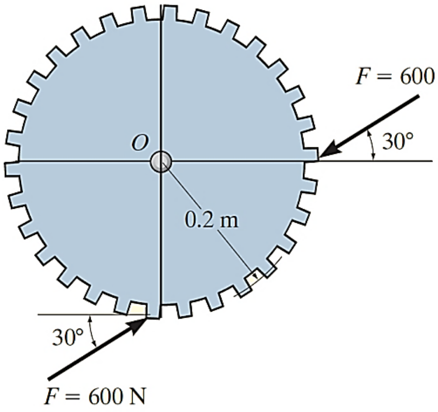
$$M_R = F_1 d_1 + F_2 d_2 - F_3 d_3$$

$$= (200lb)(4ft) + (450lb)(3ft) - (300lb)(5ft) = -950lb \cdot ft$$

$$\text{or } 950\ lb \cdot ft \ \curvearrowright$$

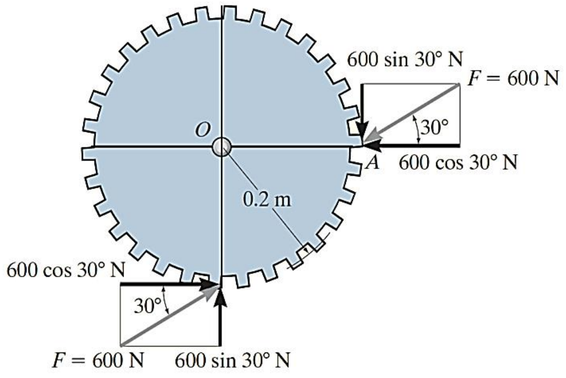
چې منفي علامه يې د دې ښودونکې ده چې مومنټ د ساعت د عقربې مطابق دی

7.4مثال: د ورکړل شوی شکل لپاره د هغې د جوړه يې قوو مومنټ معلوم کړئ؟



32.4 شکل

حل :- د دې شکل د اسانه حل لپاره لومړی ورکړل شوی قوې د هغې په مرکبو باندې تجزیه کوو او بیا د دې د جوړه يې قوو مومنټ نظر یو ی کیفی نقطې ته پیدا کوو.



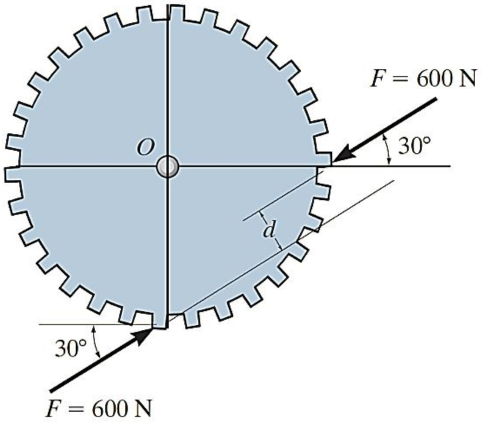
33.4 شکل

$\curvearrowleft M_O = \sum M_O;$

$M = (600 \cdot \cos30)(0.2m) - (600 \cdot \sin30)(0.2m) = 43 \cdot 9N \cdot m$

چې مثبت علامه یې د دې ښودونکې ده چې د مومنت جهت یې د ساعت د عقربې مخالف دی

همدارنګه کولای شو په لاندې ډول مومنټ د $(600 \cdot d)$ څخه لاسته راوړو.



34.4 شکل

14.4 د څلورم فصل لنډیز

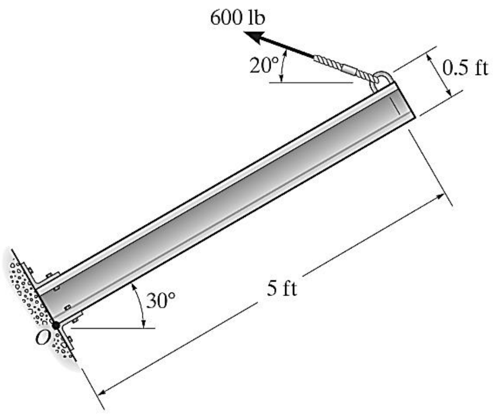
- دقوې مومنټ دقوې ددورانی تاثیر څخه عبارت دی چې دقوې اودقوې دتاثیرکرښې او ټاکلی نقطې تر منځ د عمودی فاصلې له حاصل ضرب څخه لاسته راځی.

$$M_o = F.d$$

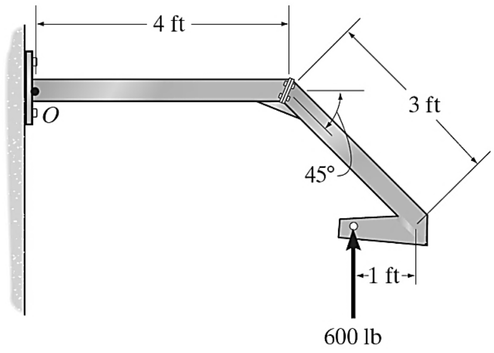
- دمومنټ جهت د مومنټ د محور له مخې ټا کل کېږي. د مومنټ محور په هغه سطحه عمود وی په کوم سطحه کې چې قوه او عمودی فاصله واقع وی.که قوه د ټاکلی محور پر شا اوخوا د جسم ته د ساعت د عقربی مطابق دوران ورکړی مقدار یې مثبت او برعکس منفی دی.
- د قوې مومنټ نظر یوې نقطې ته مساوي دی د هغه مومنټونو له مجموعی سره کوم چې د نوموړی قوې د مرکبو پواسطه نظر همدې نقطې ته لاسته راځي.
- جوړه قوې هغه قوې دي چې مقدارونه یې مساوي ، جهتونه یې مخالف او د عمل یا تاثیر کرښې یې موازي وي چې تر منځ یې یوه ټاکلی فاصله (d)وجود ولري. چې له اثره یې رامنځته شوی مومنټ ته د جوړه قوو مومنټ وایي.

مسایل:

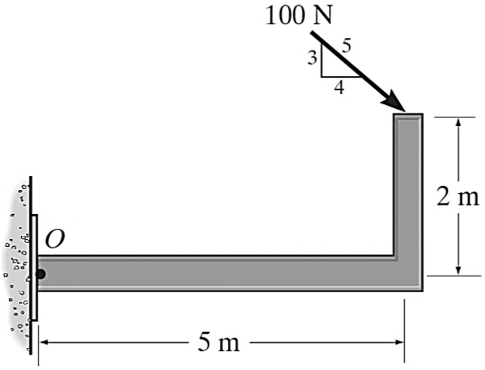
❖ په لاندې شکلونو کې نظر o نقطی ته د وارده قوو مومنټ محاسبه کړی.



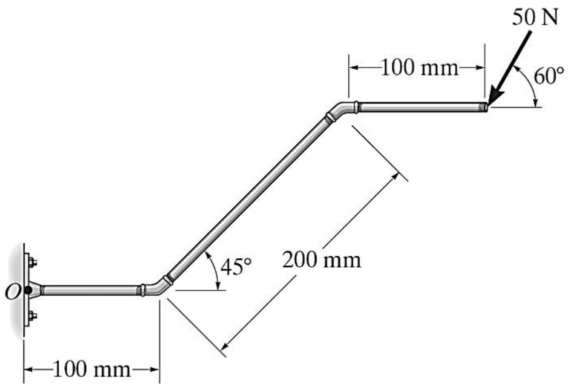
35.4 شکل



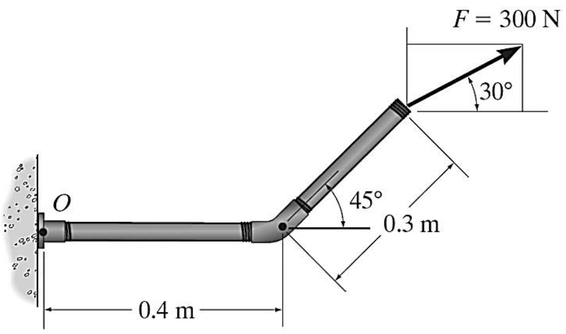
شکل 36. 4



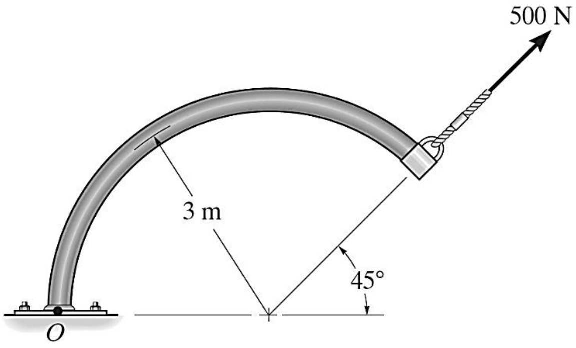
37.4 شکل



38.4 شکل



40.4شکل



41.4 شکل

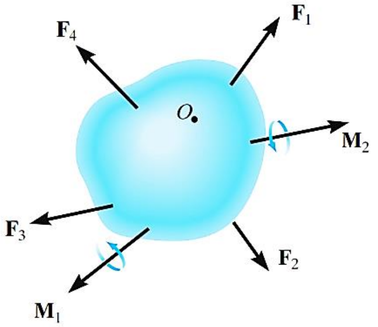
پنځم فصل
د کلک جسم تعادل
Equilibrium of rigidbody

1.5 عمومیات:

د لاندې شکل مطابق یو جسم په نظر کې نیسو چې د مختلفو خارجي قوو او مومنټونو تر تاثیر لاندې راغلی چې جاذبوی، مقناطیسی ،برقی او دنورو اجسامو دارتباطی تاثیراتو له اثره رامنځ ته شوی. مونږ کولای شو نوموړی قوې او مومنټونه په یو معادل سیستم تبدیل کړو او محصلی یې لاسته راوړو ، که چېرې د قوو او مومنټونو محصلی یې صفر شوی نو ویلای شو چې نوموړی جسم په تعادل کې دی.

په ریاضیکې ډول د یو جامد جسم تعادل په لاندې ډول بیانوو.

$$\sum F = 0 \qquad \sum M_O = 0$$



1.5 شکل

داچې په فضا یا درې بعدی حالت کې درې محورونه (X, Y, Z) وجود لرې نو نظر هر محور ته دوه معادلې یو د قوی او یو د مومنټ د تعادل معادله تشکېلیږی نو په درې بعدی سیستم کې د یو کلک جسم د تعادل شرایط لاندې شپږ معادلې تشکېلوی.

$$\sum F_x = 0 \qquad \sum F_y = 0 \qquad \sum F_z = 0$$
$$\sum M_x = 0 \qquad \sum M_y = 0 \qquad \sum M_z = 0$$

په یو دوه بعدی سیستم کې د ستاتیک تعادلی معادلې عبارت دی له:

$$\sum F_x = 0 \qquad \sum F_y = 0 \qquad \sum M_X = 0$$

د ستاتیک د تعادلی معادلو څخه په استفادی سره کولای شو په یو کلک جسم مجهولی خارجي قوې خصوصا عکس العملونه محاسبه کړو، د دې لپاره باید لومړی د کلکو اجسامو محاسبوی شیما یا ازاد دیاګرام رسم او معلومی او مجهولی قوې مشخصی کړو، داچې مجهولی خارجي قوې کلکو اجسامو په اتکا ګانو کې رامنځته کېږي نو لومړی باید اتکا ګانی وپیژنو.

2.5 اتکا Support

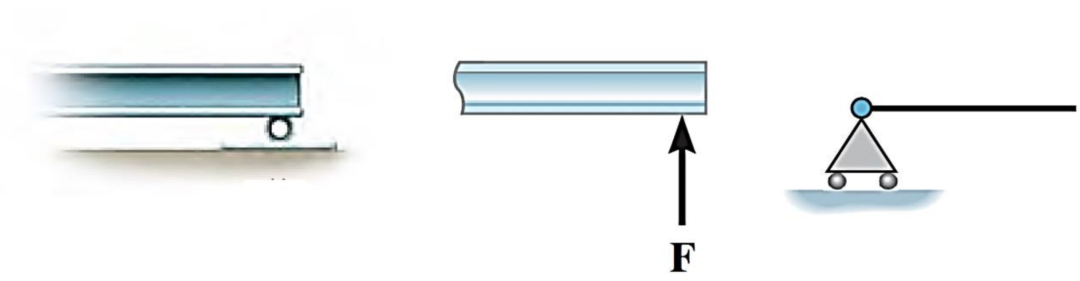
اتکا د د جسمونو د اتصال څخه لاسته راځی . که چېرې یو جسم د بل جسم د انتقالی او یا دورانی حرکت مانع وګرځی اتکا بلل کېږي لکه دیو بیم لپاره پایه اتکا ده.
لکه څرنګه چې پوهیږو په یو جسم باندې خارجي قوې عبارت دی له عمل او عکس العمل قوو څخه . په یو کلک جسم کې د عکس العمل قوې په اتکا ګانو یا د دوه جسمونو د اتصال په نقطه کې واردیږی.
داچې جسم دوه ډوله حرکت (انتقالی او دورانی) لري نو:

- که چېرې اتکا د یو کلک جسم د انتقالی حرکت مانع په یو جهت وګرځی نو په نوموړی کلک جسم له هماغه طرف څخه د عکس العمل قوه واردیږی. معمولا دا ډول عکس العملونه د X او Y په محوراتو په امتداد رامنځته کېږي.
- که چېرې اتکا د کلک جسم د دورانی حرکت مانع وګرځی نو په کلک جسم کې دورانی عکس العمل (مومنټ) رامنځته کېږي.

په ساختمانی یا میخانیکي عناصرو کې اتصال یا یو پر بل تکیه کېدل په دری ډولونو صورت نیسی . یا په بل عبارت ویلای شو چې دری ډوله اتکا ګانی وجود لري چې په لاندې ډول یې واضع کوو.
د یو بیم یو انجام په لاندې دری حالتو کې ګورو.

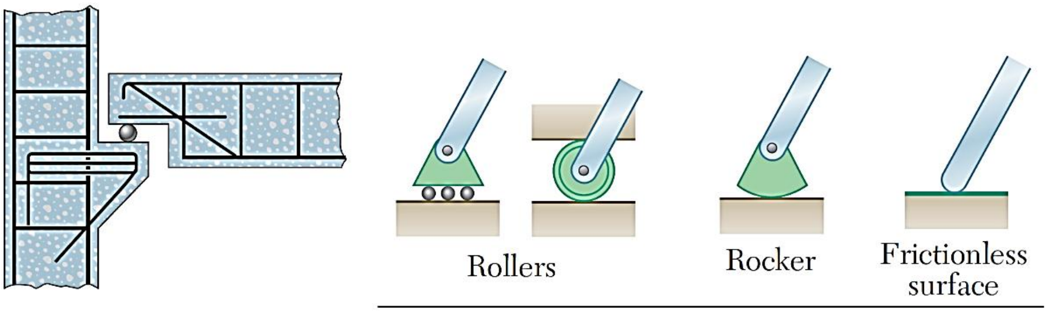
لومړی حالت (متحرکه اتکا)

که چېرې په لاندې شکل کې وګورو نو اتکا د بیم یواځې په یو جهت (عمودی) د انتقالی حرکت مانع واقع کېږي، چې دی ډول اتکا ته متحرکه اتکا (Roller Support) وایې. چې دا ډول اتکا ګانی لرونکې د یو عکس العمل وی .



2.5 شکل

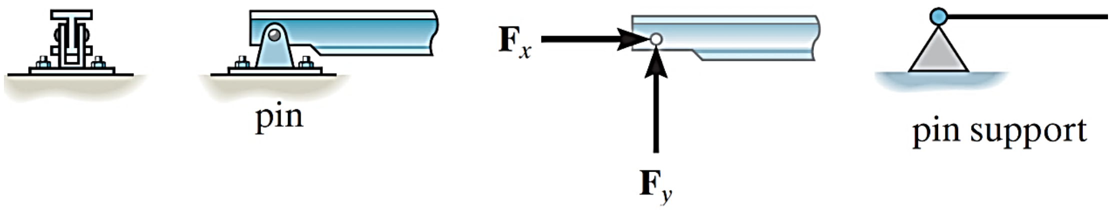
دمتحرکي اتکا نور مثالونه لکه د موټر یا کراچي ټایر په سرک باندي ، همدارنگه په اهن کانکریټی ساختمانونو کي که چیري گاډر د پایي یا دیوال دپاسه همداسي امانتی کیښودل شی متحرکه اتکا بلل کیږي.



3.5شکل

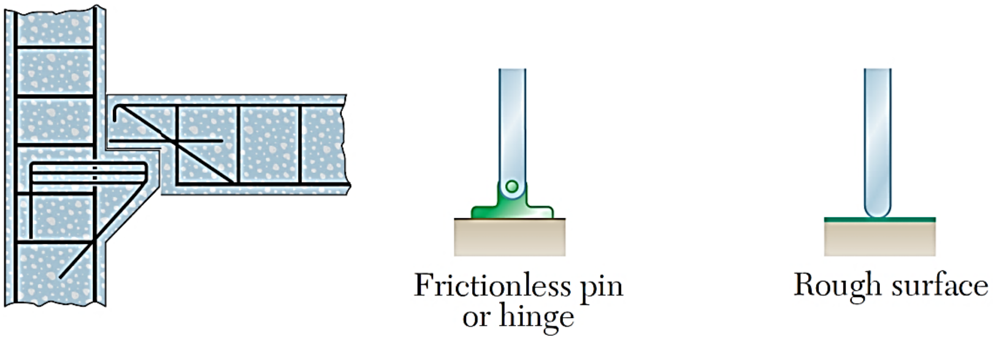
دوهم حالت (ساکنه اتکا):

که چیري د لاندي شکل ته وگورو لیدل کي چي په اتکا کي میخک (pin) استعمال شوی چي په هر جهت د انتقالی حرکت مانع واقع شوی . چي د اسانتیا لپاره یي مونږ افقی او عمـــودی مرکبی په نظر کي نیسو. دی ډول اتکا ته ساکنه اتکا(pin support) وایي چي لرونکي د دوه عکس العملونو وی.



4.5 شکل

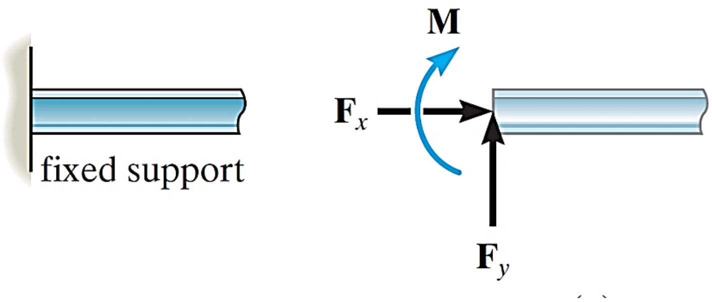
نور مثالونه:



5.5شکل

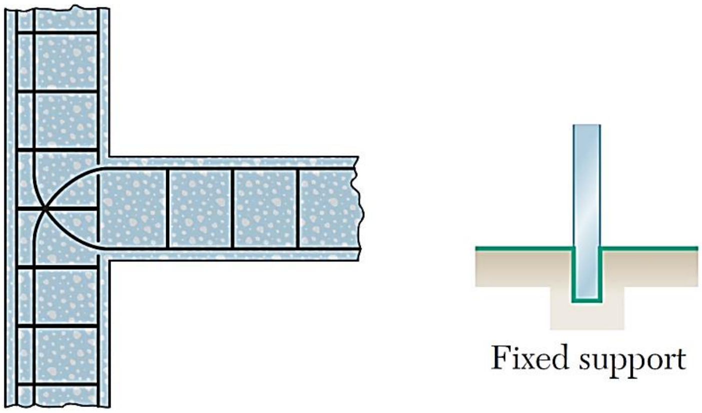
دریم حالت (سخته اتکا):

تر ټولو قوي اتکا په لاندې شکل کې ښودل شوی چې هم د انتقالی او هم د دورانی حرکت مانع گرځی. دی ډول اتکا ته سخته اتکا (Fixed Support) وایې چې لرونکې د دری عکس العملونو وی.



6.5 شکل

په کانکريټي ساختمانونو کې کله چې د دوه عناصرو سيخان سره وصل شي سخته اتکا بلل کېږي.



7.5 شکل

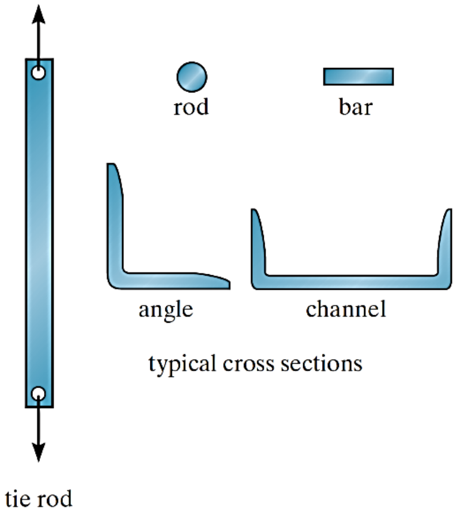
د سيول انجينرى يوه مهمه برخه د ساختمانونو ډيزاين دى تر څو په اطمينان سره ورڅخه وکړو اوتر څنگ يې اقتصادى اوسى. نو دساختماني انجنير لپاره دا ډير مهمه خبره ده چې د ساختمان ټولي برخي کوم چې د بار زغملو لپاره استعماليږي وپيژني او نوموړي ساختماني عناصر د شکل او وظيفى پر بنياد وويشي.

3.5 ساختماني عناصر Structural Elements

هغه اساسي عناصر چې ساختمان تري جوړيږي عبارت دي له ميلو ، بيم او پايې څخه چې لنډه پيژندنه يې په لاندې ډول سره کوو.

ميلې Tie Rods

ټاي راډ د ساختمان هغه برخه وي کوم چې عموما د کششي قواو لاندې قرار لري. چې د مختلفو عرضى مقطعو لرونکې وى چې په لاندې شکل کې ښودل شوى.



8.5شکل

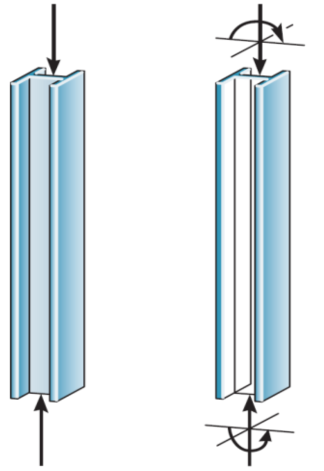
بیم Beam

ګاډر افقي ساختمانی عنصر دی چې اساسي وظیفه یې د پریکوونکو یا جانبی قووزغمل او د هغوی انتقال پایو ته دی، ګاډرپه کوږوالي کی کار کوي او عمودی قوې زغمی.

9.5شکل

پایه Column

پایه د ساختمان عمودي برخه ده کوم چې زیاتره فشاري قواوي په منظم ډول تهداب ته انتقالوي. ځیني وختونه د فشاري بارونو سربیره مومنتونه هم په پایې عمل کوي.



شکل10.5

4.5 د ساختمان ډولونه Types of structures

د پورتنی ساختمانی عناصرو څخه لاندې ساختمانونه جوړېږی.

- ترس ***Truss***
- چوکاټ ***Fram***
- کېبل او کمان ***Cable and arche***

څرنګه چې مخکې وويل شو پورتنی ساختمانونه د خارجي قوو تر تاثير لاندې راځی چې د نوموړو ساختمانونو د ډیزاین لپاره بايد په ساختمان باندې د ستاتیک د تعادلی معادلو څخه په استفادی خارجي مجهولی قوې (عکس العملونه)او داخلی قوې بايد محاسبه شی دلته مونږ د ستاتیک د تعادلی معادلو څخه په استفاده د نوموړو ساختمانونو او جوړونکې عناصرو عکس العملونه محاسبه کوو.

مخکې له دی چې د نوموړو ساختمانو او عناصرو عکس العملونه محاسبه کړو لومړی د نوموړو ساختمانونو معینيت او استواری تر بحث لاندې نيسو.

5.5 معينيت او نامعينيت

ساختمانونه نظر محاسبې ته په لاندې دوه ډوله دي .

معين ستاتيکي سيستم

له هغه ستاتيکي سيستمونو څخه عبارت دي، چې دسيستم اتکايزي قوي د ستاتيک د تعادلي معادلو په مرسته پيدا شي يا هغه ساختمان چې تحليل لپاره يې د تعادل معادلي کافي وي يا د نامعلومو قواو (عکس العملونو) تعداد د تعادل معادلو سره مساوي يا کم وي.

Reactions ≤ Equations of Equilibrium

6.5 نامعين ستاتيکي سيستم

له هغه سيستمونو څخه عبارت دي، چې د سيستم اتکايزي قوي د ستاتيک د تعادلي معادلوپه مرسته پيدا نه شي يعني ساختمان کې د نامعلومو قواو (عکس العملونو) تعداد د تعادل معادلو څخه زيات وي.

د ساختمان معين والی پيدا کولو لپاره لومړی د ساختمان د ټولو غړيو يا د يو څو برخو Free body diagram رسميږی او د دياګرام په مرسته نامعلومی قوې د سيستم تعادلی معادلو سره پر تله کېږي او يا هم د فورمول په واسطه د ساختمان معين والئ لاس ته راوړل کېږي.

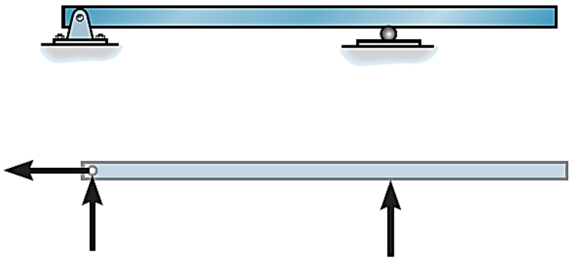
معين ستاتيکي ساختمان $r = 3n$

نا معين ستاتيکي ساختمان $r > 3n$

پورتنی فورمولونو کې n د ساختمان د برخو شمير او r د نامعلومو قوو تعداد دی .

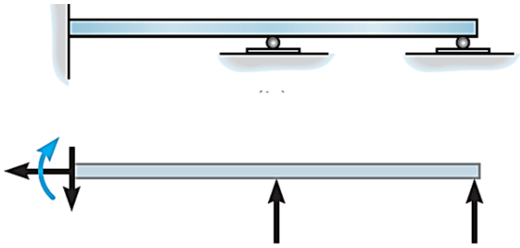
بايد په ياد ولرو چې دلته مونږ يواځی معين ستاتيکي ساختمانونه تر بحث لاندې نيسو او نا معين ستاتيکي ساختمانونو د مجهولو قوو محاسبه د ميخانيک ساختمان په مضمون کې مطالعه کېږي.

د مثال په ډول د لاندې ساختمانونو او عناصرو معینیت ټاکو.



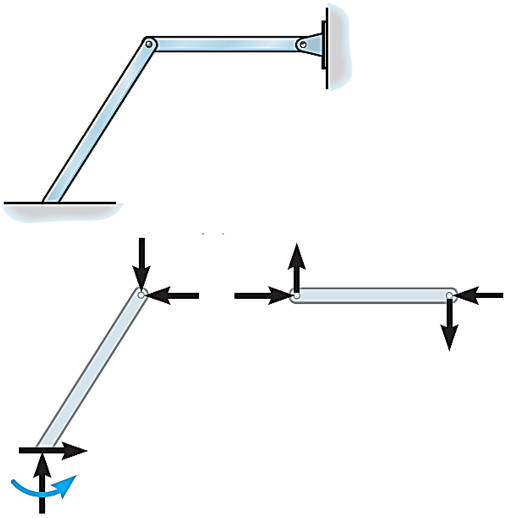
11.5شکل

معین ستاتیکې سیستم



12.5شکل

دوهمه درجه نا معین ستاتیکې سیستم



13.5شکل

لومړی درجه نا معین ستاتيکي سيستم

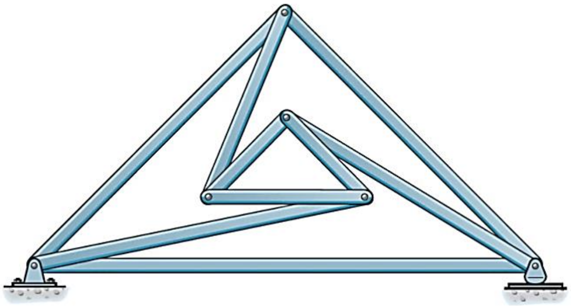
همدارنګه په ترسونو کې معينيت په لاندې ډول

b + r = 2j ....determinate truss

b + r > 2j..........Indeterminate Truss

پورتنی فورمول کې b د ميلو تعداد r د عکس العملونو شمير او j د غوټو تعداد ښيي.

د مثال په ډول د لاندې ترس معينيت ټاکو.



14.5شکل

$b = 9, \quad r = 3 \quad j = 6$
$b + r = 2j$ یا $12 = 12$

معین ستاتیکي سیستم

7.5 استوارې Stability

استواری د ساختمانونو له هغه خاصیت څخه عبارت دی چې د جانبی ناچېزه بارونو په مقابل کې خپله پایداری وساتی او هندسی تغیر شکل ونکړي.

د استواری له مخی ساختمانونه په دوه ډوله دی:

a) استواره ساختمانونه Stable Structures

استواره ساختمانونه له هغې سیستمونو څخه عبارت دي ، چې د بهرنیو قوو د عمل په پایله کې خپله پایداري له ځانه وښیي.

b) غیر استواره ساختمانونه Unstable Structures

غیر استواره ساختمانونه له هغې سیستمونو څخه عبارت دي ، چې د بهرنیو قوو د عمل په پایله کې خپله پایداري له ځانه ونه وښیي.

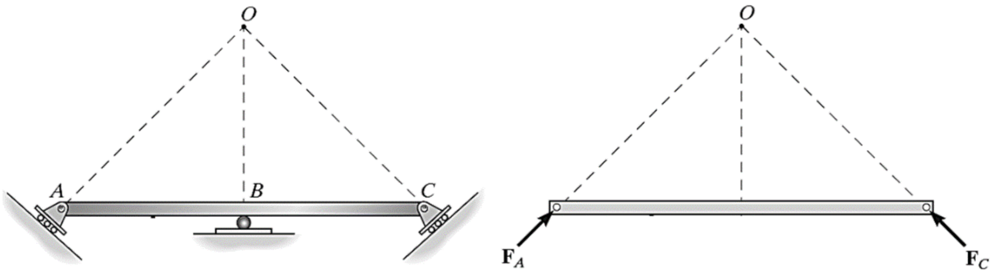
8.5 د استوارې لپاره شرایط

د استواری شرایط په لاندې ډول دی.

- د عکس العملونو تعداد باید له دری څخه کم نه وی.

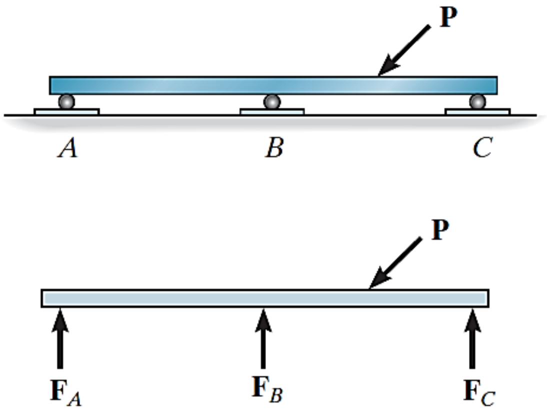
$r > 3$

- عکس العملونه یې باید په یوه نقطه کې قطع ونکړي.



شکل15.5

➢ عکس العملونه يې باید موازی نه وی.



شکل16.5

لنډه داچې که د عکس العملونو تعداد له درې څخه کم وو غیر استواره دی او که له درې څخه زیات وو په هغه صورت کې غیر استواره دی چې عکس العملونه یې موازی او یا متلاقي وی.

$r < 3$, ***unstable***

$r \geq 3$, ***Unstable if member reactions are concurrent or parallel or some of the components form a collapsible mechanism.***

همدارنګه په ترسونو کې د خارجي استواری ترڅنګ داخلی استواری هم د لاندې فورمول پواسطه محاسبه کېږي.

$b + r \geq 2j$ ***Stable***

$b + r < 2j$ ***unstable***

دلته مونږ د پورته ذکر شوو ساختمانوو او عناصرو لنډه پیژندنه او د ستاتیک د تعادلی معادلو څخه په استفاده یې د خارجي مجهولو قوو (عکس العملونو) محاسبه تر بحث لاندې نیسو.

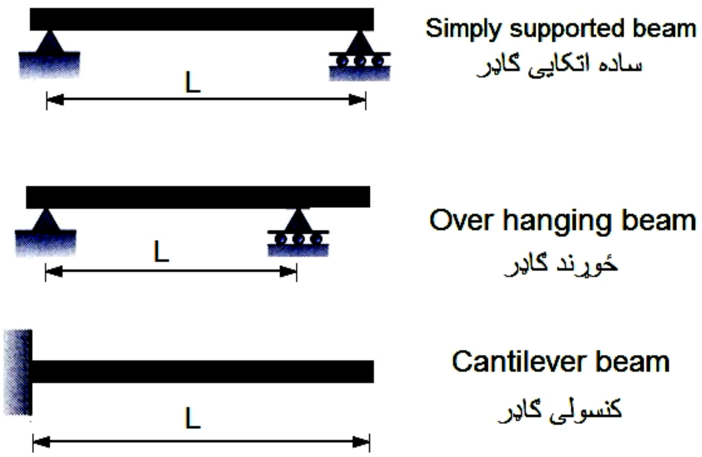
9.5 د ګاډرونو تعادل او د عکس العملونو محاسبه یې:

ګاډر افقي ساختمانی عنصر دی چې اساسي وظیفه یې د پریکوونکو یا جانبی قووزغمل او د هغوی انتقال پایو ته دی، ګاډرپه کوږوالي کی کار کوي او عمودی قوې زغمی.

کېدای شی ګاډرد عمودی قوو تر څنګ د ځینو نورو قوو تر تاثیر لاندې هم راشی.

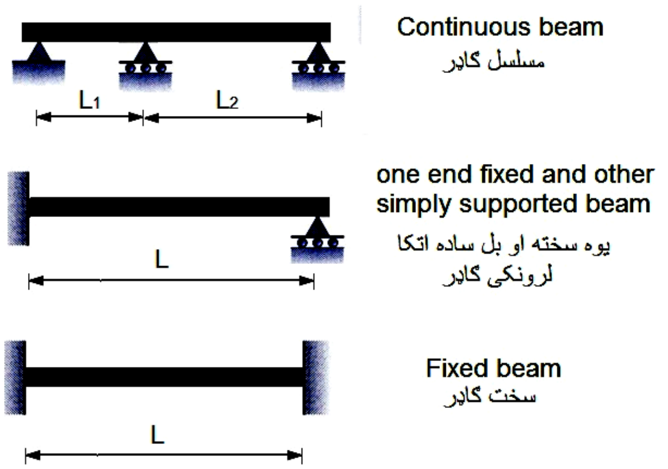
ګاډر د محاسبی له نظره په دوه ډوله دی.

c) **معین ستاتیکي ګاډرونه** (Statically determinate beams)



شکل17.5

d) **نامعين ستاتيکي ګاډرونه** (Statically indeterminate beams)



18.5شکل

معين ستاتيکي ګاډرونه هغه ګاډرونه دی چې د ستاتيک د تعادلی معادلو پواسطه يې عکس العلمونه محاسبه کولای شو.

په اکثره ساختمانونو کې ګاډر د هغو قوو تر تاثير کې راځي، چې د ګاډرپه محور عمودي وي. په ګاډرونو باندې لاندې قوې عمل کوي .

10.5 **دايمي بار يا مړ بار** Dead Load

د يو ساختمان د مختلفو برخو خپل وزن اود هغه اجسامو وزن چې په ساختمان مستقل قرار لري عبارت دي ده مړ وزن څخه.د مړ وزن مقدار او موقيعت ثابت وي.

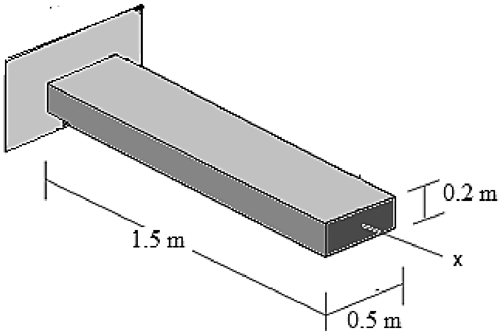
11.5 **د مړبارونوپيداکول** Determination of Dead Load

څرنګه چې پوښبنونه (Slabs) خپل وزنونه بيمونو (Beams) ته انتقالوي او بيمونه خپل وزنونه ستنو ته(Columns) ته انتقالوی ،دا چې مونږ دلته بيمونه تر بحث لاندې نيولی او په اکثره بيمونو مو ويشلی بارونه وضع کړی نو د يو مثال سره يې واضح کوو چې نومړی ويشلی بار چې په kN/m او يا lb/ft ښودل شوی په څه ډول لاسته راغلی.

په ګاډرونو کې مړبار دګاډر خپل وزن او په ګاډر باندې د هغه عناصرو وزن څخه عبارت دی چې د ګاډر دپاسه موقيعت لري لکه پايه ، سلب ،ديوال او داسې نور.

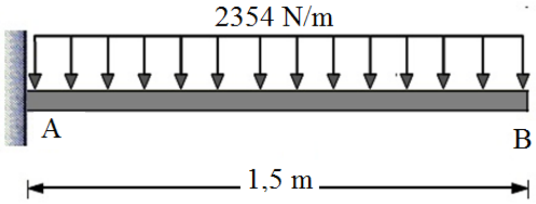
د يو ګاډر د خپل وزن پيدا کول په لاندې مثال کې واضح کوو.

1.5 مثال: که د یو کنسولي گادر اوږدوالي 1,5 متره او د عرضي مقطع اندازه یې (20x50)cm وي تاسي یې د مقطعي وزن پیدا کړي که چېري گادر له اوسپنیز کانکریټو څخه جوړ وي.په هغه صورت کې چې د کانکریټو مخصوصه وزن $2400\ kg/m^3$ وی.



19.5شکل

$$w = (b \cdot h) \cdot \gamma_{RCC} = (0,2 \cdot 0.5)2400 = 240\frac{Kg}{m} = 2354\ N/m$$

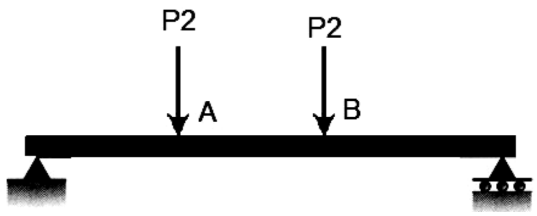


20.5شکل

نوټ: باید په یاد ولرو چې په راتلونکو زیاتره مسایلو کې د گاډرونو خپل وزن په نظر کې نده نیول شوی ځکه دلته هدف دمحاسبی زده کول دی.
 لکه څنگه چې مخکې مو وویل گاډر د خپل وزن پرته د نورو هغه عناصرو وزن هم برداشت کوي چې د دي عنصر دپاسه موقیعت لري، نوموړی خارجي بارونه په گاډر باندې په لاندې ډولونو ویشل شوی.

متمرکز بار Concentrated load:

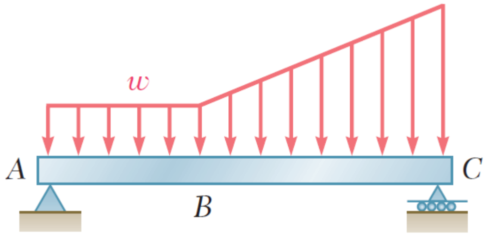
د هغه بار څخه عبارت دی چې په گاډر باندې په نقطوي ډول عمل کوي او په Ib, N, KN او داسې نورو واحداتو اندازه کېږي لکه: د پایی وزن په گادر باندې.



شکل21.5

ويشلی بار Distributed load:

د هغه بار څخه عبارت دی چې د ګاډر د طول په امتداد عمل کوي او په Ib/ft, N/m, KN/m او $kips/ft$ باندې اندازه کېږي لکه د دېوال یا سلب وزن په ګاډر باندې.

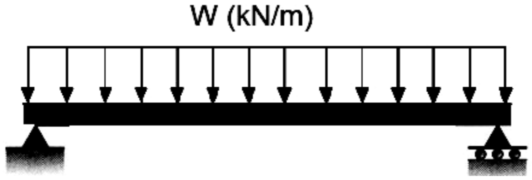


شکل22.5

ويشلی بار کې دوه اقسام لري.

منظم ويشلی بار Uniformly distributed load :

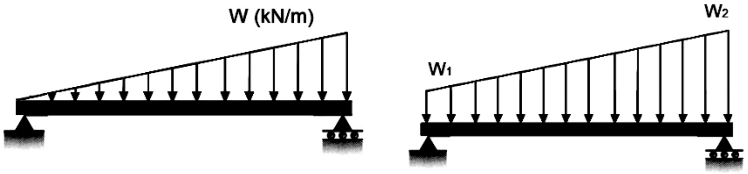
که چېرې ويشلی بار د ګاډر د طول په امتداد ثابت قيمت ولري منظم ويشلی بار بلل کېږي. لکه په کې ګاډر باندې واقع شوی بار.



شکل23.5

منظم تغیر موندونکی بار Uniformly Varying load :

که چېرې د ویشلي بار مقدار د ګاډر د طول په امتداد تغیر موندونکی قیمت ولري منظم تغیر موندونکی بار بلل کېږي چې مثلثی او ذوذنقیې بارونه هم ورته وایې لکه په کې ګاډر باندې واقع شوی بارونه.

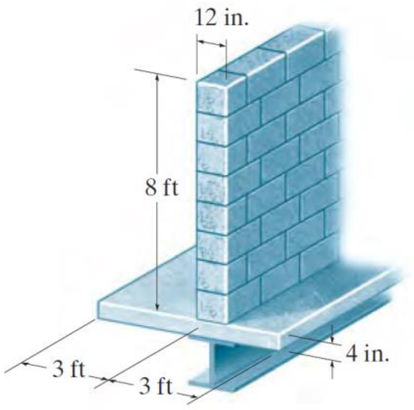


شکل24.5

سلب او دیوال په ګاډر باندې منظم ویشلی بار تشکېلوی چې په لاندې مثال کې یې واضح کوو.

2.5 مثال:

یوګادرچې (6ft x 4in) ابعاد لرونکې سلب د وزن برداشت کولو لپاره استعمال شوي.که چېرته سلب د پاسه 8m لوړد کانکریټو بلاکې دیوال چې عرض یې 12in وي، قرار ولري .تاسې د ګادر په فې فټ کې وارده بار پیدا کړې په هغه صورت کې چې د کانکریټو کثافت ($8\ lb/ft^3$)او د خښتو د دیوال کثافت ($105\ lb/ft^3$) وی.



شکل25.5

حل :لکه ښنګه چې پوهیږو د یو جسم وزن عبارت دی له حجم او د مخصوصه وزن له حاصل ضرب څخه.

ښرنګه چې له مونږ څخه فی طول بار غوښتل شوی نو دوه پاتی ابعاد (عرض او ارتفاع)یې په مخصوصه وزن کې ضربوو.

$$6\ \text{ft}\cdot\left(\frac{4}{12}\text{ft}\right)\cdot 8\frac{\text{lb}}{\text{ft}^3} = 16\ \text{lb/ft}$$

په عین شکل سره د دیوال وزن پیدا کوو.

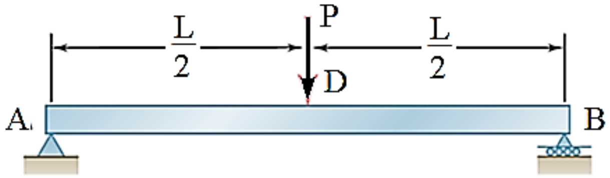
$$8\text{ft}\cdot 1\text{ft}\cdot 105\frac{\text{lb}}{\text{ft}^3} = 840\ \text{lb/ft}$$

مجموعی بار په ګاډر باندې عبارت دی له:

$$840\frac{\text{lb}}{\text{ft}} + 16\frac{\text{lb}}{\text{ft}} = 856\frac{\text{lb}}{\text{ft}}$$

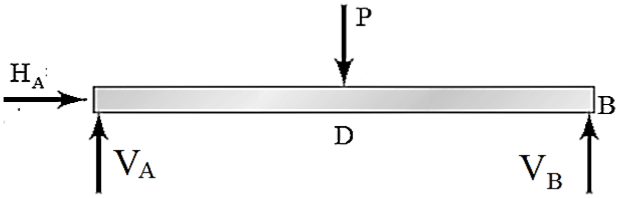
نوټ: باید په یاد ولروچې د مړ بار ترڅنګ نور بارونه (ژوندی بار، د زلزلې بار،د باد بار او داسې نور)هم عمل کوي چې ددوی مجموعی بار محاسبه کېږي او بیا په ګاډر باندې وضع کېږي نوره محاسبه په همدی ډول مخ ته ځی چې په راتلونکې سمسترونو کې به په تفصیل سره ولوستل شی.

3.5مثال: د لاندې ساده اتکایز ګاډر عکس العملونه محاسبه کړی په هغه صورت کې چې A ساکنه اتکا او B متحرکه اتکا وی.



شکل 26.5

حل :لومړی یې محاسبوی شیما رسموو.



شکل27.5

داچې افقی قوې عمل ندی کړی نو:

$$\overset{+}{\rightarrow} \sum F_x = 0 \qquad H_A = 0$$

د V_B د پیدا کولو لپاره د A نقطی ته مومنټ صفر کوو.

$$\curvearrowleft^{+} \sum M_A = 0$$

$$V_B \cdot L - P \cdot \frac{L}{2} = 0 \qquad L \,.\, V_B = P \cdot \frac{L}{2} \qquad V_B = \frac{P}{2}$$

د V_A د پیدا کولو لپاره د B نقطی ته مومنټ صفر کوو.

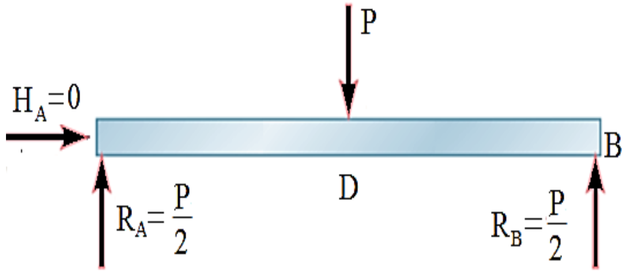
$$\curvearrowleft^{+} \sum M_B = 0$$

$$-V_A \cdot L + P \cdot \frac{L}{2} = 0 \qquad L \cdot V_A = P \cdot \frac{L}{2} \qquad V_A = \frac{P}{2}$$

د امتحان لپاره باید نظر y محور ته د قوو مجموعه صفر شی.

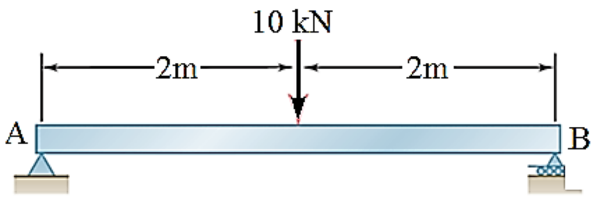
$$\uparrow^{+} \sum F_y = 0$$

$$V_A + V_B - P = 0 \qquad \frac{P}{2} + \frac{P}{2} - P = 0 \qquad \text{Ok}$$



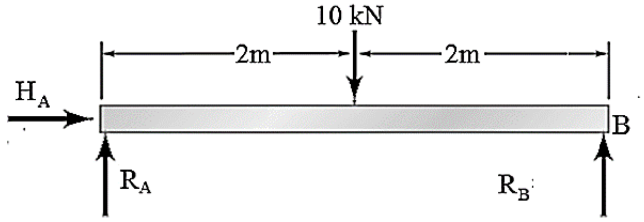
شکل28.5

4.5 مثال: د لاندې ګاډر اتکایز عکس العملونه محاسبه کړئ؟



29.5شکل

حل :لومړی یې محاسبوی شیما رسموو.



30.5شکل

$\overset{+}{\rightarrow} \sum F_x = 0 \qquad H_A = 0$

د V_B د پیدا کولو لپاره د A نقطې ته مومنټ صفر کوو.

$\curvearrowleft^{+} \sum M_A = 0$

$V_B \cdot 4 - 10 \cdot 2 = 0 \qquad V_B = \dfrac{10 \cdot 2}{4} = 5\ KN$

د V_A د پیدا کولو لپاره د B نقطې ته مومنټ صفر کوو.

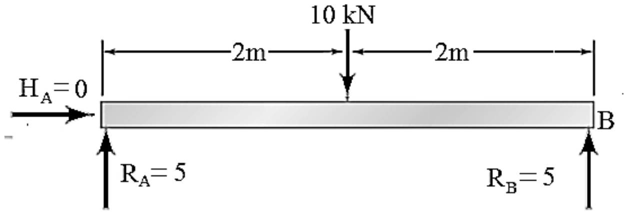
$\curvearrowleft^{+} \sum M_B = 0$

$-V_A \cdot 4 + 10 \cdot 2 = 0 \qquad V_A = \dfrac{-10 \cdot 2}{-4} = 5\ KN$

د امتحان لپاره باید نظر y محور ته د قوو مجموعه صفر شي.

$\uparrow^{+} \sum F_y = 0$

$V_A + V_B - P = 0 \qquad 5 + 5 - 10 = 0 \qquad ok$



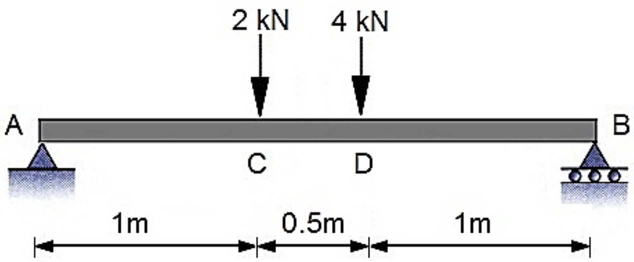
شکل31.5

نوټ: که چېرې ساده اتکایز گاډر د متمرکز بار تر تاثیر لاندې راغلی وی داسې چې په وسطی نقطې کې یې عمل کړی وی نو کولای شو پرته له محاسبی یې عکس العمل د وارده قوې نیمایې په هره اتکا کې ونیسو.

$$V_A = V_B = \frac{P}{2} = \frac{10}{2} = 5$$

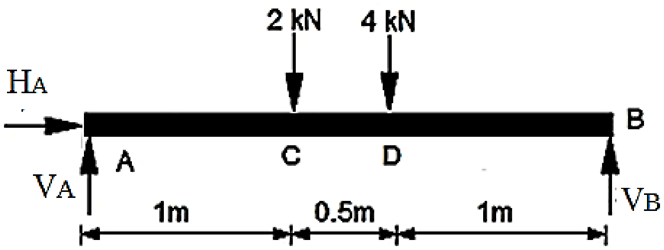
5.5 مثال:

د لاندې گاډر اتکایز عکس العملونه محاسبه کړی؟



شکل32.5

حل: محاسبوی شیما یې رسمووو.



شکل33.5

$\overset{+}{\rightarrow}\ \sum F_x = 0 \qquad H_A = 0$

د V_B د پیدا کولو لپاره د A نقطی ته مومنټ صفر کوو.

$\curvearrowleft^{+}\ \sum M_A = 0$

$V_B \cdot 2,5 - 4 \cdot 1,5 - 2 \cdot 1 = 0 \qquad\qquad V_B = 3.2\ kN$

د V_A د پیدا کولو لپاره د B نقطی ته مومنټ صفر کوو.

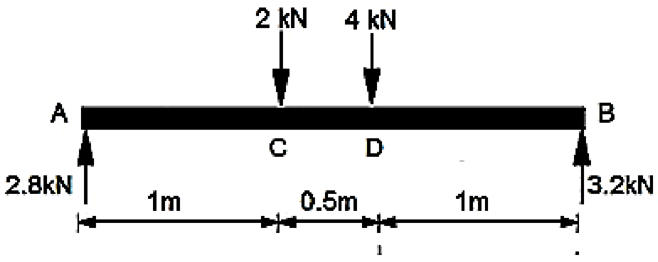
$\curvearrowleft^{+}\ \sum M_B = 0$

$-V_A \cdot 2,5 + 2 \cdot 1,5 + 4 \cdot 1 = 0 \qquad\qquad V_A = 2.8\ kN$

د امتحان لپاره باید نظر y محور ته د قوو مجموعه صفر شی.

$\uparrow^{+}\ \sum F_y = 0$

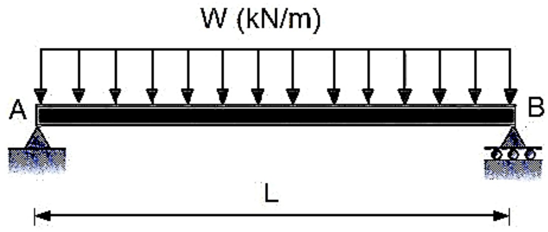
$V_A + V_B - P = 0 \qquad 5 + 5 - 10 = 0 \qquad ok$



شکل34.5

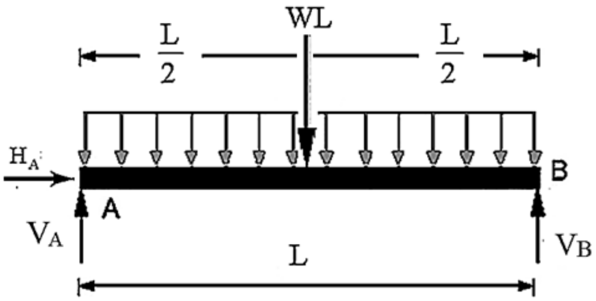
6.5 مثال:

یو ساده اتکايیز گادر چې د L په اندازه طول لري د w منظم ویشلي بار تر اغیزې کې په نظر کې نیسو. عکس العملونه يې په لاندې ډول محاسبه کوو.



شکل35.5

حل: لومړی یې محاسبوی شیما رسموو او ویشلی بار په متمرکز بار بدلوو، منظم ویشلی بار د تبدیلولو لپاره د قوې مقدار W په وارده شوی فاصله کې ضربوو او په وسطی نقطه (ثقل مرکز) کې یې وضع کوو.



شکل36.5

$\overset{+}{\rightarrow} \sum F_x = 0 \qquad H_A = 0$

د V_B د پیدا کولو لپاره د A نقطی ته مومنټ صفر کوو.

$\curvearrowleft^+ \sum M_A = 0$

$V_B \cdot l - wl \cdot \frac{l}{2} = 0 \qquad V_B = \frac{wl}{2}$

د V_A د پیدا کولو لپاره د B نقطی ته مومنټ صفر کوو.

$\curvearrowleft^+ \sum M_B = 0$

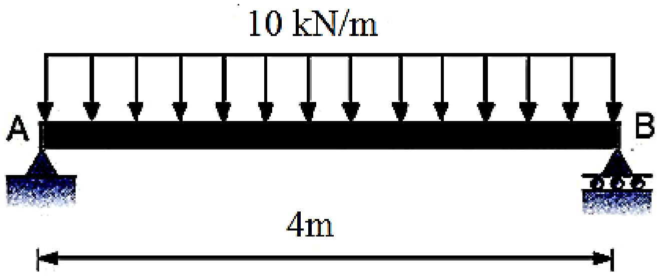
$-V_A \cdot l + wl \cdot \frac{l}{2} = 0 \qquad V_A = \frac{wl}{2}$

د امتحان لپاره باید نظر y محور ته د قوو مجموعه صفر شی.

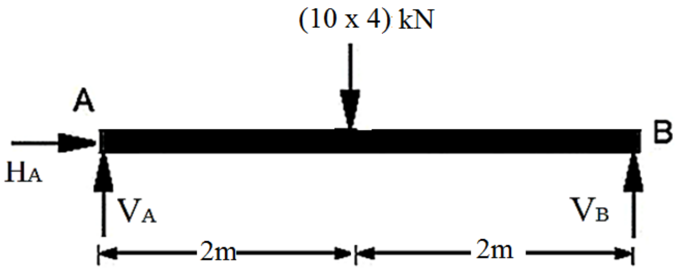
$\uparrow^+ \sum F_y = 0$

$V_A + V_B - wl = 0 \qquad \frac{wl}{2} + \frac{wl}{2} - wl = 0 \qquad Ok \surd$

مثال7.5: یو ساده اتکایېز گادر چې د 4m په اندازه طول لري د 10kN/m منظم ویشلي بار تر اغېزې کې راغلی. عکس العملونه یې محاسبه کړی.



شکل37.5



شکل38.5

$$\overset{+}{\rightarrow}\ \sum F_x = 0 \qquad H_A = 0$$

د V_B د پيدا کولو لپاره د A نقطی ته مومنټ صفر کوو.

$$\curvearrowleft^{+}\ \sum M_A = 0$$

$$V_B \cdot 4 - (10 \cdot 4)\frac{4}{2} = 0 \qquad V_B = 20KN$$

د V_A د پيدا کولو لپاره د B نقطی ته مومنټ صفر کوو.

$$\curvearrowleft^{+}\ \sum M_B = 0$$

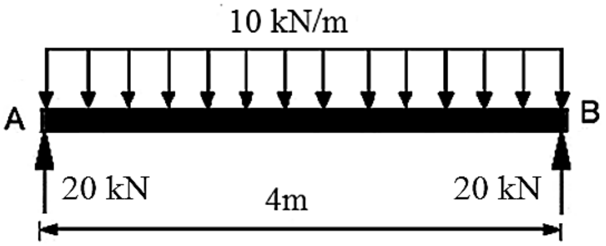
$$-V_A \cdot 4 + (10 \cdot 4)\frac{4}{2} = 0 \qquad V_A = 20KN$$

$$\uparrow^{+}\ \sum F_y = 0$$

$$V_A + V_B - (10 \cdot 4) = 0 \qquad 20 + 20 - (10 \cdot 4) = 0 \quad Ok$$

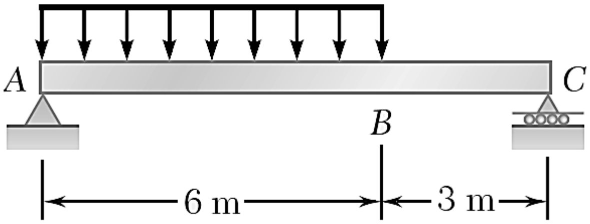
نوټ:ساده اتکايېز ګادر چې دW منظم ويشلي بار تر اغېزې کې راغلی وی . عکس العملونه يې په لنډ ډول عبارت دی له.

$$V_A = V_B = \frac{W \cdot L}{2} = \frac{10 \cdot 4}{2} = 20kN$$



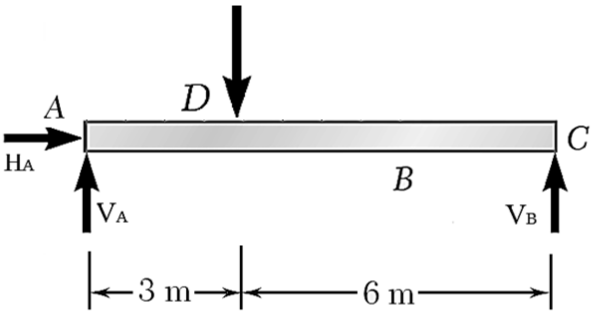
شکل39.5

8.5 مثال: یو ساده اتکایېز ګادر د منظم ویشلي بار تر اغېزې کې راغلی. عکس العملونه یې محاسبه کړی.



40.5شکل

حل: محاسبوی شیما یې رسموو.



41.5شکل

$\overset{+}{\rightarrow}\ \sum F_x = 0 \qquad H_A = 0$

$\curvearrowleft^{+}\ \sum M_A = 0$

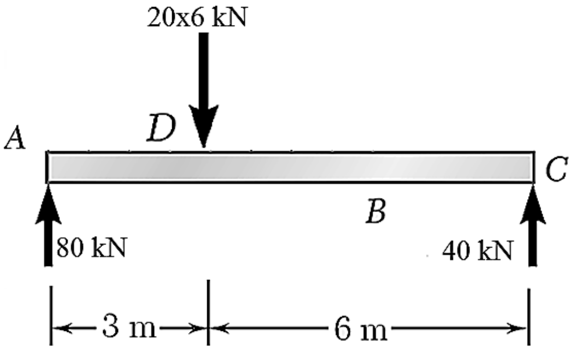
$$V_C \cdot 9 - (20 \cdot 6)\frac{6}{2} = 0 \qquad V_C = 40KN$$

$\curvearrowleft^{+}\ \sum M_B = 0$

$$-V_A \cdot 9 + (20 \cdot 6)(\frac{6}{2} + 3) = 0 \qquad V_A = 80KN$$

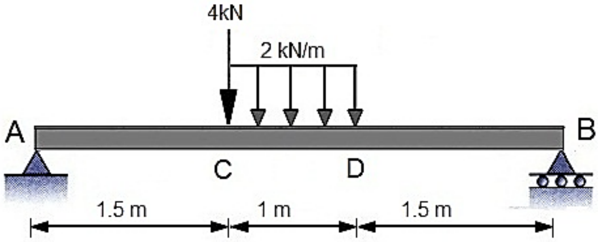
$\uparrow^{+}\ \sum F_y = 0$

$$V_A + V_B - (20 \cdot 6) = 0 \qquad 80 + 40 - (20 \cdot 6) = 0 \quad Ok$$



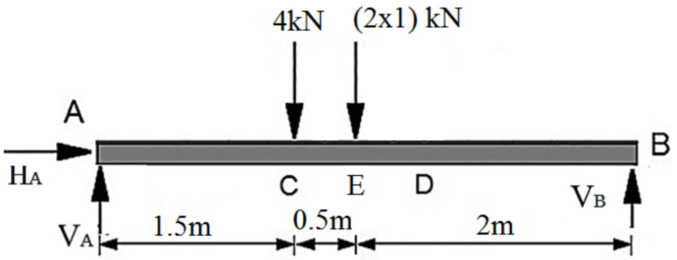
42.5 شکل

9.5 مثال: د درکړل شوی گاډر اتکایز عکس العملونه محاسبه کړی.



43.5 شکل

حل: محاسبوی شیما یې رسمو.



44.5 شکل

$\overset{+}{\rightarrow} \sum F_x = 0 \qquad HA = 0$

$\curvearrowleft^{+} \sum M_A = 0$

$$VB = 4 - 4.1.5 - 2(0.5 + 1.5) = vB = 2.5kn$$

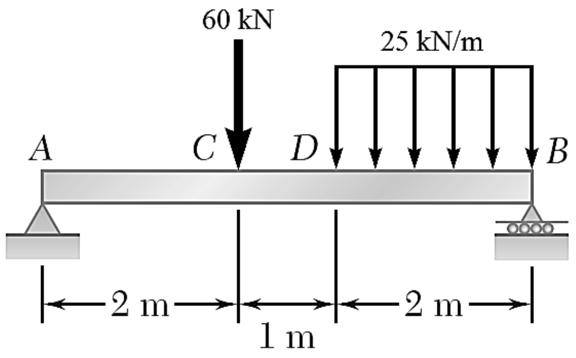
$\curvearrowleft^{+} \sum M_B = 0$

$$-V_A \cdot 4 + (2 \cdot 1)\left(\frac{1}{2} + 1.5\right) + 4 \cdot 2,5 = 0 \qquad V_A = 3,5KN$$

$$\uparrow^{+} \ \sum F_y = 0$$

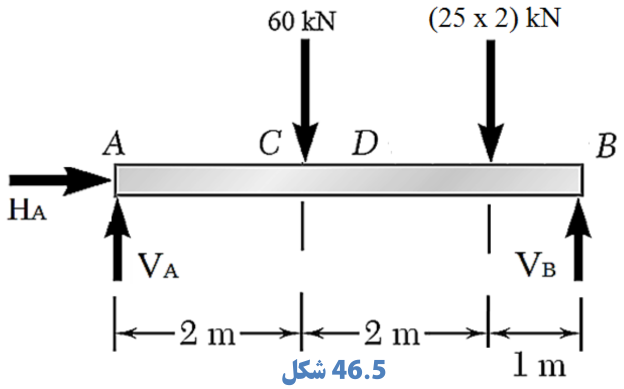
$$V_A + V_B - (2 \cdot 1) - 4 = 0 \qquad 2,5 + 3,5 - 6 = 0 \quad Ok$$

10.5 مثال: د درکړل شوی گاډر اتکایز عکس العملونه محاسبه کړی.



شکل45.5

حل: محاسبوی شیما یې رسموو.



شکل 46.5

$$\overset{+}{\rightarrow} \ \sum F_x = 0 \qquad H_A = 0$$

$$\curvearrowleft^{+} \ \sum M_A = 0$$

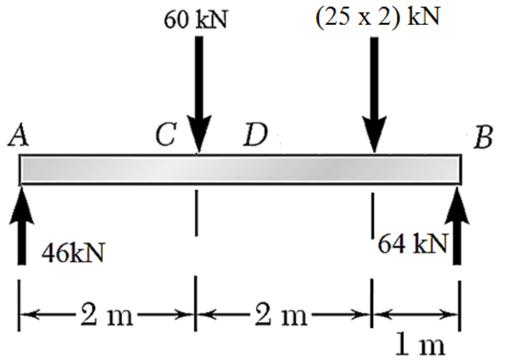
$$V_B.5 - (25.2)\left(\frac{2}{2} + 3\right) - 60.2 = 0 \qquad V_B = \ 64 \text{ kN}$$

$$\curvearrowleft^{+} \ \sum M_B = 0$$

$$-V_A \cdot 5 + 60 \cdot 3 + (25 \cdot 2)\left(\frac{2}{2}\right) = 0 \qquad V_A = 46 \text{ kN}$$

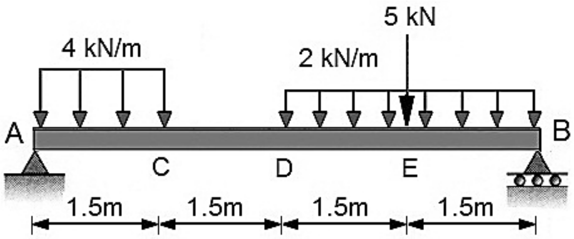
$\uparrow^{+} \quad \sum F_y = 0$

$V_A + V_B - (25 \cdot 2) - 60 = 46 + 64 - 110 = 0 \quad \text{Ok}$



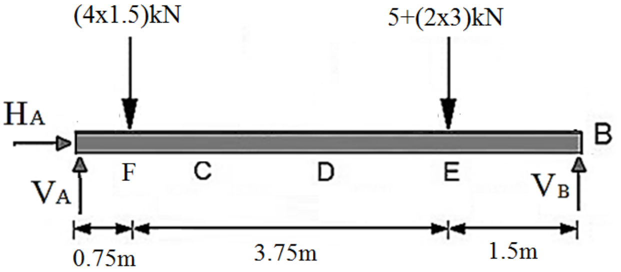
47.5 شکل

11.5 مثال:د درکړل شوی ګاډر اتکایز عکس العملونه محاسبه کړی.



شکل48.5

حل: محاسبوی شیما یې رسمووو.



شکل49.5

$\overset{+}{\rightarrow} \quad \sum F_x = 0 \qquad H_A = 0$

$\curvearrowleft^{+} \quad \sum M_A = 0$

$$V_B \cdot 6 - 5 \cdot 4,5 - (2 \cdot 3)\left(\frac{3}{2} + 3\right) - (4 \cdot 1,5)\left(\frac{1,5}{2}\right) = 0$$

$$V_B = 9\ KN$$

$$\curvearrowleft^{+}\ \sum M_B = 0$$

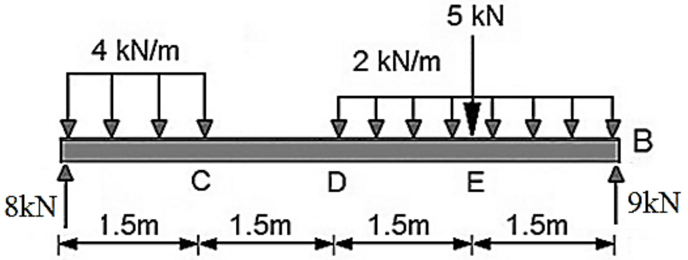
$$-V_A \cdot 6 + (4 \cdot 1,5)\left(\frac{1,5}{2} + 4,5\right) + (2 \cdot 3)\left(\frac{3}{2}\right) + 5 \cdot 1,5 = 0$$

$$V_A = 8KN$$

$$\uparrow^{+}\ \sum F_y = 0$$

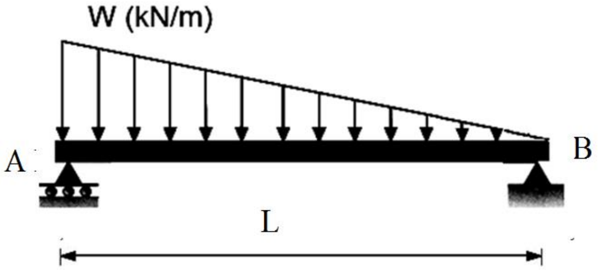
$$V_A + V_B - (4 \cdot 1,5) - 5 - (2 \cdot 3) = 0$$

$$8 + 9 - 17 = 0 \quad Ok$$



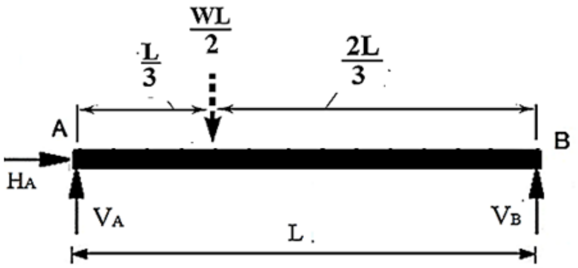
50.5 شکل

12.5 مثال:یو ساده اتکایېز گاډر چې د L په اندازه اوږدوالی لري د مثلثي بار تر اغېزې کې راغلی، د گاډر په مختلفو نقطو کې عرضي قوه او کوږوالی مومنټ کې په کې ډول محاسبه کوو.



51.5شکل

حل: لومړی یې محاسبوی شیما رسمووو او مثلثی بار یې دلاندې شکل مطابق په متمرکز بار تبدیلوو



شکل52.5

$$\overset{+}{\rightarrow}\ \sum F_x = 0 \quad H_A = 0$$

$$\curvearrowleft^{+}\ \sum M_A = 0$$

$$V_B L - \frac{wL}{2}\cdot\frac{1}{3} = 0$$

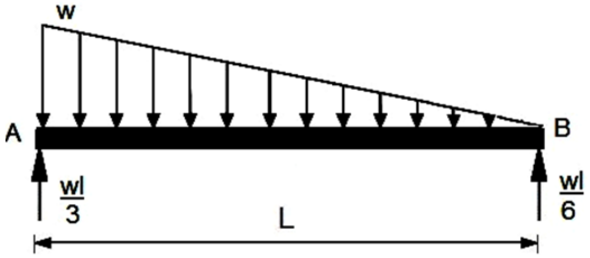
$$V_B = \frac{w.l}{6}$$

$$\curvearrowleft^{+}\ \sum M_B = 0$$

$$-V_A \cdot l + \frac{wl}{2}\cdot\frac{2l}{3} = 0 \qquad V_A = \frac{wl}{3}$$

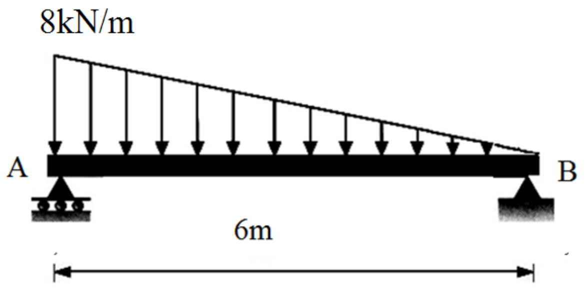
$$\uparrow^{+}\ \sum F_y = 0$$

$$V_A + V_B - \frac{wl}{2} = \frac{wl}{3} + \frac{wl}{6} - \frac{wl}{2} = 0$$



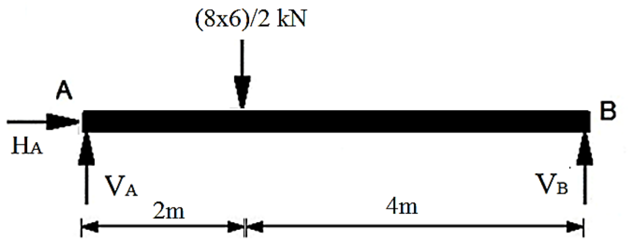
شکل53.5

13.5 مثال: د درکړل شوی ګاډر اتکایز عکس العملونه محاسبه کړی.



شکل54.5

حل: محاسبوی شیما یې رسموو.



شکل55.5

$$\overset{+}{\rightarrow}\ \sum F_x = 0 \qquad H_A = 0$$

$$\circlearrowleft^{+}\ \sum M_A = 0$$

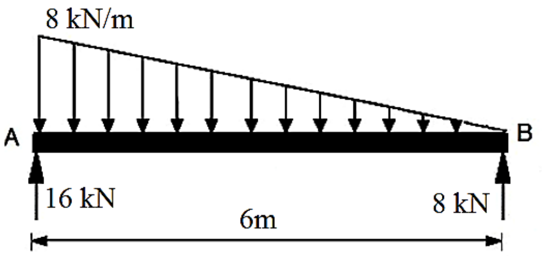
$$V_B \cdot 6 - \left(\frac{8\cdot 6}{2}\right)\frac{6}{3} = 0 \qquad V_B = 8\ kN$$

$$\circlearrowleft^{+}\ \sum M_B = 0$$

$$-V_A \cdot 6 + \left(\frac{8\cdot 6}{2}\right)\left(\frac{2\cdot 6}{3}\right) = 0 \qquad V_A = 16\ kN$$

$$\uparrow^{+}\ \sum F_y = 0$$

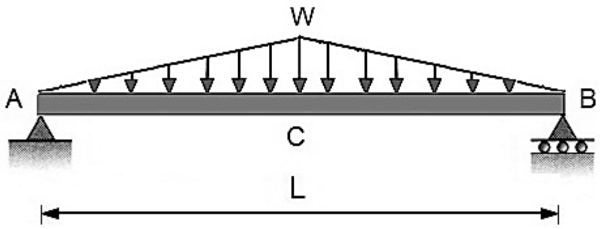
$$V_A + V_B - \frac{8\cdot 6}{2} = 24 - 24 = 0$$



شکل56.5

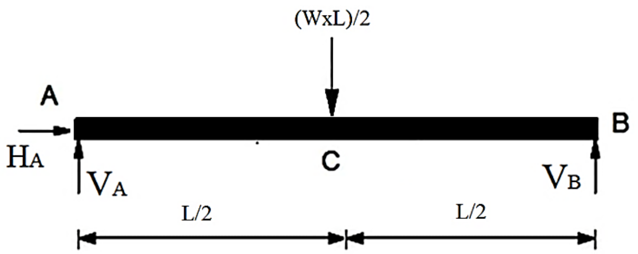
14.5 مثال:

د درکړل شوی ګاډر اتکایز عکس العملونه محاسبه کړی.



شکل57.5

حل: محاسبوی شیما یې رسموو.



شکل 58.5

$$\overset{+}{\rightarrow} \sum F_x = 0 \qquad HA = 0$$

$$\curvearrowleft^{+} \sum M_A = 0$$

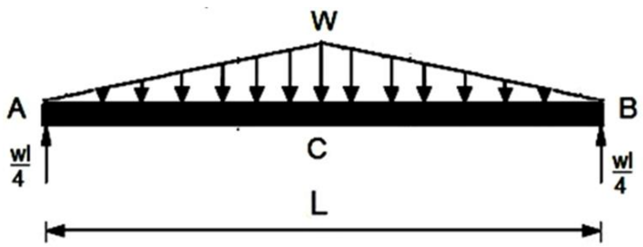
$$V_B \cdot l - \left(\frac{wl}{2}\right)\frac{l}{2} = 0 \qquad V_B = \frac{wl}{4}$$

$$\curvearrowleft^{+} \sum M_B = 0$$

$$-V_A \cdot l - \left(\frac{wl}{2}\right)\left(\frac{l}{2}\right) = 0 \qquad V_A = \frac{wl}{4}$$

$$\uparrow^{+} \ \sum F_y = 0$$

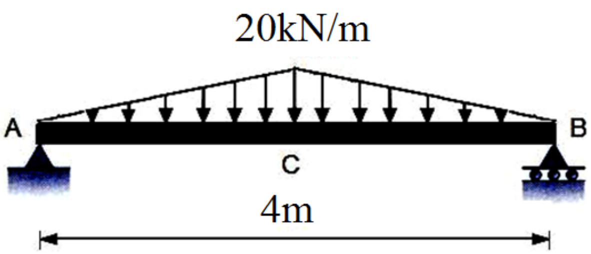
$$V_A + V_B - \frac{wl}{2} = \frac{wl}{4} + \frac{wl}{4} - \frac{wl}{2} = 0$$



59.5شکل

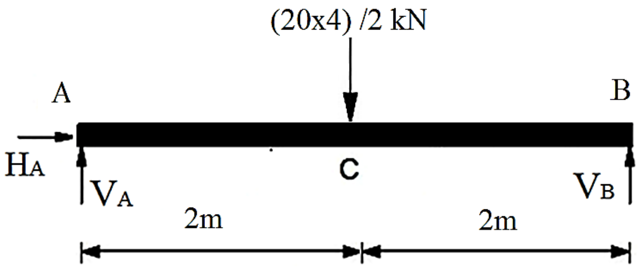
15.5 مثال :

د درکړل شوی ګاډر اتکایز عکس العملونه محاسبه کړی.



60.5شکل

حل: محاسبوی شیما یې رسمووو.



61.5شکل

$$\overset{+}{\rightarrow} \sum F_x = 0 \qquad H_A = 0$$

$$\curvearrowleft^{+} \sum M_A = 0$$

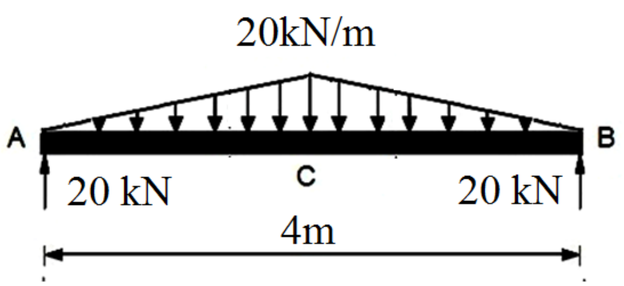
$$V_B * 4 - \left(\frac{20*4}{2}\right)\frac{4}{2} = 0 \quad V_B = 20\ kN$$

$$\curvearrowleft^{+} \sum M_B = 0$$

$$-V_A * 4 + \left(\frac{20.4}{2}\right)\left(\frac{4}{2}\right) = 0 \qquad V_A = 20kN$$

$$\uparrow^{+} \sum F_y = 0$$

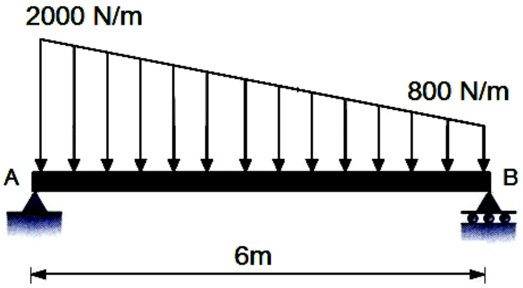
$$V_A + V_B - \frac{20 \cdot 4}{2} = 20 + 20 - 40 = 0$$



شکل62.5

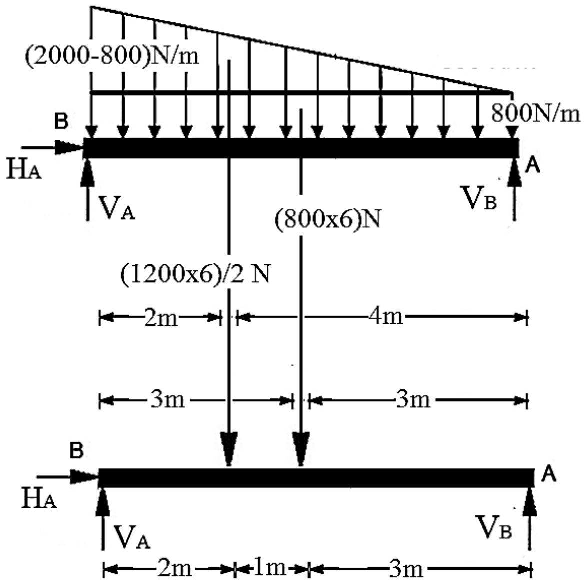
16.5 مثال :

د درکړل شوی ګاډر اتکایز عکس العملونه محاسبه کړی.



شکل 63.5

حل: ګورو چې نوموړی ګاډر د ذوذنقه یې بار تر اغیزی لاندې راغلی نوذوذنقه یې بار د لاندې شکل په شان په مثلث او مستطیل ویشو او په متمرکز بار یې بدلوو.



شکل64.5

$$\overset{+}{\rightarrow} \sum F_x = 0$$

$$HA = 0$$

$$\curvearrowleft^{+} \sum M_A = 0$$

$$V_B \cdot 6 - (800 \cdot 6)\frac{6}{2} - \left(\frac{1200 \cdot 6}{2}\right)\frac{6}{3} = 0 \qquad V_B = 3600kN$$

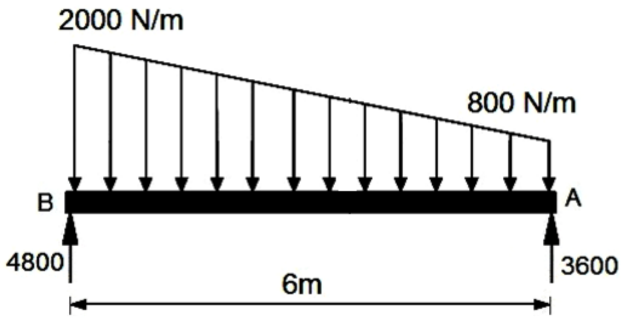
$$\curvearrowleft^{+} \sum M_B = 0$$

$$-V_A \cdot 6 + (800 \cdot 6)\left(\frac{6}{2}\right) + \left(\frac{1200 \cdot 6}{2}\right)\left(\frac{2 \cdot 6}{3}\right) = 0$$

$$V_A = 4800kN$$

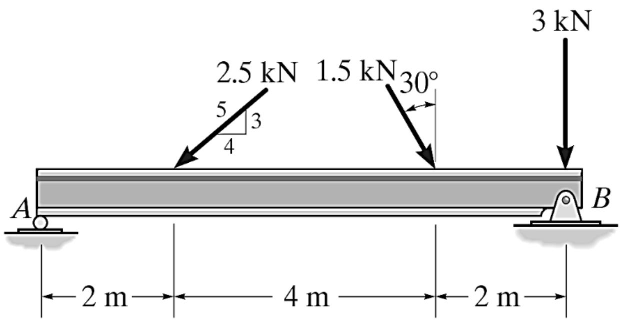
$$\uparrow^{+} \sum F_y = 0$$

$$V_A + V_B - (800 \cdot 6) - \left(\frac{1200 \cdot 6}{2}\right) = 4800 + 3600 - 8400 = 0$$



65.5شکل

17.5 مثال: د درکړل شوی ګاډر اتکایز عکس العملونه محاسبه کړی.



66.5 شکل

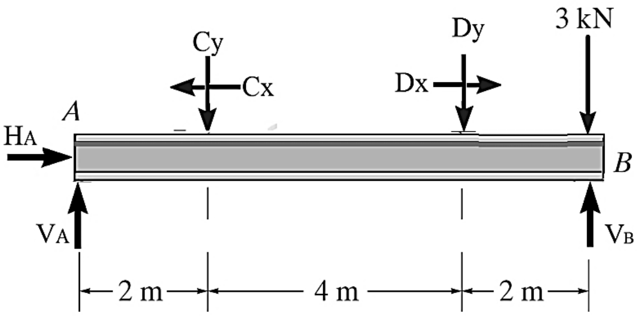
حل: محاسبوی شیما یې رسموو او د مایلو قوو مستطیلی مرکبی د x او y په محورونو لاسته راوړو.

$$C_X = 2,5\ kN \cdot \frac{4}{5} = 2\ kN$$

$$C_Y = 2,5kN \cdot \frac{3}{5} = 1.5\ kN$$

$$D_X = 1.5\ kN \cdot \sin 30^0 = 0.75\ kN$$

$$D_Y = 1,5\ kN \cdot \cos 30^0 = 1.299$$



67.5 شکل

$$\xrightarrow{+} \sum F_x = 0$$

$$H_A - C_X + D_X = 0$$

$$H_A = 2 - 0.75 = 1.25 \text{ kN}$$

$$\curvearrowleft^{+} \sum M_A = 0$$

$$V_B \cdot 8 - 3 \cdot 8 - D_y \cdot 6 - C_Y \cdot 2 = 0 \qquad V_B = 4.349 \text{ kN}$$

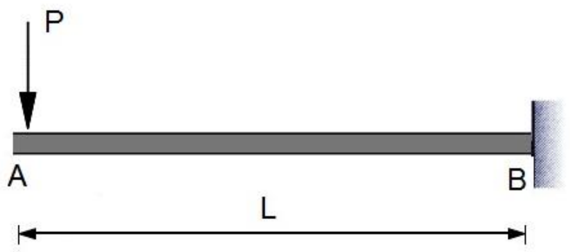
$$\curvearrowleft^{+} \sum M_B = 0$$

$$-V_A \cdot 8 + C_Y \cdot 6 + D_Y \cdot 2 = 0 \qquad V_A = 1.449 \text{ kN}$$

$$\uparrow^{+} \sum F_y = 0$$

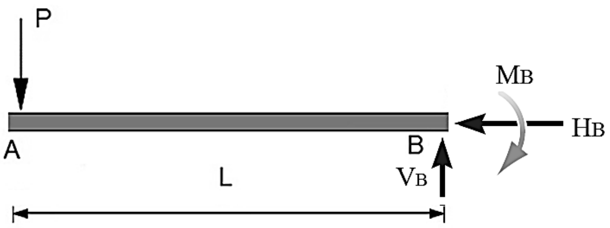
$$V_A + V_B - 3 - D_y - C_Y = 5.79 - 5.79 = 0$$

18.5 مثال:د درکړل شوی کنسولی ګاډر په اتکا کې عکس العملونه محاسبه کړی.



68.5شکل

حل : ګورو چې د B په اتکا کې دری عکس العملونه وجود لري نو محاسبوی شیما یې په لاندې ډول محاسبه کوو.



69.5 شکل

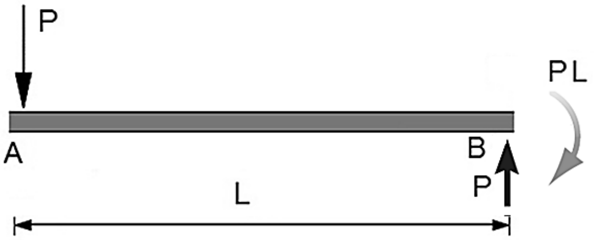
$\uparrow^{+} \sum F_y = 0$

$V_B - P = 0 \qquad V_B = P$

$\curvearrowleft^{+} \sum M_B = 0$

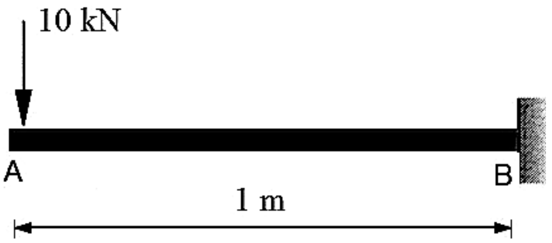
$-M_B + P \cdot L = 0 \qquad M_A = P \cdot L$

$\overset{+}{\rightarrow} \sum F_x = 0 \qquad H_B = 0$



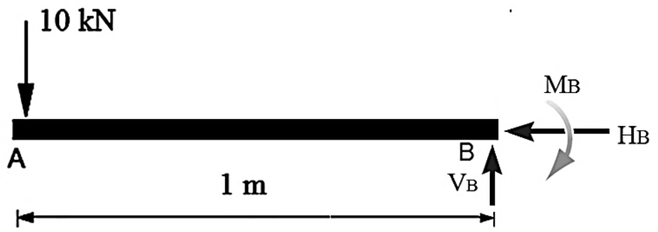
70.5 شکل

19.5 مثال: د درکړل شوی ګاډر اتکایز عکس العملونه محاسبه کړی.



71.5 شکل

حل: محاسبوی شیما یې رسموو.



شکل 71.5

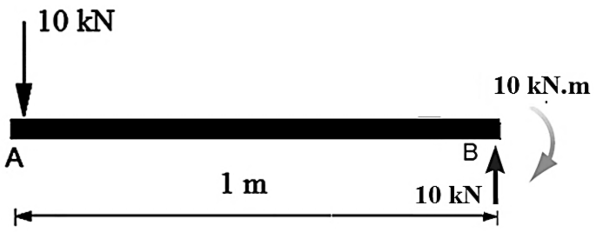
$\uparrow^{+} \sum F_y = 0$

$V_B - 10 = 0 \qquad\qquad V_B = 10\ kN$

$\curvearrowleft^{+} \sum M_B = 0$

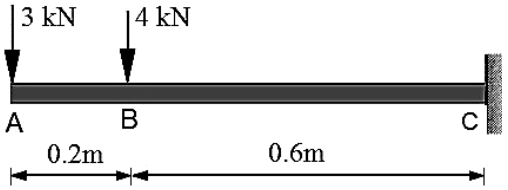
$-M_B + 10 \cdot 1 = 0 \qquad\qquad M_B = 10\ kN.m$

$\overset{+}{\rightarrow} \sum F_x = 0 \qquad H_B = 0$



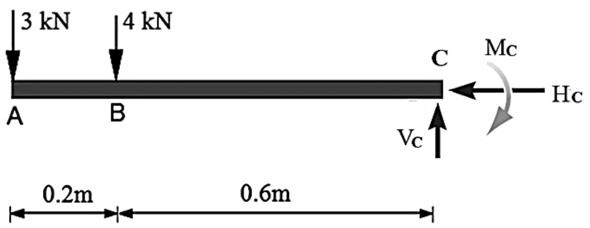
شکل 72.5

20.5 مثال: د درکړل شوی ګاډر اتکایز عکس العملونه محاسبه کړی.



شکل73.5

حل: محاسبوی شیما یې رسموو.



شکل74.5

$$\uparrow^{+} \sum F_y = 0$$

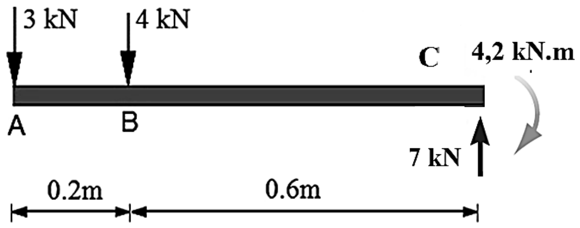
$$V_C - 4 - 3 = 0 \qquad V_C = 7\ kN$$

$$\curvearrowleft^{+} \sum M_C = 0$$

$$-M_C + 4 \cdot 0,6 + 3 \cdot 0,8 = 0 \qquad M_C = 4,2\ kN.m$$

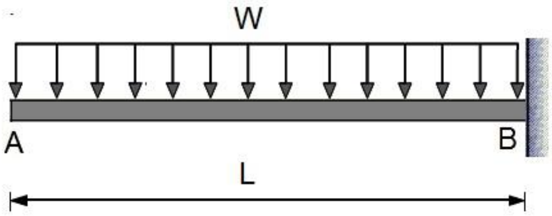
$$\overset{+}{\rightarrow} \sum F_x = 0$$

$$H_C = 0$$



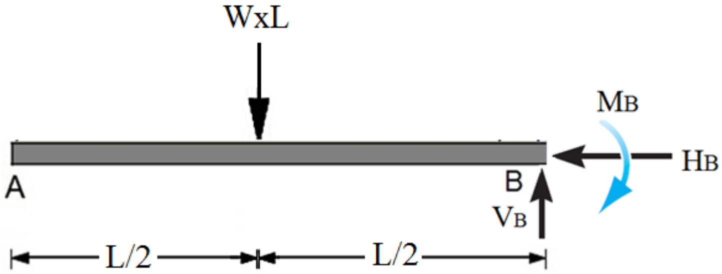
شکل75.5

21.5 مثال:د AB یو کنسولی ګاډر چې د W منظم وېشلي بار تر اغېزې کې راغلی په نظر کې نیسو. غواړو چې د وارده بار له اثره په ګاډر کې عکس العملونه محاسبه کړو.



76.5 شکل

حل: محاسبوی شیما یې رسموو.



77.5 شکل

$$\uparrow^+ \ \sum F_y = 0$$

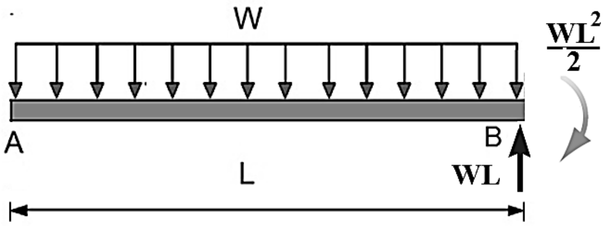
$$V_B - wl = 0 \qquad V_B = wl$$

$$\curvearrowleft^+ \ \sum M_B = 0$$

$$-M_B + (w \cdot l)\frac{l}{2} = 0 \qquad M_B = \frac{wl^2}{2}$$

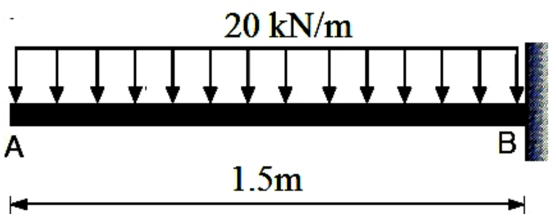
$$\overset{+}{\rightarrow} \ \sum F_x = 0$$

$$H_B = 0$$



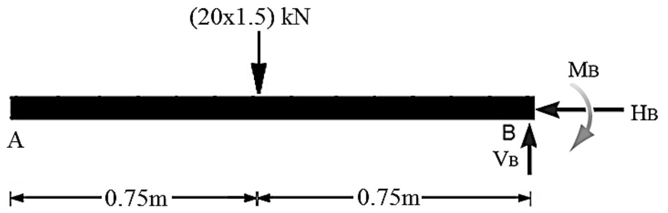
78.5 شکل

22.5 مثال: د درکړل شوی ګاډر اتکایز عکس العملونه محاسبه کړی.



79.5 شکل

حل: محاسبوی شیما یې رسموو.



80.5 شکل

$$\uparrow^{+} \sum F_y = 0$$

$$V_B - 20 \cdot 1,5 = 0 \qquad V_B = 30\ kN$$

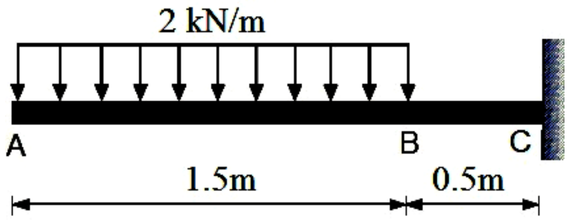
$$\curvearrowleft^{+} \sum M_B = 0$$

$$-M_B + (20 \cdot 1,5)\left(\frac{1,5}{2}\right) = 0 \qquad M_B = 22,5kN \cdot m$$

$$\overset{+}{\rightarrow} \sum F_x = 0$$

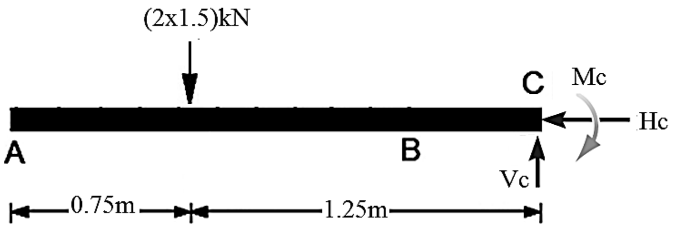
$$H_B = 0$$

23.5 مثال: د درکړل شوی ګاډر اتکایز عکس العملونه محاسبه کړی.



81.5 شکل

حل: محاسبوی شیما یې رسموو.



شکل 82.5

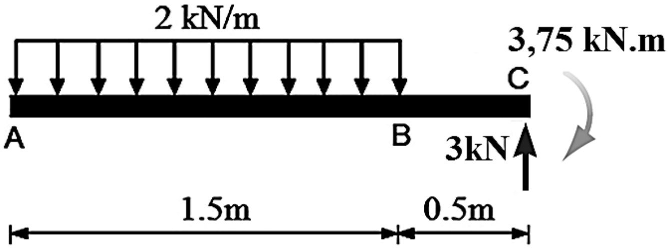
$$\uparrow^{+} \quad \sum F_y = 0$$

$$V_C - 2 \cdot 1{,}5 = 0 \qquad\qquad V_B = 3\ kN$$

$$\curvearrowleft^{+} \quad \sum M_C = 0$$

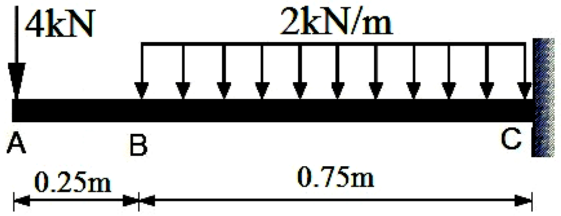
$$-M_C + (2 \cdot 1{,}5)\left(\frac{1{,}5}{2} + 0{,}5\right) = 0 \qquad M_A = 3{,}75\ kN \cdot m$$

$$\overset{+}{\rightarrow} \quad \sum F_x = 0 \qquad\qquad H_C = 0$$



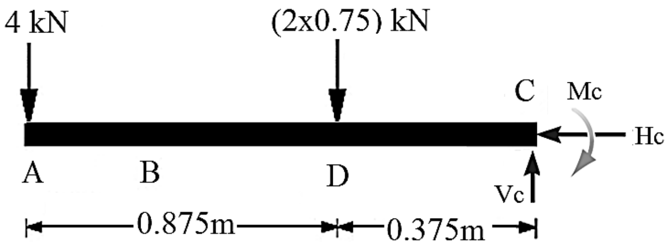
شکل 83.5

24.5 مثال: د درکړل شوی ګاډر اتکایز عکس العملونه محاسبه کړی.



شکل 84.5

حل: محاسبوی شیما یې رسموو.



85.5 شکل

$$\uparrow^{+} \ \sum F_y = 0$$

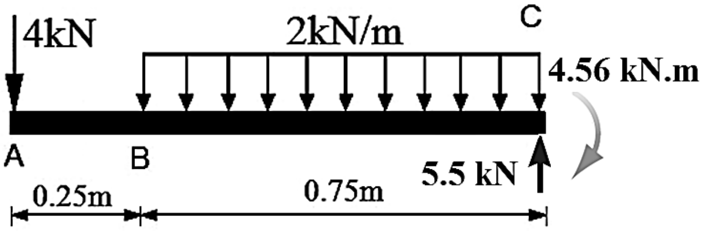
$$V_C - 4 - (2 \cdot 0,75) = 0 \qquad V_B = 5,5\ kN$$

$$\curvearrowleft^{+} \ \sum M_C = 0$$

$$-M_C + 4 \cdot 1 + (2 \cdot 0,75) \cdot \frac{0,75}{2} = 0 \qquad M_C = 4,56\ kN.m$$

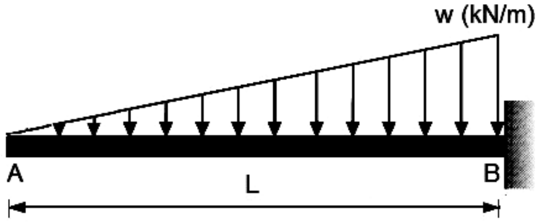
$$\overset{+}{\rightarrow} \ \sum F_x = 0$$

$$H_C = 0$$



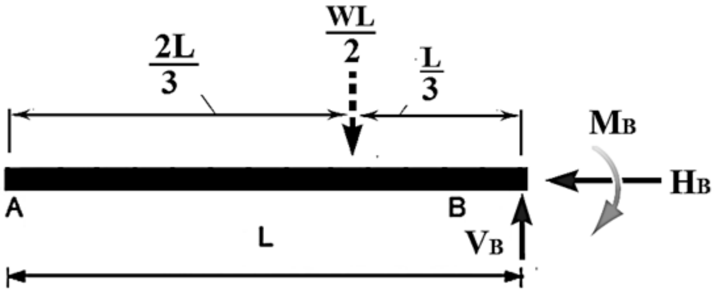
86.5 شکل

25.5 مثال: یو کنسولی ګاډر چې د L په اندازه اوږدوالی لري. فرضوو چې د W مثلثي بار تر اغېزې کې راغلی. په ګاډر کې عکس العملونه په کې ډول محاسبه کوو.



87.5 شکل

حل: لومړی یې محاسبوی شیما رسموو او مثلثی بار یې دلاندې شکل مطابق په متمرکز بار تبدیلوو



شکل88.5

$$\uparrow^{+} \sum F_y = 0$$

$$V_B - \frac{wl}{2} = 0 \qquad V_B = \frac{wl}{2}$$

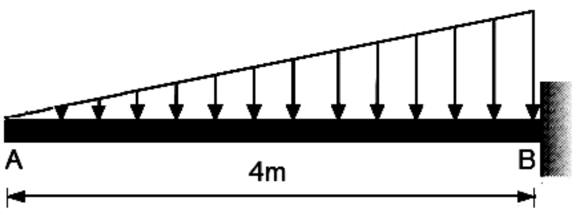
$$\curvearrowleft^{+} \sum M_B = 0$$

$$-M_B + \frac{wl}{2} \cdot \frac{l}{3} = 0 \qquad M_B = \frac{wl^2}{6}$$

$$\overset{+}{\rightarrow} \sum F_x = 0 \qquad H_B = 0$$

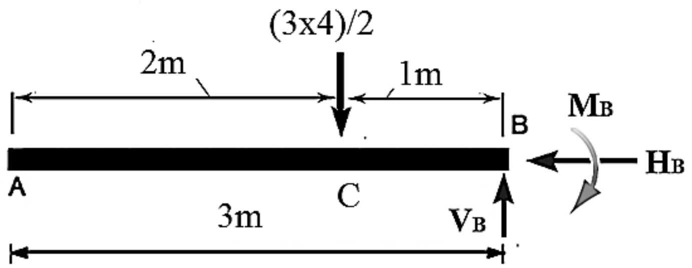
26.5 مثال:

د درکړل شوی ګاډر اتکایز عکس العملونه محاسبه کړی.



شکل 89.5

حل: محاسبوی شیما یې رسموو.



شکل90.5

$$\uparrow^{+} \sum F_y = 0$$

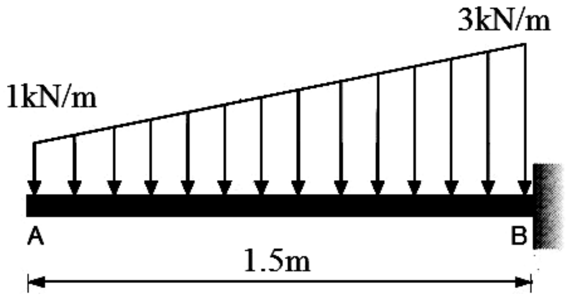
$$V_B - \frac{3 \cdot 4}{2} = 0 \qquad V_B = 6\ kN$$

$$\curvearrowleft^{+} \sum M_B = 0$$

$$-M_B + \frac{3 \cdot 4}{2} \cdot \frac{4}{3} = 0 \qquad M_A = 8\ kN$$

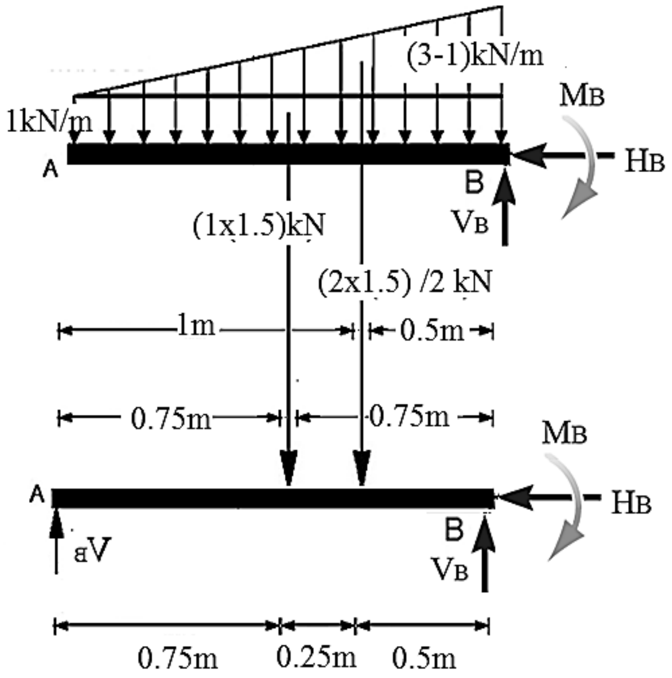
$$\overset{+}{\rightarrow} \sum F_x = 0 \qquad H_B = 0$$

27.5 مثال: د درکړل شوی ګاډر اتکایز عکس العملونه محاسبه کړی.



شکل91.5

حل: ګورو چې نوموړی ګاډر د ذوذنقه یې بار تر اغیزی لاندې راغلی نوذوذنقه یې بار د لاندې شکل په شان په مثلث او مستطیل ویشو او په متمرکز بار یې بدلوو.



92.5 شکل

$$\uparrow^{+} \sum F_y = 0$$

$$V_B - (1 \cdot 1,5) - \frac{2 \cdot 1,5}{2} = 0 \qquad V_B = 3\ kN$$

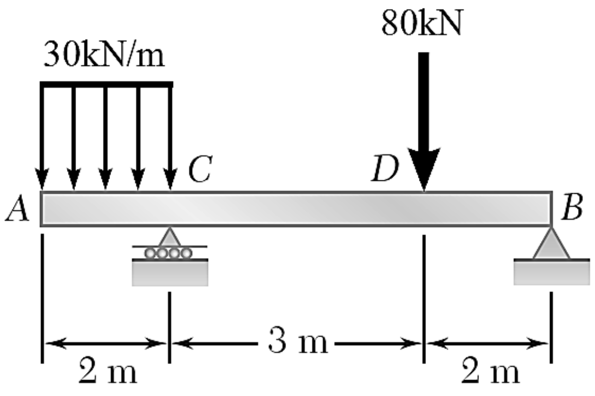
$$\curvearrowleft^{+} \sum M_B = 0$$

$$-M_B + (1 \cdot 1,5)\left(\frac{1,5}{2}\right) + \left(\frac{2 \cdot 1,5}{2}\right)\left(\frac{1.5}{3}\right) = 0 \qquad M_B = 1,875\ kN \cdot m$$

$$\overset{+}{\rightarrow} \sum F_x = 0 \qquad H_B = 0$$

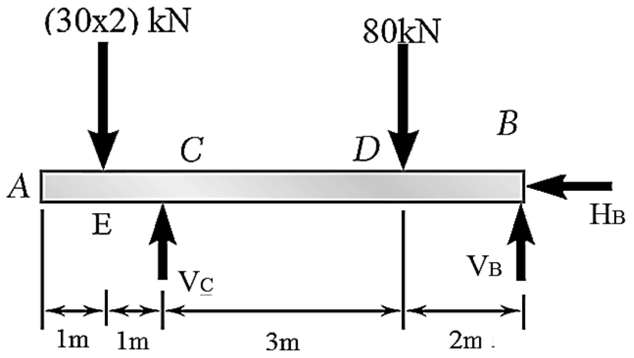
28.5 مثال:

د درکړل شوی ګاډر اتکایز عکس العملونه محاسبه کړی.



93.5 شکل

حل: محاسبوی شیما یې رسموو.



94.5شکل

$\overset{+}{\rightarrow} \sum F_x = 0 \qquad H_C = 0$

$\curvearrowleft^{+} \sum M_C = 0$

$V_B \cdot 5 - 80 \cdot 3 + (30 \cdot 2)\frac{2}{2} = 0 \qquad V_B = 36kN$

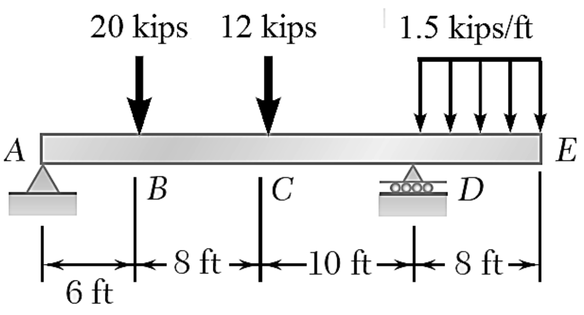
$\curvearrowleft^{+} \sum M_B = 0$

$-V_C \cdot 5 + 80 \cdot 2 + (30 \cdot 2)\left(\frac{2}{2} + 5\right) = 0 \qquad V_C = 104 \text{ kN}$

$\uparrow^{+} \sum F_y = 0$

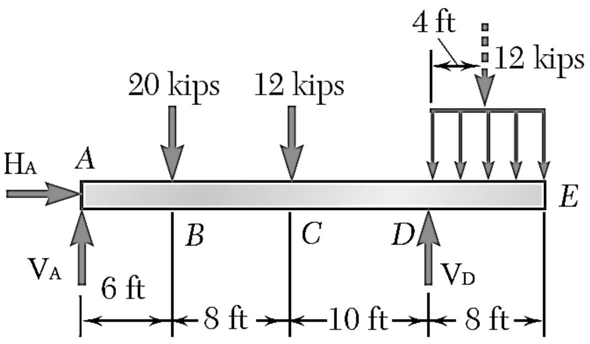
$V_A + V_B - 80 - (30 \cdot 2) = 140 - 140 = 0$

29.5 مثال: د درکړل شوی ګاډر اتکایز عکس العملونه محاسبه کړی.



95.5 شکل

حل: محاسبوی شیما یې رسموو.



96.5شکل

$\overset{+}{\rightarrow}\ \sum F_x = 0 \qquad H_A = 0$

$\curvearrowleft^{+}\ \sum M_A = 0$

$V_B.24 - (1.5.8)\left(\frac{8}{2} + 24\right) - 12.14 - 20.6 = 0 \qquad V_D = 26kips$

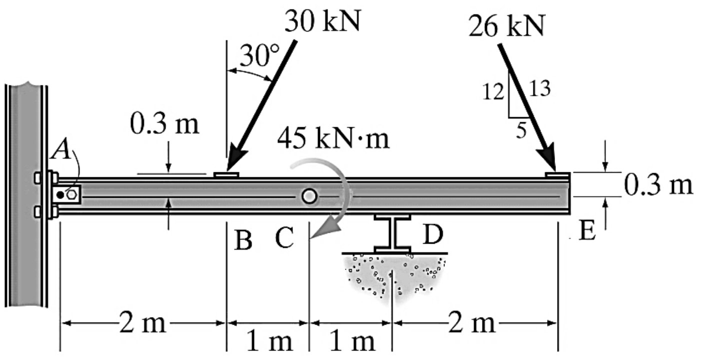
$\curvearrowleft^{+}\ \sum M_D = 0$

$-V_A \cdot 24 + 20 \cdot 18 + 12 \cdot 10 - (1,5 \cdot 8)\frac{8}{2} = 0 \qquad V_A = kN$

$\uparrow^{+}\ \sum F_y = 0$

$V_A + V_D - 20 - 18 - (1,5 \cdot 8) = 0 \qquad Ok$

30.5 مثال: د درکړل شوی ګاډر اتکایز عکس العملونه محاسبه کړی.



97.5 شکل

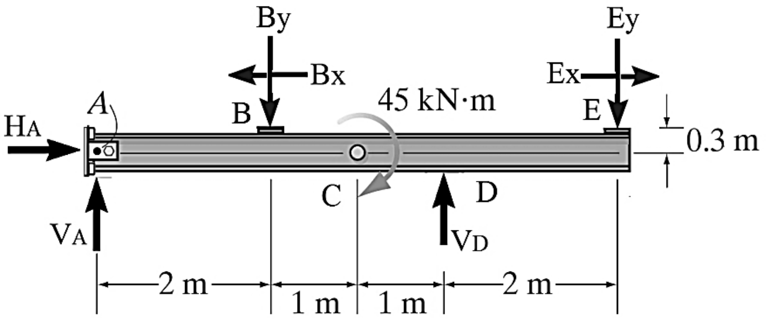
حل: لومړی یې محاسبوی شیما ترسیموو، او د مایلو قوو مرکبی پیدا کوو.

$$B_X = 30\ kN \cdot \cos 60^o = 15kN$$

$$B_Y = 30kN \cdot \sin 30^o = 25,9\ kN$$

$$E_X = 26kN \cdot \frac{5}{13} = 10kN$$

$$E_Y = 26 \cdot \frac{12}{13} = 24kN$$



98.5 شکل

$$\overset{+}{\rightarrow} \sum F_x = 0 \qquad H_A - 15 + 10 = 0 \qquad H_A = 5$$

د VD د پیدا کولو لپاره د A نقطی ته مومنټ صفر کوو.

$$\curvearrowleft^{+} \sum M_A = 0$$

$$V_D \cdot 4 - 25,9 \cdot 2 - 24 \cdot 6 - 45 = 0 \qquad V_D = 60,2\ kN$$

د VA د پیدا کولو لپاره د D نقطی ته مومنټ صفر کوو.

$$\curvearrowleft^{+} \sum M_D = 0$$

$$-V_A \cdot 4 += 0 \qquad V_A = \frac{wl}{2}$$

د امتحان لپاره باید نظر y محور ته د قوو مجموعه صفر شی.

$$\uparrow^{+} \sum F_y = 0$$

$$V_A + V_B - wl = 0 \qquad \frac{wl}{2} + \frac{wl}{2} - wl = 0 \qquad Ok \surd$$

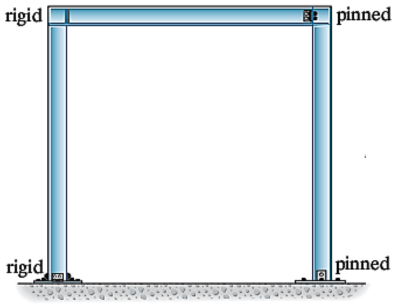
12.5 د چوکاټ (Frame) تعادل او د عکس العملونو محاسبه يې:

که چېرې دوه يا له دوو څخه ډېرې عمودي او افقي يا عمودي او مايلي ميلې خپلو منځونو کې سره د سخت يا ساکنې اتکا په واسطه وتړل شي له چوکاټ څخه عبارت دي.

چوکاټ د ګادر او پايو څخه جوړ وي چې په اکثر تعميرونو کې استعماليږي. دا چوکاټونه د اساس سره په سخته ،متحرکه اويا په ساکنې اتکاء وصل وي چې وارده بار په منظم ډول ، بدون د ويجاړيدو ، اساس ته انتقالوي.

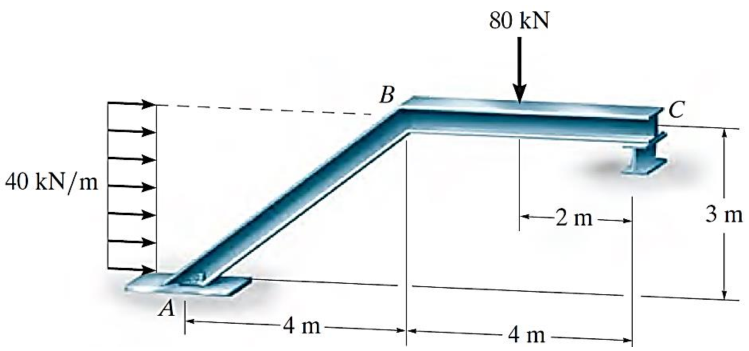
چوکاټونه کېدای شی د لرګو، فلزاتو او يا هم اهن کانکريټو څخه جوړ شی.

په دی ځای کې مونږ د معين ستاتکې چوکاټونو عکس العملونه تر بحث لاندې نيسو.



شکل99.5

33.5 مثال: د درکړل شوی چوکاټ اتکایز عکس العملونه محاسبه کړی.



شکل 100.5

حل: لومړی يې محاسبوی شيما ترسيموو.

$\overset{+}{\rightarrow}\ \sum F_x = 0$

$A_X + 120 = 0 \qquad A_X = -120$

کله چې د عکس العمل قيمت منفی لاسته راشی دا په دی معنی دی چې د عکس العمل جهت مو معکوس انتخاب کړی نو جهت يې بايد بدل شی.

$\curvearrowleft^{+}\ \sum M_A = 0$

$C_Y \cdot 8 - 80 \cdot 6 - 120 \cdot 1,5 = 0 \qquad C_Y = 82,5\ kN$

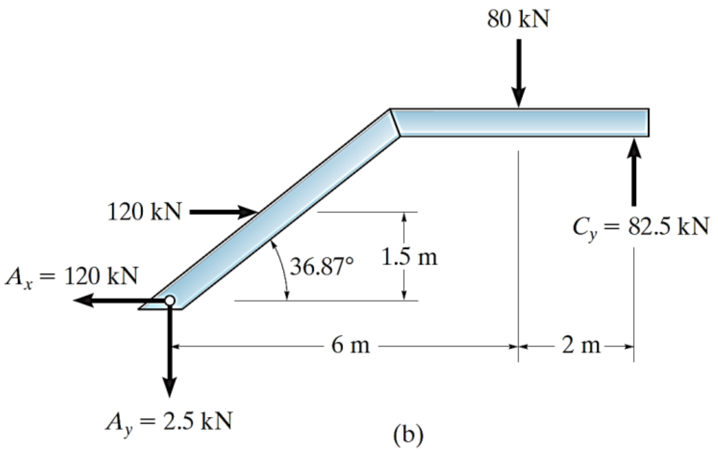
$\curvearrowleft^{+}\ \sum M_C = 0$

$-A_Y \cdot 8 + (-120 \cdot 3) + 80 \cdot 2 + 120 \cdot 1,5 = 0$

$A_Y = -2,5\ kN$

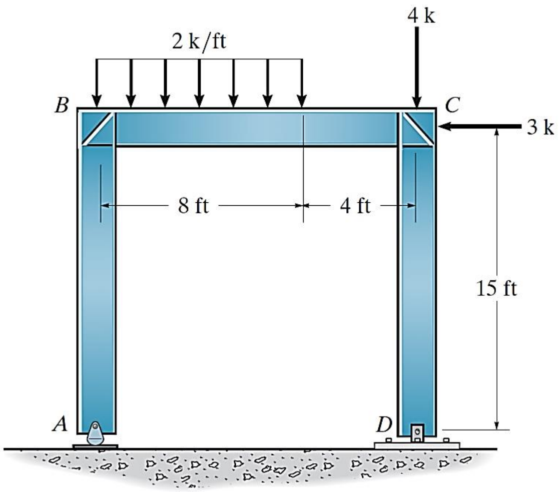
$\uparrow^{+}\ \sum F_y = 0$

$A_Y + C_Y - 80 = -2,5 + 82,5 - 80 = 0 \qquad Ok$



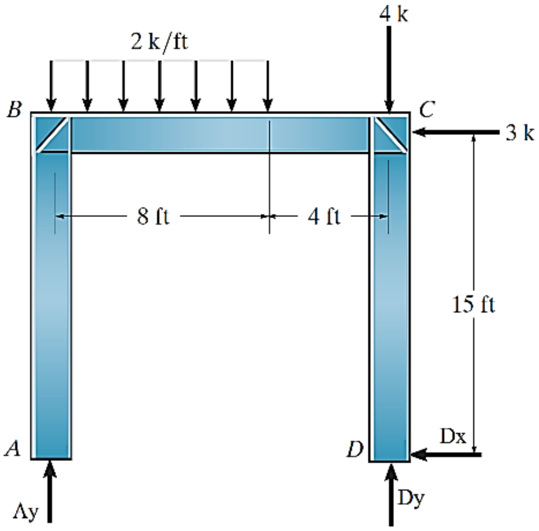
شکل102.5

34.5 مثال: د درکړل شوی چوکاټ اتکایز عکس العملونه محاسبه کړی.



شکل103.5

حل: لومړی یې محاسبوی شیما ترسیموو.



شکل104.5

$\overset{+}{\rightarrow} \sum F_x = 0 \qquad -D_X - 3 = 0 \qquad D_X = -3$

کله چې د عکس العمل قیمت منفي لاسته راشي دا په دې معنی دی چې د عکس العمل جهت مو معکوس انتخاب کړی نو جهت یې باید بدل شي.

$\curvearrowleft^{+} \sum M_A = 0$

$D_Y \cdot 12 - 4 \cdot 12 + 3 \cdot 15 - (2 \cdot 8)4 = 0 \qquad D_Y = 5,5833$

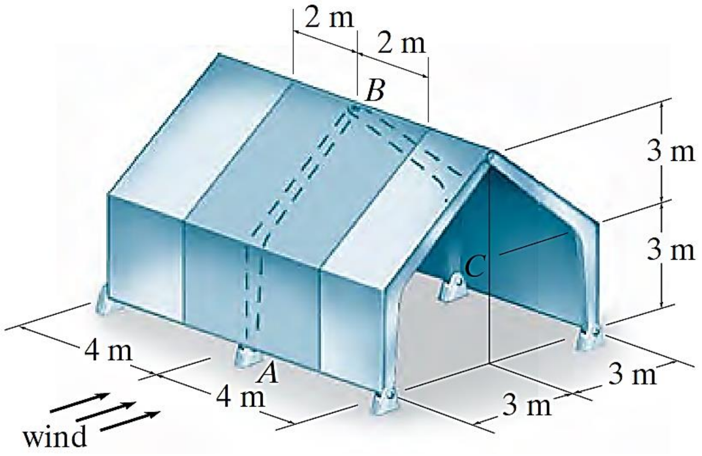
$\curvearrowleft^{+} \sum M_D = 0$

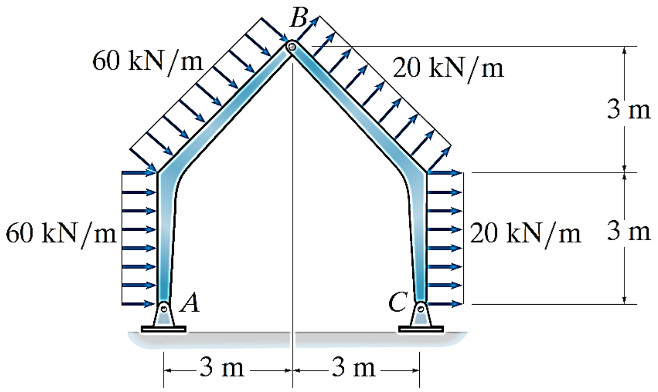
$-A_Y \cdot 12 + (2 \cdot 8)(4 + 4) + 3 \cdot 15 = 0 \quad A_Y = 14,4166 \text{ kN}$

$\uparrow^{+} \sum F_y = 0$

$A_Y + D_Y - 4 - (2 \cdot 6) = 14,41666 + 5,58333 - 4 - (2 \cdot 8)$
$= 0 \qquad \text{Ok}$

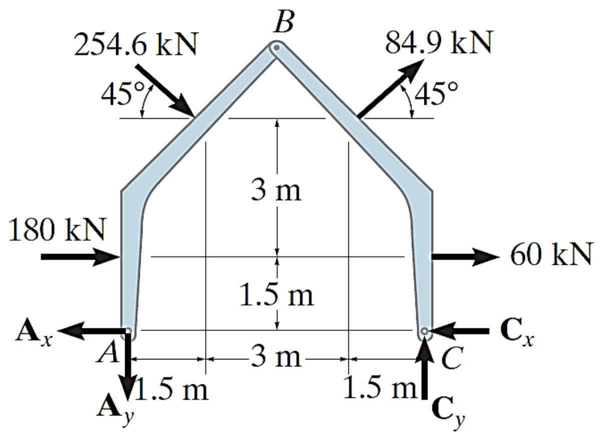
35.5 مثال:په لاندې شکل کې یو چوکاټ او پرې وارده بارونه ښودل شوي تاسې یې په اتکا ګانو کې عکس العملونه محاسبه کړئ.





105.5شکل

حل: محاسبوی شیمایې ترسیموو. او ویشلی بار چې د باد له اثره په چوکاټ واقع شوی په متمرکز بار بدلوو.



شکل106.5

$$\curvearrowleft^+ \ \sum M_A = 0$$

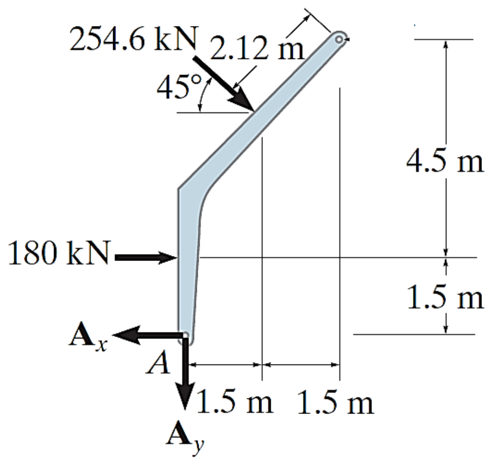
$$C_Y \cdot 6 - (180+60)(1,5) - (254,6+84,9)coc45^o(4.5)$$
$$- 254,6\ sin45^o)(1,5) + (84,9\ sin45^o)(4,5) = 0$$

$$C_Y = 240\ kN$$

$$\uparrow^+ \ \sum F_y = 0$$

$$-A_Y - 254,6\ sin\ 45^o + 84,9\ sin45^o + 240 = 0$$

$$A_Y = 120\ kN$$



شکل107.5

$\curvearrowleft^{+} \sum M_B = 0$

$A_Y \cdot 3 + (254,6 \sin 45^o)(1,5) + (254,6 \cos 45^o)(1,5) + 180 \cdot 4,5 - A_X \cdot 6 = 0)$

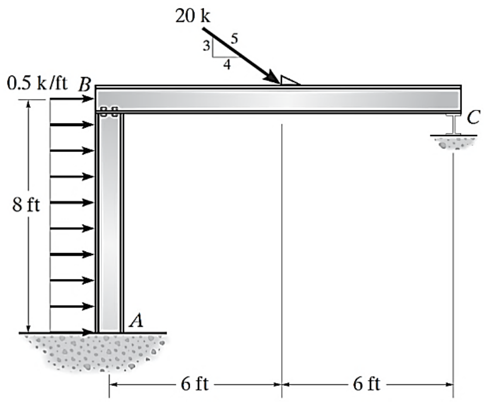
$A_X = 285$

$\overset{+}{\rightarrow} \sum F_x = 0$

$-C_X - A_X + (180 + 60) + (254,6 + 84,9)coc45^o = 0$

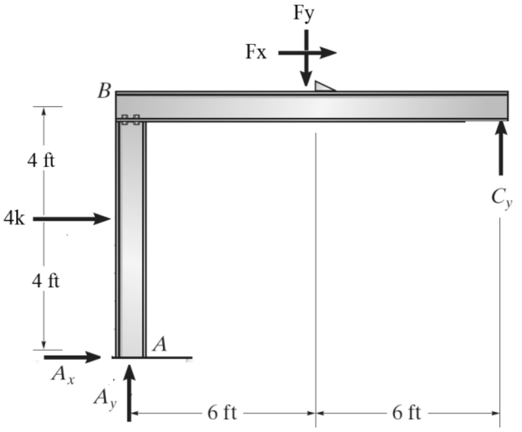
$C_X = 195$

36.5 مثال: د درکړل شوی چوکاټ اتکایز عکس العملونه محاسبه کړی.



108.5شکل

حل: لومړی یې محاسبوی شیما ترسیموو.



109.5 شکل

$$\overset{+}{\rightarrow}\ \sum F_x = 0 \qquad A_X + 4 + \left(20\cdot\frac{4}{5}\right) = 0 \qquad A_X = -20k$$

دا په دې معنی دی چې د عکس العمل جهت مو معکوس انتخاب کړی نو جهت يې بايد بدل شي.

$$\curvearrowleft^{+}\ \sum M_A = 0$$

$$C_Y\cdot 12 - \left(20\cdot\frac{3}{5}\right)6 - \left(20\cdot\frac{4}{5}\right)8 - 4\cdot 4 = 0$$

$$C_Y = 18\ k$$

$$\curvearrowleft^{+}\ \sum M_C = 0$$

$$-A_Y\cdot 12 + A_X\cdot 8 + 4\cdot 4 + \left(20\cdot\frac{3}{5}\right)6 = 0$$

$$A_Y = -6\ k$$

$$\uparrow^{+}\ \sum F_y = 0$$

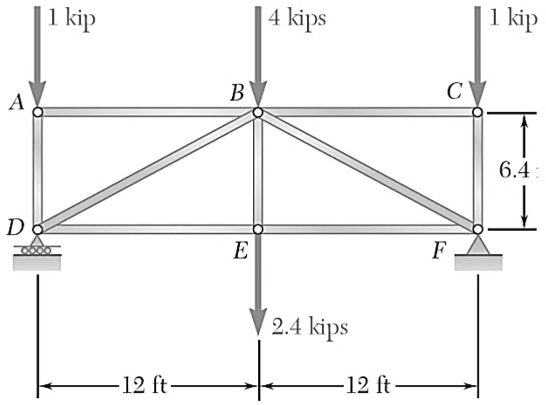
$$A_Y + C_Y - \left(20\cdot\frac{3}{5}\right) = 18 - 6 - 12 = 0 \qquad Ok$$

13.5 د ترس Truss تعادل او د عکس العملونو محاسبه يې:

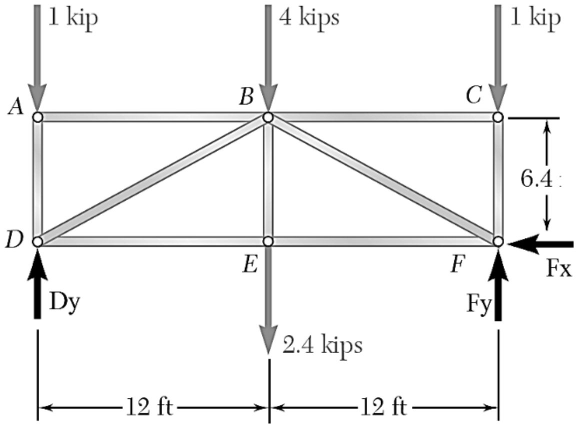
ترس د انجينرۍ ساختمانونو له جملې څخه دی ، چې د څو برخو (لرګينو او يا فلزي ميلو) د يوځای کېدو څخه چې په انجامونو کې سره وصل شوی وی جوړ شوی.

ترسونه د څینو تعميراتو د چتونو او پلونو په جوړولو کې اقتصادی تماميږی چې په اووم فصل کې به په تفصيل سره ولوستل شي دلته يې يواځې د عکس العملونو پيدا کول تر بحث لاندې نيسو.

37.5 مثال: د درکړل شوی ترس اتکايز عکس العملونه محاسبه کړی؟



حل: محاسبوی شیما یې رسموو.



111.5شکل

$\overset{+}{\rightarrow} \sum F_x = 0$

$F_X = 0$

$\curvearrowleft^{+} \sum M_D = 0$

$F_Y \cdot 24 - 1 \cdot 24 - (4 + 2,4)12 = 0 \qquad F_Y = 4,2kips$

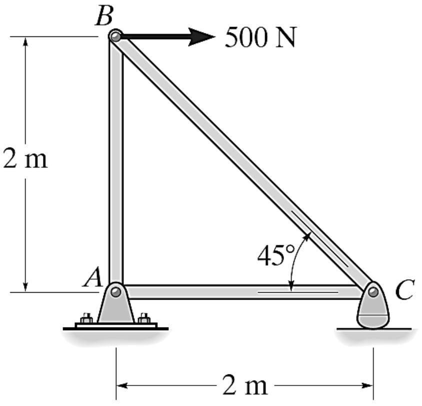
$\curvearrowleft^{+} \sum M_F = 0$

$-D_y \cdot 24 + 1 \cdot 24 + (4 + 2,4)12 = 0 \qquad F_X = 4,2\ kips$

$\uparrow^{+} \sum F_y = 0$

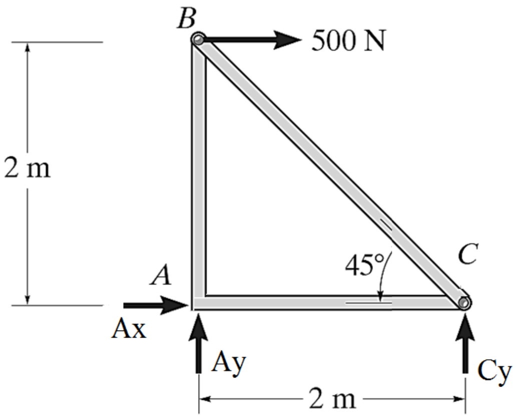
$F_Y + D_Y - (1 + 4 + 1 + 2,4) = 8,4 - 8,4 = 0$

38.5 مثال:د درکړل شوی ترس اتکایز عکس العملونه محاسبه کړی؟



112.5 شکل

حل: محاسبوی شیما يې رسموو.



113.5 شکل

$\overset{+}{\rightarrow}\ \sum F_x = 0$

$A_X + 500 = 0 \qquad A_X = -500\ N$

$\curvearrowleft^{+}\ \sum M_A = 0$

$C_Y \cdot 2 - 500 \cdot 2 = 0 \qquad C_Y = 500\ N$

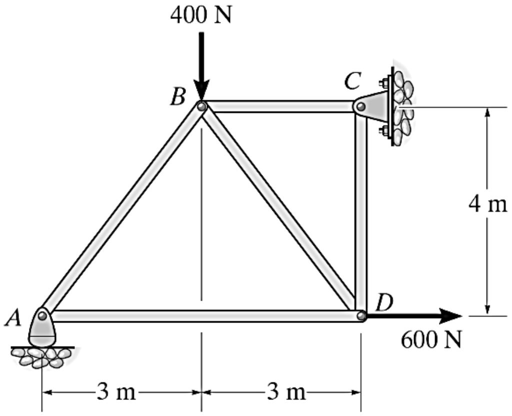
$\curvearrowleft^{+}\ \sum M_C = 0$

$-A_y \cdot 2 - 500 \cdot 2 = 0 \qquad A_X = -500\ N$

$\uparrow^{+}\ \sum F_y = 0$

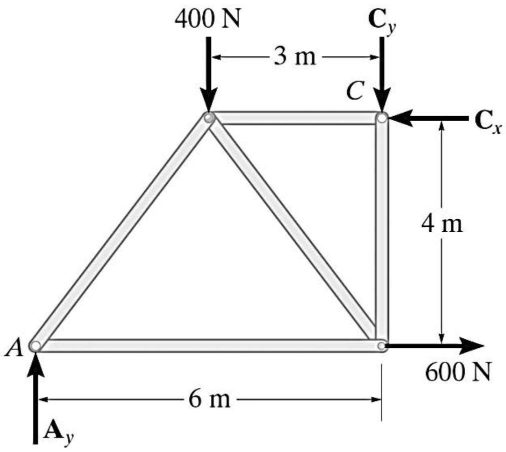
$A_Y + C_Y = -500 + 500 = 0$

39.5 مثال:د درکړل شوی ترس اتکایز عکس العملونه محاسبه کړئ؟



114.5 شکل

حل: محاسبوی شیما یې رسموو.



شکل115.5

$$\overset{+}{\rightarrow} \sum F_x = 0$$

$$-C_X + 600 = 0 \qquad C_X = 600\ N$$

$$\curvearrowleft^{+} \sum M_A = 0$$

$$-C_Y \cdot 6 + C_X \cdot 4 - 400 \cdot 3 = 0 \qquad C_Y = 200\ N$$

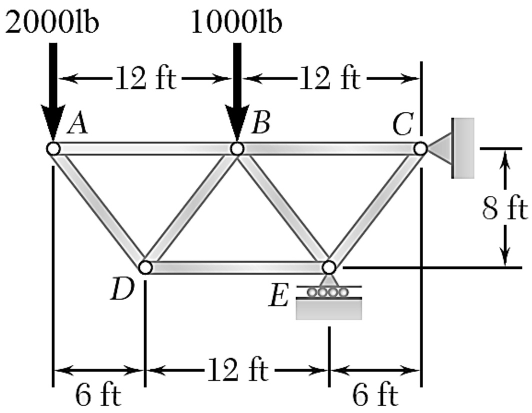
$$\curvearrowleft^{+} \sum M_C = 0$$

$$-A_y \cdot 6 + 400 \cdot 3 + 600 \cdot 4 = 0 \qquad A_Y = 600N$$

$$\uparrow^{+} \sum F_y = 0$$

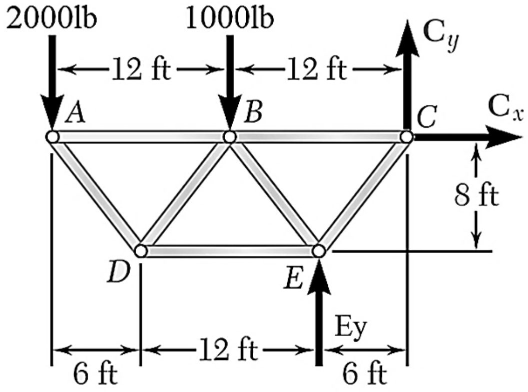
$$A_Y - C_Y - 400 = 600 - 200 - 400 = 0$$

40.5 مثال:د درکړل شوی ترس اتکایز عکس العملونه محاسبه کړی؟



116.5 شکل

حل: محاسبوی شیما یې رسموو.



117.5شکل

$\overset{+}{\rightarrow} \ \sum F_x = 0$

$C_X = 0$

$\curvearrowleft^{+} \ \sum M_E = 0$

$C_Y \cdot 6 + 1000 \cdot 6 + 2000 \cdot 18 = 0 \qquad C_Y = -7000 \text{ lb}$

$\curvearrowleft^{+} \ \sum M_C = 0$

$-E_y \cdot 6 + 2000 \cdot 24 + 1000 \cdot 12 = 0 \qquad E_Y = 10000 \text{ lb}$

$\uparrow^{+} \ \sum F_y = 0$

$C_Y + E_Y - 1000 - 2000 = -7000 + 10000 - 3000 = 0$

د کېبل Cable تعادل او د عکس العملونو محاسبه یې:

کېبلونه اکثر په ساختمانونو کې د یو برخې څخه بلې برخې ته د قواو انتقال لپاره استعمالیږي.

په کېبلونو کې انحنايي مومنټ او عرضاني قوې صفر وي همدا رنګه فشاري قوې هم په کېبلونو کې صفر وي ،یواځې کششي قواوې پرې عمل کوي .

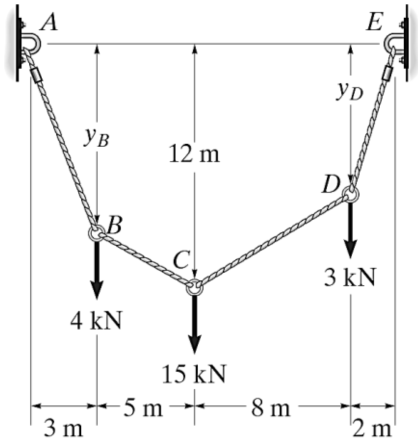
د کېبلونو څخه په ځورند پلونواو زوړند چتونو کې ډیره استفاده کېږي ، او قوې پرې په لاندې دوه ډوله عمل کوي.

1) کېبلونه د متمرکز بارونو لاندې

2) کېبلونه دمنظم ویشل شوی بارونو لاندې

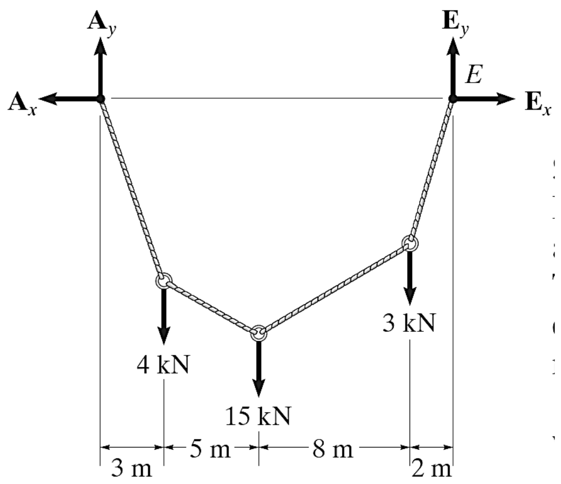
په لاندې مثالونو کې کېبلونه د متمرکزو بارونو لاندې محاسبه شوی.

41.5 مثال: د درکړل شوی کېبل اتکایز عکس العملونه محاسبه کړی.



118.5شکل

حل: لومړی یې محاسبوی شیما ترسیموو.



119.5شکل

$$\circlearrowleft^{+} \sum M_E = 0$$

$$-A_Y \cdot 18 - 4 \cdot 15 + 15 \cdot 10 + 3 \cdot 2 = 0$$

$$A_Y = 12kN$$

$$\circlearrowleft^{+} \sum M_A = 0$$

$$E_y \cdot 18 - 3 \cdot 16 - 15 \cdot 8 - 4 \cdot 3 = 0$$

$$E_Y = 10kN$$

$$\circlearrowleft^{+} \sum M_C = 0$$

$$-A_Y \cdot 8 + A_X \cdot 12 + 4 \cdot 5 = -12 \cdot 8 + 12A_X + 20 = 0$$

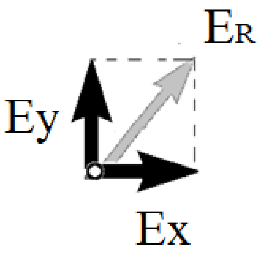
$$A_X = 6,333\ kN$$

$$\overset{+}{\rightarrow} \sum F_x = 0 \qquad -A_X + E_X = 0 \qquad E_X = 6,333\ kN$$

$$\uparrow^{+} \sum F_y = 0$$

$$A_Y + E_Y - (4 + 15 + 3) = 12 + 10 - 22 = 0 \qquad Ok$$

په پورته ډول عکس العملونه د X او Y په محوراتو لاسته راغلل اوس کولای شو د کېبل په امتداد عکس العمل لاسته راوړو.

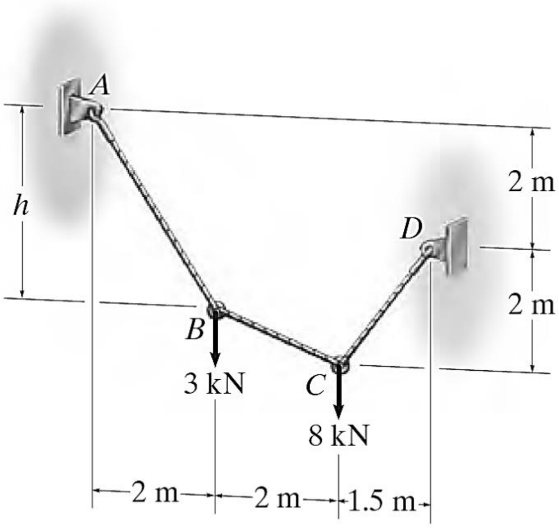


شکل120.5

$$E_R = \sqrt{E_X^2 + E_Y^2} = \sqrt{(6,333)^2 + (10)^2} = 11.8\ \mathbf{kN}$$

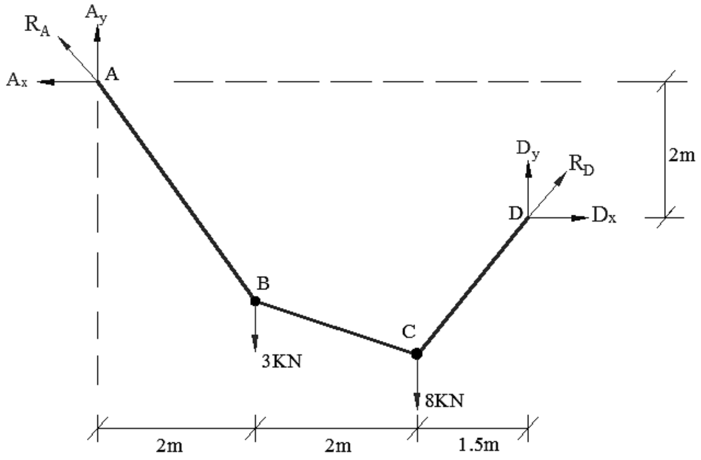
42.5 مثال:

د ورکړ شوی کېبل اتکایز غبرګونونه محاسبه کړی.



شکل121.5

حل:



شکل122.5

$$\curvearrowleft^{+} \ \sum M_A = 0$$

$$-D_Y \cdot 5,5 + 8 \cdot 4 + 3 \cdot 2 - D_X \cdot 2 = 0 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(1)$$

$$\curvearrowleft^{+} \ \sum M_C = 0$$

$$D_y \cdot 1,5 - D_X \cdot 2 = 0 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(2)$$

د اولی او دوهمی رابطی څخه لرو چې:

$$D_Y = 5,43 \text{ kN}$$

$$D_X = 4,07\text{kN}$$

$$\overset{+}{\rightarrow} \ \sum F_x = 0 \qquad -A_X + D_X = 0 \qquad A_X = 4,07 \text{ kN}$$

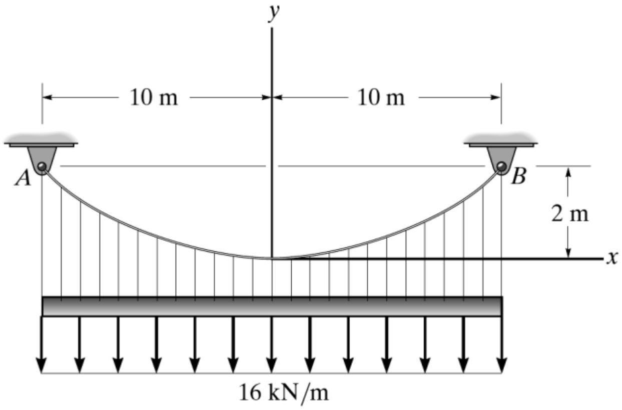
$$\uparrow^{+} \ \sum F_y = 0$$

$$A_Y + D_Y - 8 - 3 = A_Y + 5,43 - 11 = 0 \qquad A_Y = 5,57 \text{ kN}$$

په لاندې تصویر کې کېبلونه د منظم ویشل شوی بار تر اغیزی لاندې راغلی.

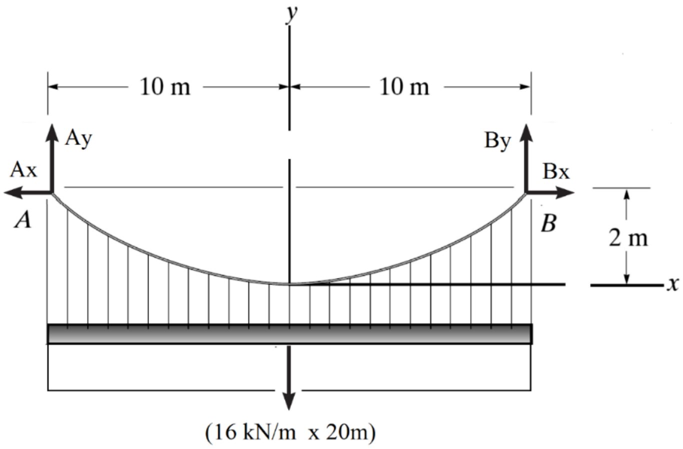
شکل 123.5

43.5 مثال:د درکړل شوی کېبل اتکایز عکس العملونه محاسبه کړی.



شکل124.5

حل: لومړی یې محاسبوی شیما ترسیموو.



شکل125.5

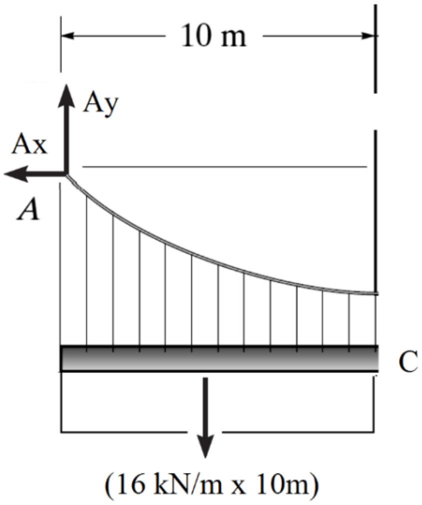
$\curvearrowleft^{+} \sum M_B = 0$

$-A_Y \cdot 20 + (16 \cdot 20kN)(10m) = 0 \qquad A_Y = 160kN$

$\curvearrowleft^{+} \sum M_A = 0$

$B_y \cdot 20 - (16 \cdot 20kN)(10m) = 0 \qquad B_Y = 160kN$

دا چي کمان په تعادل کي دی نو د کمان یوه برخه هم په تعادل کي ده نو د افقی عکس العملونو د پیدا کولو لپاره د کمان یوه برخه په نظر کې نیسو نظر C نقطی ته د ښی او یا چپی قطعی مومنټ محاسبه کوو.



شکل126.5

$\curvearrowleft^{+} \sum M_C = 0$

$-A_Y \cdot 10 + A_X \cdot 2 + (16 \cdot 10)(5) = 0 \qquad A_X = 400kN$

$\overset{+}{\rightarrow} \sum F_x = 0 \qquad -A_X + B_X = 0 \qquad B_X = 400kN$

$\uparrow^{+} \sum F_y = 0$

$A_Y + B_Y - (16 \cdot 20) = 160 + 160 - 320 = 0 \qquad Ok$

$A_R = \sqrt{A_X^2 + A_Y^2} = \sqrt{(400)^2 + (160)^2} = 430.8\ kN$

د کمان (Arch) تعادل او د عکس العملونو محاسبه یې:

د کېبلونو په څیر کمانونه هم په اوږدو وائی لرونکې ساختمانونو کې د کوږوالی مومنټ کمولو لپاره استعمالیږی.کمان په شکل کې سرچپه کېبلونو ته ورته دی او خپلی قواوی په فشاری توګه زغمی او تهداب ته ئی انتقالوی.

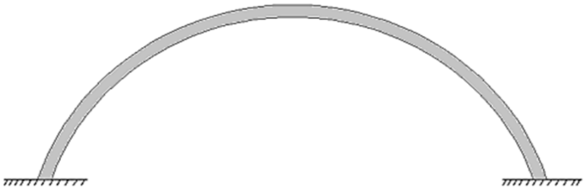
د کمان ظرفیت د هغه شخوالی، شکل او د بارونو نوعیت پوری اړه لري.

126.5شکل

د بارونو زغم لپاره مختلف ډول کمانونه استعمالیږی چې عبارت دی له:

په دواړو انجامونو کې کلک تړل شوی کمانونه یا شخ کمانونه (Fixed Arch)

دا ډول کمانونه زیاتره د اوسپنیز کانکریټو څخه جوړیږی او د نورو کمانونو پر تله کم مواد غوښتونکې وی .په دواړو انجامونو کې سختی اتکاء له امله دا کمانونه دری درجی نامعین وی .



127.5شکل

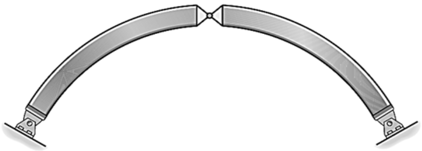
دوه مفصلی کمانونه (Two hinge Arches)

په عمومي توګه دا ډول کمانونه د فلز یا لرګو څخه جوړیږی او یوه درجه ستاتیکي نامعین والی لري.سره د دې چې د سختو کمانونو پرتله کم شخوالي لري بیا هم د ناستی پرضد قوي مقاومت لرونکې دی.

128.5شکل

دری مفصلی کمانونه (Three Hinge Arches)

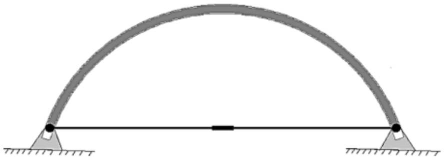
دا کمانونه هم د فلز یا لرګو څخه جوړ وی او تحلیل له نظره معین ستاتیکي وی.د دې کمانونو ځانګړتیاوی دا دی چې هیڅ ډول اتکائی ناسته یا د تودوخی تغیرات پری اغیزه نه لري څرنګه چې په نامعین ستاتیکي کمانونو کې ئی شتون لرلو.



129.5شکل

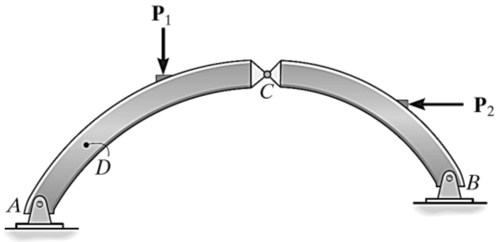
تړلي کمانونه (Tied Arches)

دی ډول کمانونو کې دواړه اتکاګانی د یو افقی میلې په واسطه تړل شوی چې کمان د خارجي قواو پر ضد د ځانه مقاومت وښائی او د افقی زوررونو او اتکائی ناستی مخنیوی وکړي. دی کمانونو څخه هغه وخت ډیره استفاده کیږي کله چې کمان لپاره د غټو تهدابونو جوړولو اړتیا نه وی.



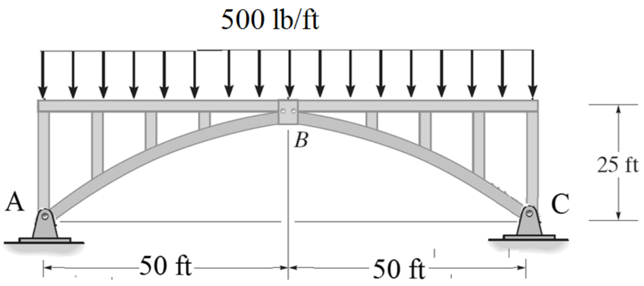
130.5شکل

کمانونو څخه زیاتره په هغه وختونو کې ډېره استفاده کېږي کله چې ساختمان د زیات بار لاندې واقع وی او یا هم د ساختمان مهندسی ښکلا ته اړتیا وی .
په دی ځای کې صرف د معین کمانونه په نظر کې نیسو ، (دری مفصلی کمانونه)
د دې لپاره چې د ددری مفصله کمان عکس العملونه محاسبه کړو،د کمان په A په ټکې کې مومنت صفر کولو سره یو ه معادله لاس ته راوړو همدارنګه په B نقطه کې مومنټ صفر کولو سره دوئمه معادله لاس ته راځی او د دواړو معادلو د حل څخه C_x او C_y پیدا کوو . په ورته ډول نور اتکائی غبرګونونه هم پیدا کېږي



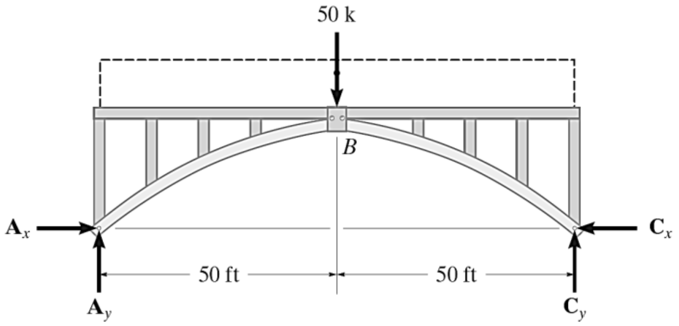
شکل132.5

44.5 مثال: د ورکړل شوی دری مفصلی کمان اتکایز عکس العملونه پیدا کړی؟



شکل133.5

حل: محاسبوی شیما يې رسموو.

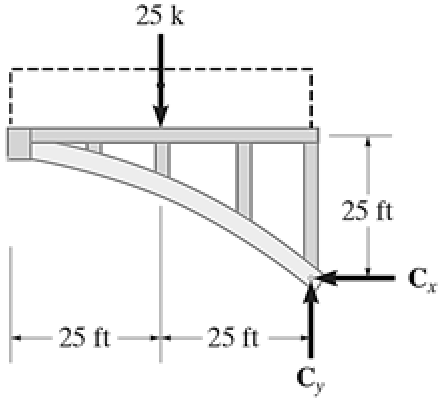


شکل134.5

$\curvearrowleft^{+}\ \sum M_A = 0$

$C_Y \cdot 100 - 50 \cdot 50 = 0 \qquad C_Y = 25\ k$

د افقي عکس العملونو د پیدا کولو لپاره د کمان یوه برخه په نظر کې نیسو نظر C نقطې ته د بنی او یا چپی قطعی مومنټ محاسبه کوو.



شکل135.5

$\curvearrowleft^{+}\ \sum M_B = 0$

$C_y \cdot 50 - C_X \cdot 25 - 25 \cdot 25 = 0 \qquad C_X = 25\ k$

$\overset{+}{\rightarrow}\ \sum F_x = 0$

$C_X - A_X = 25 - A_X = 0 \qquad A_X = 25\ k$

$\uparrow^{+}\ \sum F_y = 0$

$A_Y + C_Y - 50 = A_Y + 25 - 50 = 0 \qquad A_Y = 25k$

د پورتنیو مرکبو څخه د کمان په امتداد د عکس العملونه په لاندې ډول پیدا کوو.

$$A_R = C_R = \sqrt{A_X^2 + A_Y^2} = \sqrt{(25)^2 + (25)^2} = 35,35k$$

د دې فصل په پای کې به تاسې وکولای شئ د ستاتیک د تعادلې معادلو څخه په استفاده د ګاډر، چوکاټ، ترس کیبل او کمان مجهولې خارجي قوې (عکس العملونه) محاسبه کړئ.

14.5 د پنځم فصل لنډیز

- په دوه بعدی سیستم کې د ستاتیک تعادلی معادلی عبارت دی له:

$$\sum F_x = 0 \qquad \sum F_y = 0 \qquad \sum M_X = 0$$

- د ستاتیک د تعادلی معادلو څخه په استفادی سره کولای شو په یو کلک جسم مجهولی خارجي قوې خصوصا عکس العملونه او داخلی قوې محاسبه کړو
- اتکا د د جسمونو د اتصال څخه لاسته راځی . که چېرې یو جسم د بل جسم د انتقالی او یا دورانی حرکت مانع وګرځی اتکا بلل کېږي . دری ډوله اتکا ګانی وجود لري چې عبارت دی له متحرکه ، ساکنه او سختی اتکا څخه چې په ترتیب سره یو، دوه او دری عکس العملونه لري.
- هغه اساسي عناصر چې ساختمان ترې جوړېږي عبارت دي له میلو ، بیم او پایې څخه د پورتنی ساختمانی عناصرو څخه ترس ،چوکاټ ، کېبل او کمان چې د ساختمان ډولونه دی جوړیږی.
- ساختمانونه نظر محاسبی ته په معین او نا معین ساختمانونو ویشل شوی چې معین ستاتیکي ساختمانونه له هغه ستاتیکي سیستمونو څخه عبارت دي، چې دسیستم اتکایزي قوې د ستاتیک د تعادلي معادلو په مرسته پیدا شي یا هغه ساختمان چې تحلیل لپاره یې د تعادل معادلې کافي وي یا د نامعلومو قواو تعداد د تعادل معادلو سره مساوي یا کم وي.

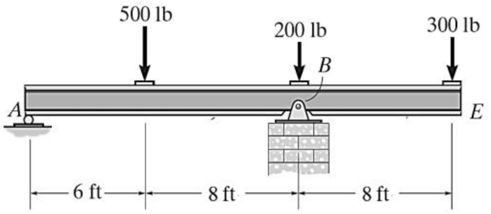
Reactions $\leq$ Equations of Equilibrium

نامعین ستاتیکي ساختمان له هغه سیستمونو څخه عبارت دي، چې د سیستم اتکایزي قوې د ستاتیک د تعادلي معادلوپه مرسته پیدا نه شي یعني ساختمان کې د نامعلومو قواو تعداد د تعادل معادلو څخه زیات وي.

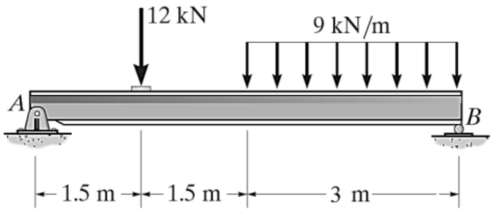
- استواری د ساختمانونو له هغه خاصیت څخه عبارت دی چې د جانبی ناچېزه بارونو په مقابل کې خپله پایداری وساتی او هندسی تغیر شکل ونکړی.
- کله چې مونږ یو ساختمان تحلیل شروع کوو لومړی باید ځان مطمعین کړوچې نوموړی ساختمان استواره دی چې د استواری شرایط په همدی فصل کې واضع شوی، په دوهم قدم کې باید وګورو چې سیستم معین دی او که نامعین که معین وو نو د ستاتیک د تعادلی معادلو پواسطه یې مجهولی قوې محاسبه کوو او که نا معین وو نو دی ته اضعافی معادله تشکېلیږی چې په میخانیک ساختمان په مضمون کې به ولوستل شی.

مسایل:

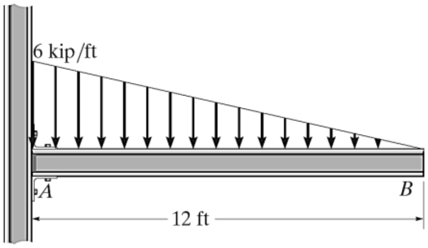
- د درکړل شوو ساختمانونو اتکایز عکس العملونه محاسبه کړی.



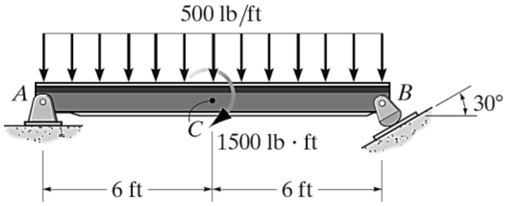
شکل137.5



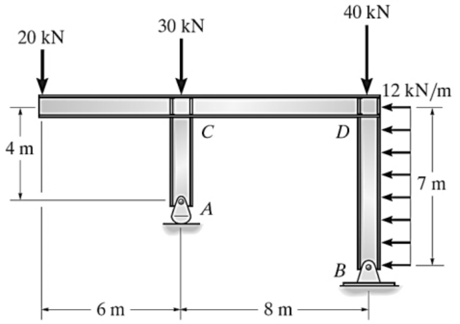
شکل136.5



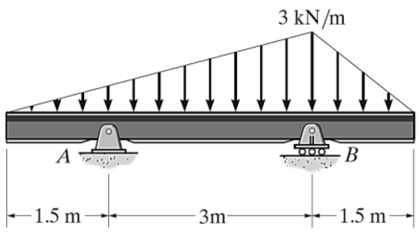
شکل139.5

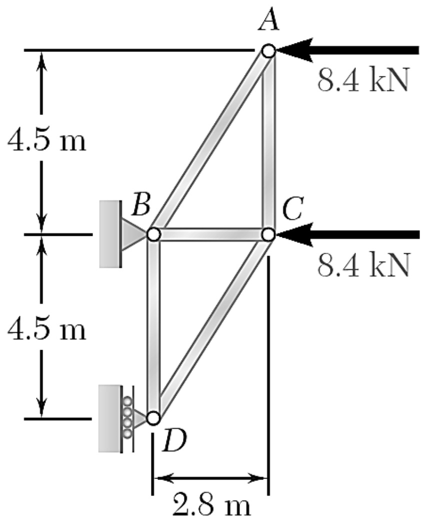


شکل138.5

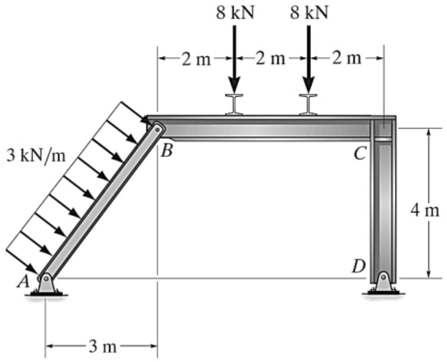


شکل140.5

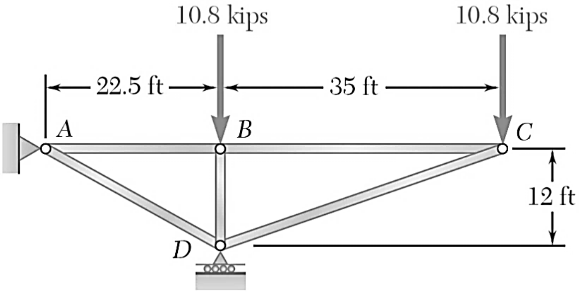




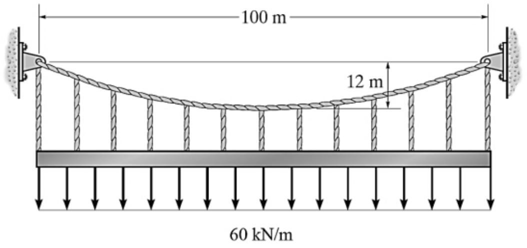
شکل141.5



شکل142.5



شکل144.5



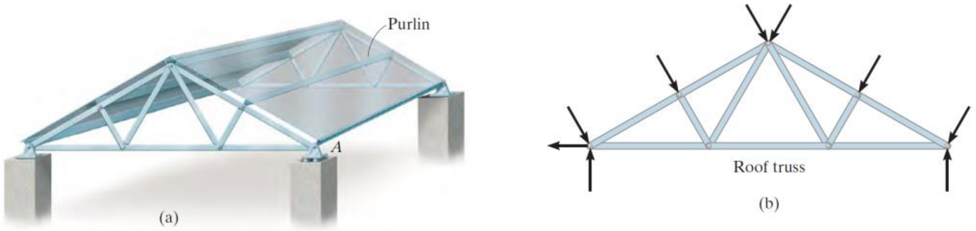
شکل145.5

شپږم فصل
د ترسونو تحلیل
Analysis of trusses

1.6عمومیات:

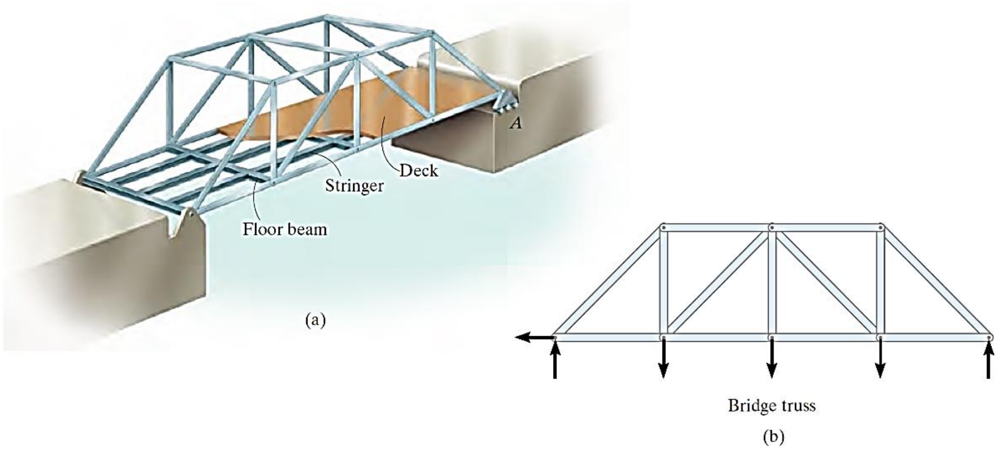
ترس یو له مهمو انجینری ساختمانونو له جملی څخه دی . چې د څو برخو (لرګینو او یا فلزی میلو) د یوځای کېدو څخه چې په انجامونو کې سره وصل شوی وی جوړ شوی.
ترسونه د ځینو تعمیراتو د چتونو او پلونو په جوړولو کې اقتصادی تمامیږی.

په لاندې شکل کې یو ترس ښودل شوی چې د چت د وزن د زغملو وظیفه په غاړه لري، نوموړی چت د ترس دپاسه داسې ځای پرځای کېږي چې چت خپل وزن یواځې دترس په غوټو وارد کړی.



1.6 شکل

په پلونو کې هم د لاندې شکل مطابق په پل باندې وارده بارونه د فرش د بيم (Floor beam) پواسطه د ترس په غوټو وارديږي.



2.6 شکل

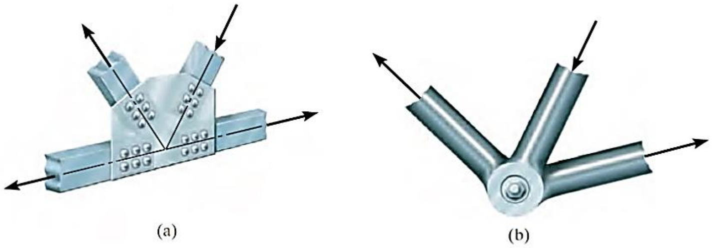
د لويو وايو لرونکې ترسونو يوه اتکا متحرکه په نظر کې نيول کيږي ترڅو د حرارت ددرجې د تغير په صورت کې په اسانی سره انقباض او انبساط وکړي.

2.6 دترسونو ډيزاين:

د دې لپاره چې د ترسونو ميلی *(Members)* او غوټې *(Joints)* ډيزاين کړو لازمه ده چې د هغو قوو مقدار چې د ترس په هره برخه يا ميله د خارجي بار له امله وارديږي محاسبه شي.

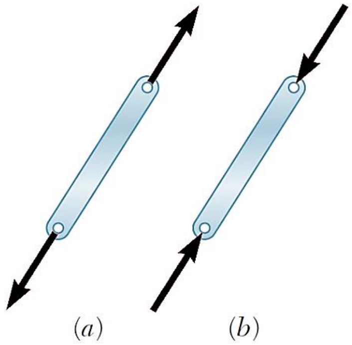
د ترسونو په محاسبه کې لاندې دوه فرضيو څخه کار اخلو.

1. وارده بارونه د ترسونو په غوټو عمل کوي. او د غوټو ترمنځ په ميلو عمل نه کوي. معمولاً ميلې د خپل وزن نه صرف نظرکيږي ځکه ميلې چې د کوم بار لپاره جوړې شوی دی د هغې مقدار د ميلو د خپل وزن نه زيات دی.
2. سره له دی چې ميلی دنټ بولټ او ويلډنګ پواسطه وصل شوی وی بيا هم نوموړی غوټې متحرکې اتکا فرضيږي.



3.6 شکل

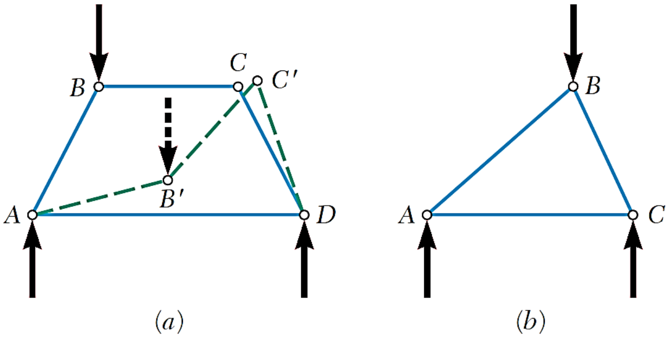
نظر پورتنی شرایطو ته د ترس هره میله په کشش او یا فشار کې واقع کېږي. معمولا فشاری میلی نسبت کششی میلو ته ډېلی وی تر څو د کړېدو*(Buckling)* مخنیوی وشی.



4.6شکل

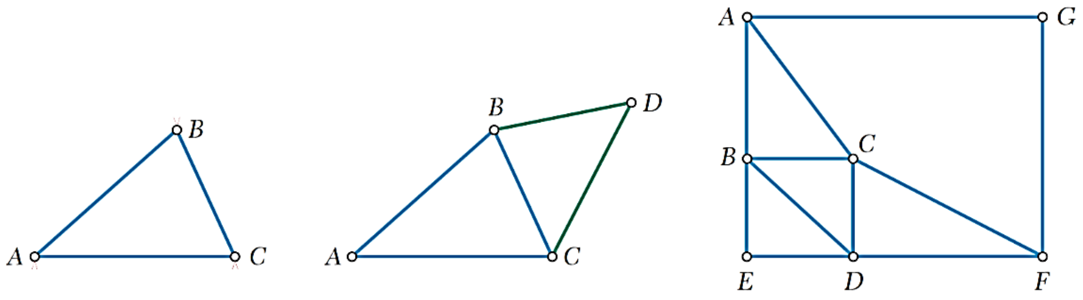
3.6 ساده ترس Simple Truss

د لاندې دوه شکلونو د مقایسېې څخه لیدلای شو چې که میلی د a په شکل وصل شی د کمی قوې پواسطه د شکل بدلون کوي. حال دا چې د b شکل کې ترس یواځی د میلو د کشش او فشار په صورت کې ناچېزه د شکل بدلون کوي.



5.6شکل

هغه ترس چې د درې میلو څخه دمثلث په شکل جوړ شوی وی کلک ترس *(Rigid Truss)* بلل کېږي. اوس که چېرې د ضرورت پر اساس دوه دوه میلې په کلک ترس کې اضعافه شی داسې چې په هر ځل دوه میلې او یو غوټه علاوه شی ساده ترس لاسته راځی چې پر دی اساس د ساده ترس د میلو شمیر m=2n-3 کېږي.



6.6 شکل

د ترســــــــــونو د محاسبې لپاره د *(Section method)* او *(Joint Methode)* څخه استفاده کوو.

4.6 د ترسونو تحلیل د غوټوپه طریقه :(Analysis of trusses by joint method)

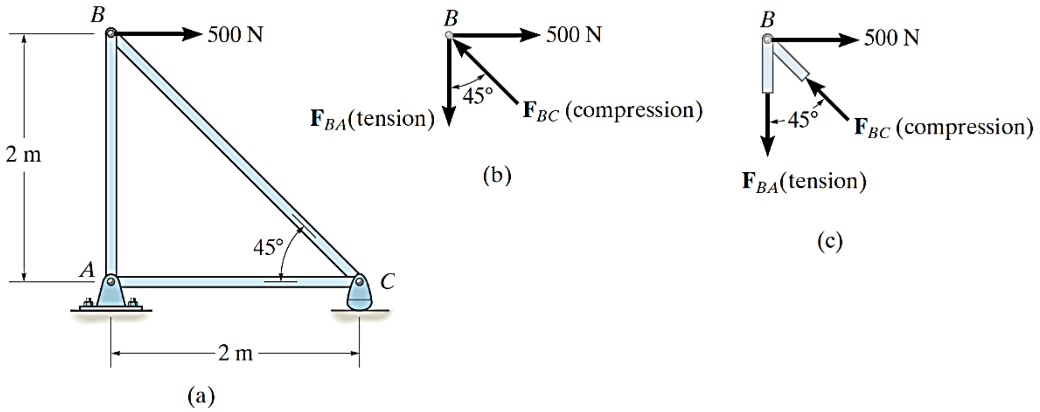
د دې لپاره چې ترسونه تحلیل او ډیزاین کړو دا لازمه ده چې د ترسونو په میلو باندې وارده قوې محاسبه کړو چې د محاسبې یو میتود یې د غوټو طریقه ده .

دا چې ترس په تعادل کې دی نو د ترس هره برخه او میله هم په تعادل کې ده ، که چېرې مونږ دهرې غوټې محاسبوی شیما *(Free bodydiagram)* ترسیم کړو نو د تعادل د شرایطو په تطبیق سره کولای شو مجهولې قوې محاسبه کړو.

په دی طریقه کې لاندې مراحل تعقیبوو:

1. دضرورت په صورت کې د ترس اتکایز عکسالعملونه محاسبه کوو.
2. محاسبه له داسې یوی غوټې شروع کوو چې لږ ترلږه یوه معلومه قوه ولري. او د مجهولو قوو تعداد باید له دوه څخه زیات نشي.
3. د ټاکل شوی غوټې محاسبوی شیما رسموو او د قایم وضیعه کمیاتو محوراتو ته داسې دوران ورکوو تر څو د قوو د مرکبو محاسبه مونږ ته اسانه شي.
4. د ستاتیک د تعادلی معادلو څخه په استفاده مجهولې قوې محاسبه کوو.

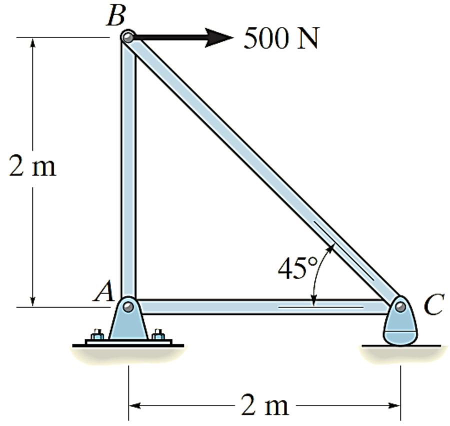
د مثال په ډول په لاندې ترس کې غواړو د B غوټه محاسبه کړو نو په B غوټه کې ګورو چې درې قوې عمل کوي داسې چې د 500N قوې له اثره د F_{AB} قوه د B غوټه کش کوي په دې معنی چې د AB میله په کشش کې ده همدارنګه د F_{BC} قوه په غوټه فشار واردوي یعنی د BC میله په فشار کې ده، نو په دې اساس کومه میله چې په کشش کې وي جهت یې د غوټې څخه بیرون طرف ته او کومه میله چې په فشار کې وي جهت یې د غوټې طرف ته ورکوو.



7.6 شکل

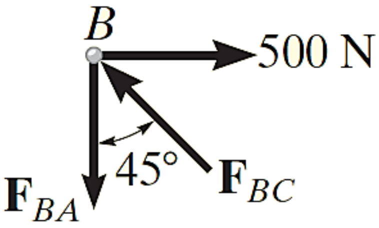
همدارنګه کولای شو چې ټولو مجهولو قوو ته په کشش حالت کې قرار ورکړو یعنی د ټولو جهت بیرون خواته ورکړو ، بیا د محاسبې څخه وروسته که د قوې قیمت مثبت وو جهت مو صحیح انتخاب کړی او که منفی وو نو جهت د قوې تغیروو.

1.6 مثال: د کې ورکړل شوي ترس په هره میله قوې محاسبه او وښایاست چې په کشش او یا فشار کې ده .



7.6 شکل

حل:دا چې د B په غوټه کې يوه قوه معلومه او دوه مجهولې وی نو لومړی د B دغوټې محاسبوی شيما رسمو‌و او د ستاتيک د تعادلی معادلو څخه په استفاده يې مجهولې قوې محاسبه کوو.

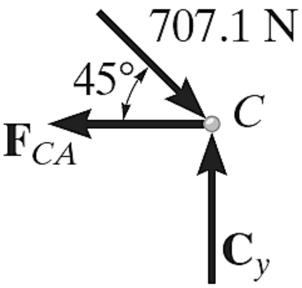


8.6 شکل

$$\xrightarrow{+} \sum F_x = 0; \quad 500N - F_{BC}\sin 45^o = 0 \qquad F_{BC} = 707,1\ N\ (C)$$

$$\uparrow^{+} \sum Fy = 0; \quad F_{BC}\cos 45^o - F_{BA} = 0 \qquad F_{BA} = 500N\ (T)$$

اوس د C دغوټې محاسبوی شيما رسمو‌و او د ستاتيک د تعادلی معادلو څخه په استفاده يې مجهولې قوې محاسبه کوو.

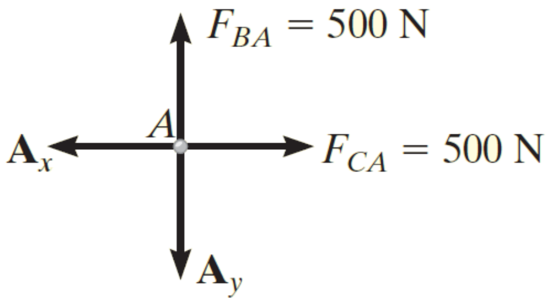


9.6 شکل

$$\xrightarrow{+} \sum F_x = 0; \quad -F_{CA} + 707.1\cos 45 = 0 \quad F_{CA} = 500N\ (T)$$

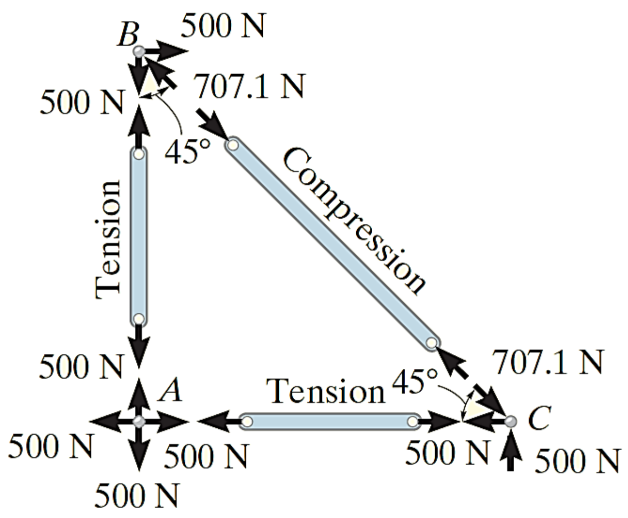
$$\uparrow^{+} \sum Fy = 0; \quad Cy - 707.1\sin 45 = 0 \qquad Cy = 500N$$

سره له دی چې ضرورت ورته نشته خو بيا هم کولای شو اتکايز عکس العملونه يې د A د غوټې د محاسبې څخه لاسته راوړو.



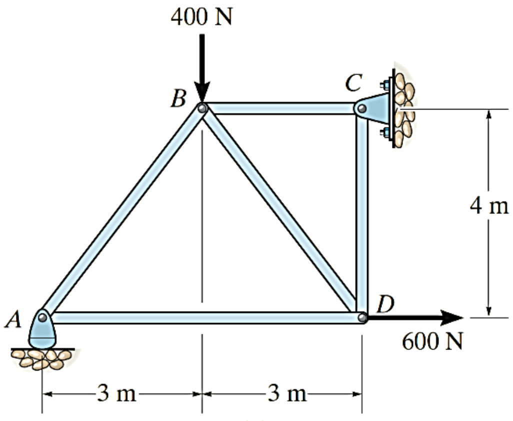
10.6شکل

$$\xrightarrow{+} \sum F_x = 0, \qquad 500N - A_x = 0 \qquad A_x = 500N$$
$$\uparrow^{+} \sum Fy = 0, \qquad 500N - A_y = 0 \qquad A_y = 500N$$



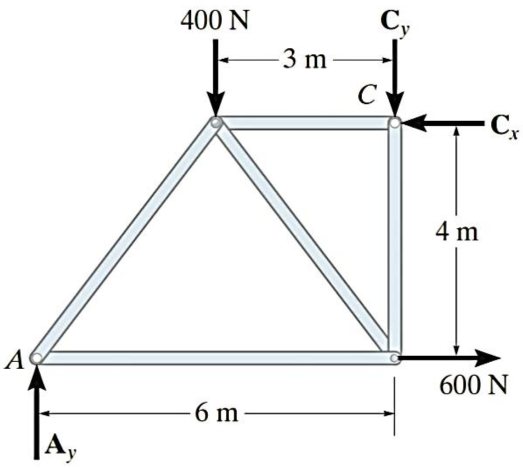
11.6 شکل

2.6 مثال:د کې ورکړل شوي ترس په هره میله قوي محاسبه او وښایاست چې په کشش او یا فشار کې ده .



شکل 12.6

حل: گورو چې هره يوه غوټه درى مجهولى قوې لري نو ترخو چې عکس العملونه محاسبه نشى مونږ نشو کولاى کومه يوه غوټه محاسبه کړو نو لومړى يې عکس العملونه محاسبه کوو.



شکل 13.6

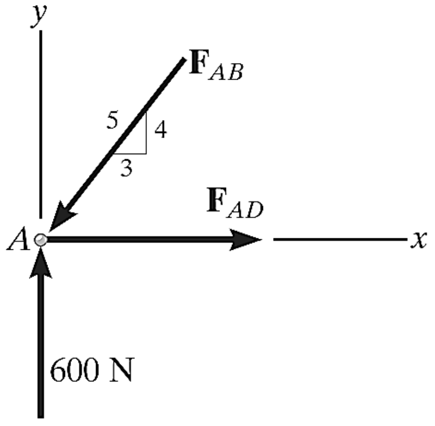
$\overset{+}{\rightarrow}\ \sum F_x = 0; \qquad 600N - C_X = 0 \qquad C_X = 600N$

$\circlearrowleft^{+}\ \sum M_C = 0$

$-A_Y \cdot 6 + 400 \cdot 3 + 600 \cdot 4 = 0 \qquad A_Y = 600\ N$

$\uparrow^{+}\ \sum F_y = 0; \qquad 600 - 400 - C_Y = 0 \qquad C_Y = 200\ N$

اوس کولای شو تحلیل د A او یا D د غوټې څخه شروع کړو نو دلته لومړی د A غوټه محاسبه کوو. داسې فرض شوی چې F_{AB} او F_{AD} په فشار کې واقع دی.

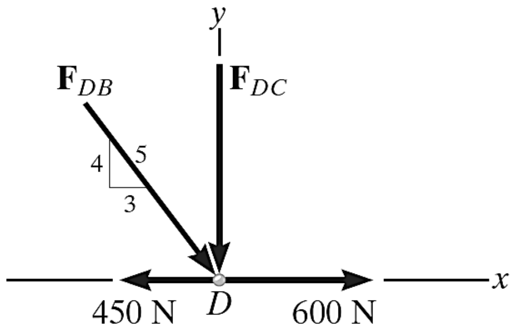


14.6 شکل

$$+\uparrow \sum F_y = 0; \qquad 600 - \frac{4}{5}F_{AB} = 0 \qquad F_{AB} = 750\ N\ (C)$$

$$\overset{+}{\rightarrow} \sum F_x = 0; \qquad F_{AD} - \frac{3}{5}(750) = 0 \qquad F_{AD} = 450N\ (T)$$

د D د غوټې محاسبوی شیما رسموو.



15.6 شکل

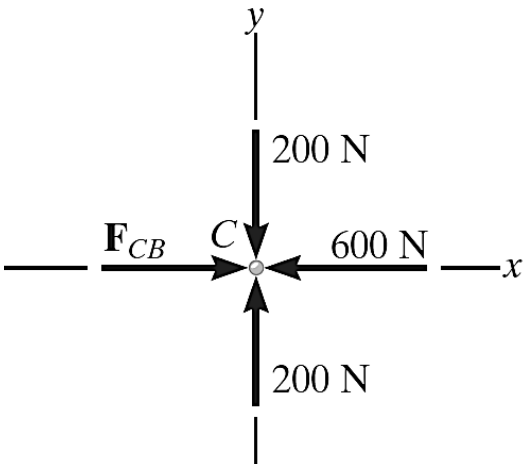
$$\overset{+}{\rightarrow} \sum F_x = 0; \qquad -450 + \frac{3}{5}F_{DB} + 600 = 0 \qquad F_{DB} = -250N$$

منفی علامه ښايي چې د F_{DB} قوې جهت برعکس دی نو :

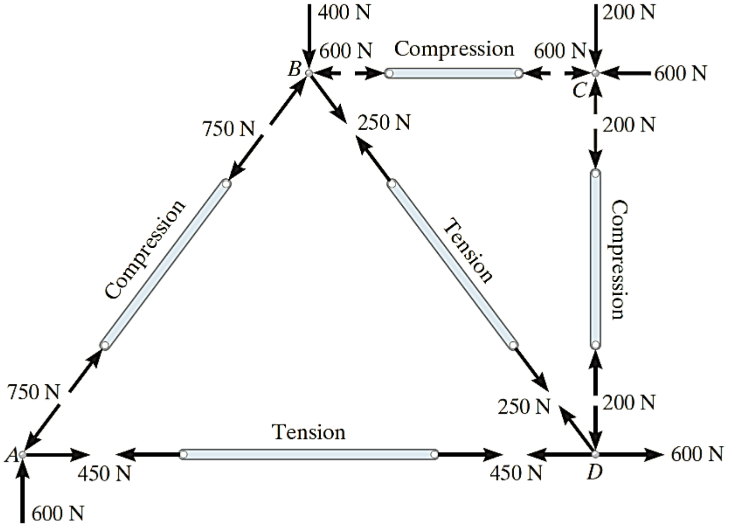
$$F_{DB} = 250N\ (T)$$

د دې لپاره چې د F_{DC} محاسبه کړو نو يا به د F_{DB} جهت په D غوټه کې صحيح کوو او يا به د F_{DB} قيمت منفی په نظر کې نيسو.

$$\uparrow^{+}\ \sum F_y = 0; \qquad -F_{DC} - \frac{4}{5}(-250) = 0 \qquad F_{DC} = 200N\ (C)$$



16.6 شکل

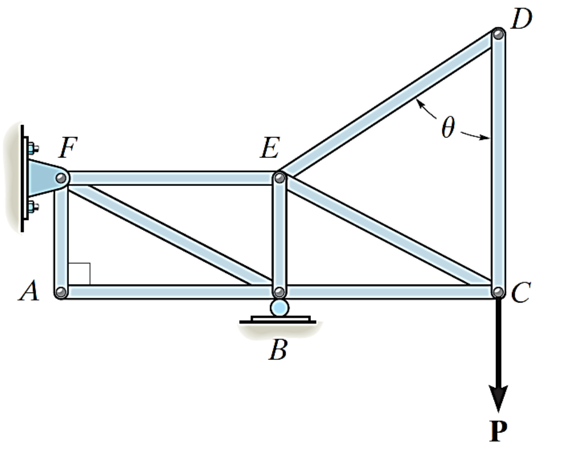


17.6 شکل

ځینې وخت په ترسونو کې داسې میلی وجود لري چې د قوې تر اغیزې لاندې نه وي راغلی یعنی قوه پکې صفر وي چې د صفری قوو د میلو په نامه یادیږي.
دا ډول میلی د استواری او یا هم په اینده کې د بار د واقع کېدو لپاره په نظر کې نیول کېږي.
د محاسبې څخه د مخه دداسې میلو په نښه کول په محاسبه کې اسانتیا رامنځ ته کوي.
صفری میلی لاندې حالتونه لري.

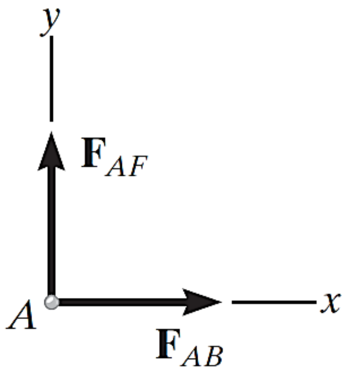
1) که چېرې په یوه غوټه کې دوه میلی وجود ولري او په نوموړې غوټه کومه خارجي قوه یا د اتکا عکس العمل نه وي واقع شوی نوموړې میلی صفری دی.

لکه په لاندې شکل کې که چېرې د A او D غوټې محاسبه کړو نو لیدل کېږي چې F_{AF}،F_{AB}،F_{DE}،F_{DC} میلی صفری دی.



18.6 شکل

د A غوټه:

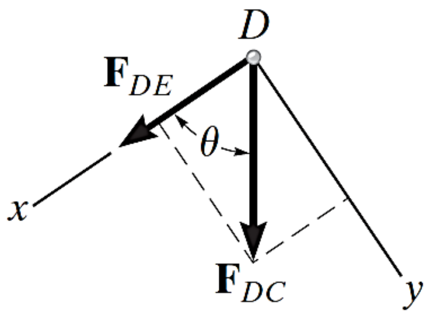


19.6 شکل

$$\overset{+}{\rightarrow} \sum F_x = 0; \qquad F_{AB} = 0$$

$$+\uparrow \sum F_y = 0; \qquad F_{AF} = 0$$

د D غوټه:



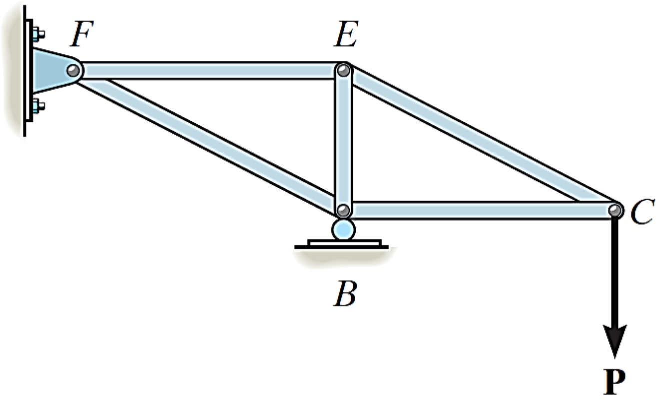
20.6 شکل

$$+\searrow \sum F_y = 0; \qquad F_{DC} \sin\theta = 0 \quad F_{DC} = 0$$

ځکه $\sin\theta \neq 0$ دی .

$$+\swarrow \sum F_x = 0; \qquad F_{DE} + 0 = 0\,; \quad F_{DE} = 0$$

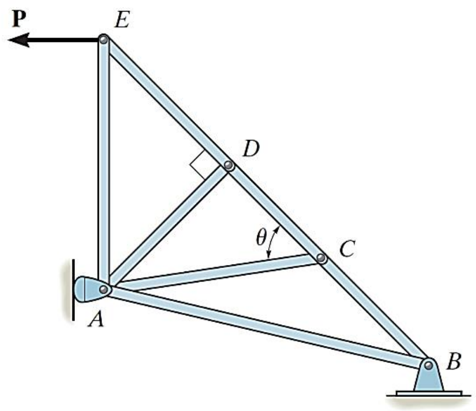
لاسته راغلی ترس چې باید محاسبه شی په لاندې ډول دی.



21.6 شکل

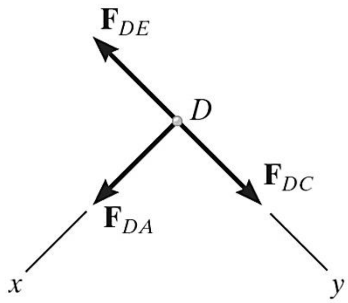
2) که چېرې په يوه غوټه کې درې ميلې يوځای شوی وی داسې چې د دوه ميلی يې يو د بل په امتداد وی نو دريمه ميله يې صفری ده په دی شرط چې په غوټه کومه خارجي قوه يا د اتکا عکس العمل نه وی واقع شوی.

لکه په لاندې شکل کې د D او C غوټې.



شکل 22.6

د D غوټه:



شکل 23.6

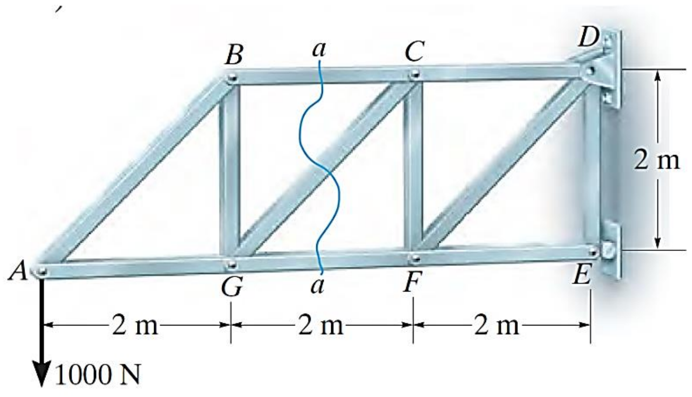
$+\swarrow \ \sum F_x = 0; \qquad F_{DA} = 0$

$+\searrow \ \sum F_y = 0; \qquad F_{DC} = F_{DE}$

5.6د ترسونو تحلیل د قطعی په طریقه:(Analysis of trusses by Section method)

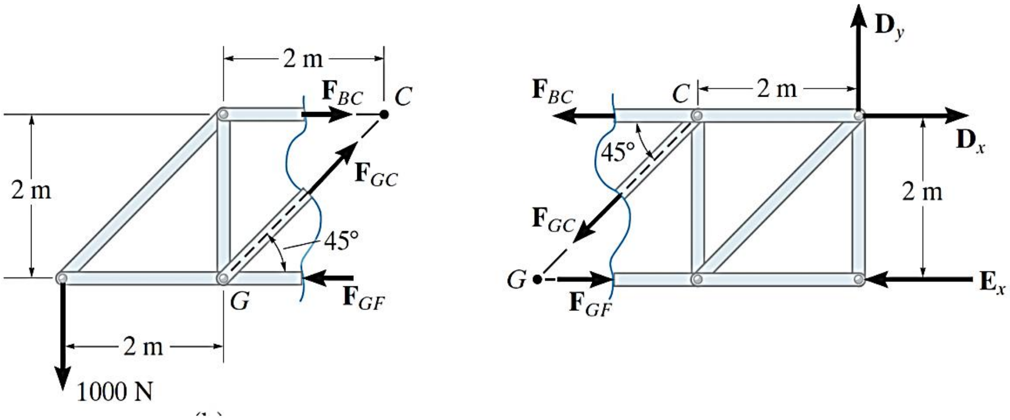
که چېرته وغواړو چې د یو ټرس په څو مشخصو میلو کې قوې معلومې کړو نو په دې صورت کې د قطعې له طریقې نه استفاده کوو.څرنګه چې ټرس د تعادل په حالت کې وي نو په دې صورت کې د ترس قطع شوی برخه هم په تعادل کې ده. نو په دی اساس د ترس په قطع شوی برخه کې مجهولی قوې د ستاتیک دتعادلی معادلو له مخی پیدا کوو.

قطع باید په داسې برخه کې واخستل شي چې هلته له درې میلو یعنی درې نامعلومو قیمتونو څخه اضافه نه وي. مثال په توګه که چېرته وغواړو چې د کې ټرس د BC,GC او GF په میلو کې قوې معلومې کړو نو په دې صورت کې د a-a قطع اخلو.



24.6 شکل

دلته هم د غوټو د طریقی په شان مجهولی قوو ته په دوه ډوله جهت ورکوو. که دشکل له مخی پوهیدلو چې کومه میله په کشش او کومه په فشار کې ده نو کششی میلی ته د قطعی نه بیرون خواته او فشاری میلی ته د قطعی خواته جهت ورکوو، او یا دا چې ټولی میلی په کشش کې واقع کړو بیا د محاسبی څخه وروسته نظر مثبت اومنفی علامی ته کششی او فشاری میلی وټاکو.



25.6 شکل

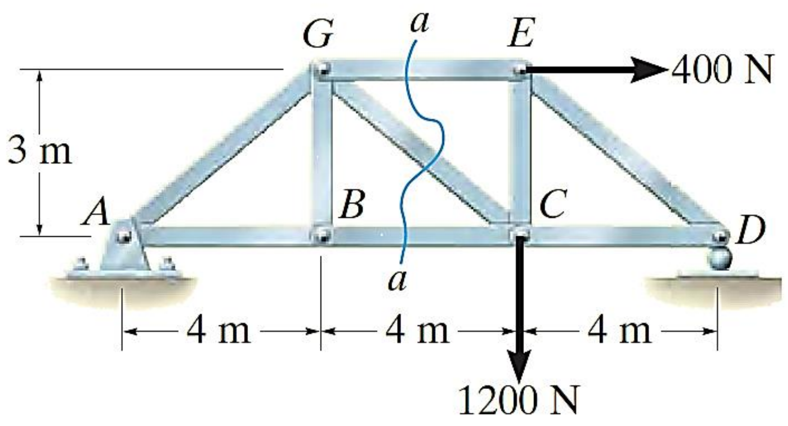
6.6 د مسایلود حل کولو کړنلاره Procedure for Analysis

1) باید دترس عکس العملونه محاسبه کړو.

2) بیا تصمیم ونیسو چې له کومه ځایه قطع تیره کړو باید په یاد ولرو چې قطع داسې انتخاب کړو چې غوښتل شوی میلی قطع کړی او د مجهولاتو تعداد له دری څخه زیات نشی.

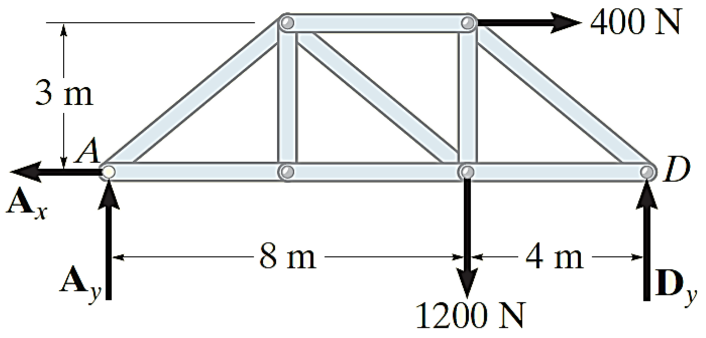
3) د ستاتیک د دری تعادلی معادلو څخه په استفاده مجهولی قوې پیدا کوو،په قطع کې کوشش وکړو مومنټ داسې نقطی ته ونیسو چې دوه مجهولی قوې صفر شی نو راسا به دریمه قوه لاسته راوړو.که چېرې دوه مجهولی قوې موازی وی نو بهتره به وی چې قوې نظر داسې محور ته صفر کړو چې دریمه قوه راسا لاسته راشی.

3.6 مثال: د ورکړل شوي ټرس د GE,GC,BC په میلو کې د قوو مقدار معلوم کړئ او هم معلوم کړئ چې کومه برخه یې په فشار او یاکشش کې ده ؟



26.6 شکل

حل : اتکایز عکس العملونه یې محاسبه کوو.



27.6 شکل

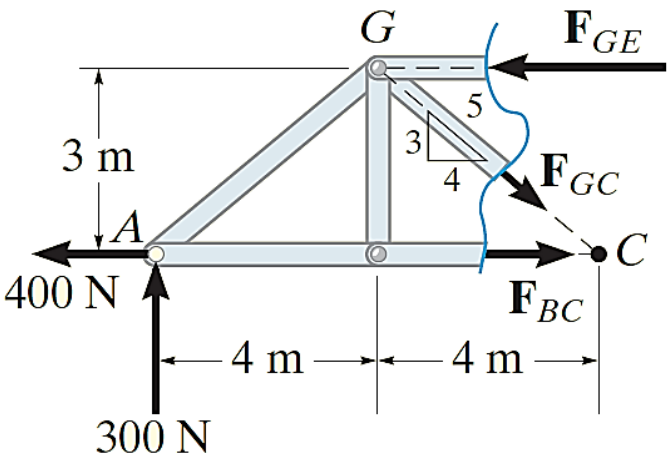
$\overset{+}{\rightarrow}\ \sum F_x = 0;\qquad 400N - A_X = 0\qquad A_X = 400N$

$\curvearrowleft^{+}\ \sum M_A = 0$

$D_Y \cdot 12 - 1200 \cdot 8 - 400 \cdot 3 = 0\qquad D_Y = 900\ N$

$\uparrow^{+}\ \sum F_y = 0;\qquad A_Y - 1200 + 900 = 0\qquad A_Y = 300\ N$

اوس قطعه اخلو او د محاسبی لپاره یې چپ خوا په نظر کې نیسو ځکه دقوو تعداد یې کم دی.



28.6 شکل

که نظر G ته مومنټونومجموعه صفرکړو نو F_{GE} او F_{GC} صفر کېږي او راسآ F_{BC} لاسته راځی.

$$\curvearrowleft^{+} \sum M_G = 0$$

$$-300 \cdot 4 - 400 \cdot 3 + F_{BC} \cdot 3 = 0 \qquad F_{BC} = 800\ N$$

همدارنګه که نظر C ته مومنټونومجموعه صفرکړو نو راسآ F_{GE} لاسته راځی.

$$\curvearrowleft^{+} \sum M_c = 0 \quad ; \quad 300 \cdot 8 + F_{GE} \cdot 3 = 0 \qquad F_{GE} = 800\ N$$

همدارنګه F_{GC} په لاندي ډول محاسبه کوو.

$$\uparrow^{+} \sum F_y = 0; \qquad 300 - \frac{3}{5} F_{GC} = 0 \qquad F_{GC} = 500\ N$$

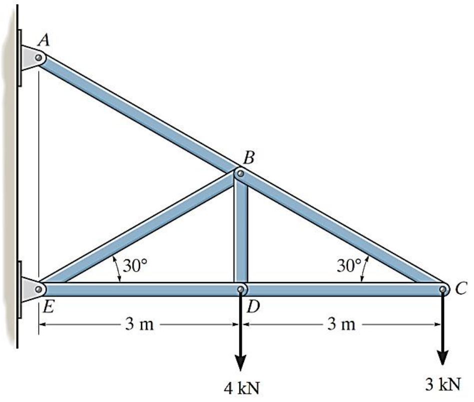
6.6 د شپږم فصل لنډيز:

ترس يو له مهمو انجينرى ساختمانونو له جملى څخه دى . چې د څو برخو (لرګينو او يا فلزى ميلو) د يوځاى كېدو څخه چې په انجامونو كې سره وصل شوى وى جوړ شوى.

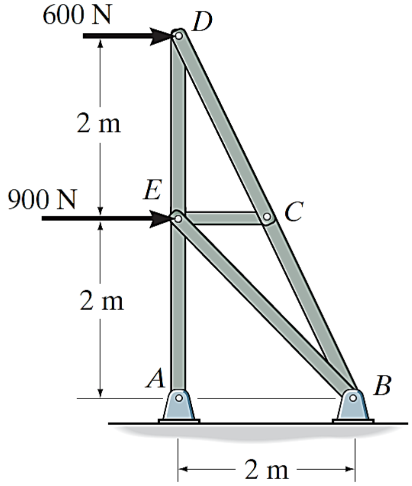
په دى فصل كې د ترسونو تحليل تر بحث لاندې نيول شوى يعنى د ستاتيک د تعادلى معادلو څخه په استفاده د عكس العملونو ترڅنګ په هرى يوى ميلى وارده قوې مقدار د غوټو او قطعى په طريقى محاسبه شوى چې هره يوه طريقه يې په تفصيل سره واضع شوى.

مسايل:

1. د كې وركړل شوي ترسونو په هره ميله كې قوې محاسبه او وښاياست چې په كشش او يا فشار كې دى .

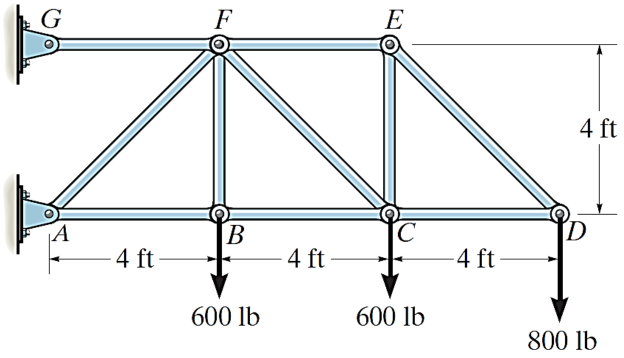


30.6 شكل

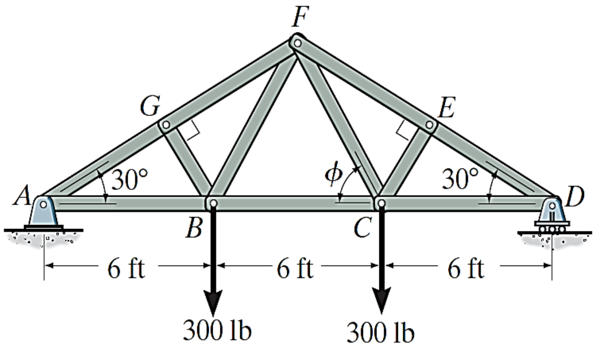


29.6 شكل

2. د دركړل شوى ترسونو د FC, FE او BC په ميلو كې كششى قوې محاسبه كړى او ووښاياست چې په كشش او كه فشار كې دى.



31.6 شکل



32.6 شکل

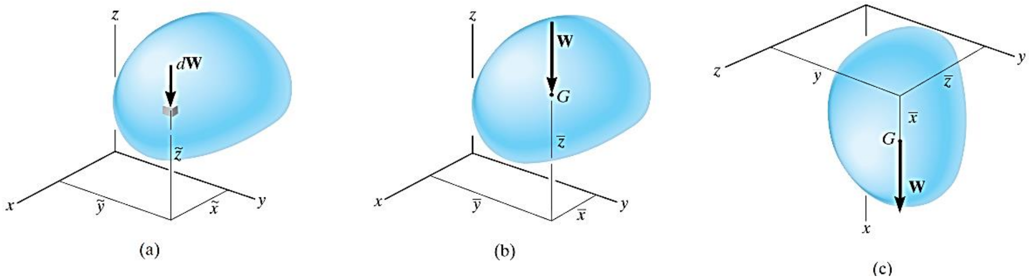
اووم فصل
د ثقل مرکز
Center of Gravity

1.7 عمومیات:

هر جسم له مختلفو ذرو څخه جوړ شوی چې هره ذره د ځمکې مرکز خواته د ځمکې د جاذبې قوې په واسطه کش کېږي. دغه قوې چې د جسم د کتلې سره متناسبې او موازي وي د جسم وزن بلل کېږي. په نوموړي جسم کې داسې یوه نقطه وجود لري چې ټولو موازي قوو محصله پرې عمل کوي، چې دغه نقطه د جسم د ثقل مرکز بلل کېږي.

نو په یو جسم کې د ټولو ذرو د وزنونو د محصلې د تأثیر نقطه د جسم د ثقل مرکز بلل کېږي.

د مثال په ډول یو جسم یوه ذره د لاندې شکل مطابق په نظر کې نیسو چې dW وزن لري.



1.7 شکل

پوهیږو چې د جسم مجموعی وزن د کوچنیو ذرو د وزنونو له مجموعی څخه لاسته راځی.

$$+\downarrow F_R = \sum f_Z; \qquad W = \int dW$$

د ثقل مرکز د موقیعت د پیدا کولو لپاره د مومنټ دقاعدی څخه استفاده کوو.

دا چې د له اثره مومنټ نظر یو ټاکلی محور ته مساوی دی د ټولو ذرو د مومنټونو د مجموعی سره نظر هماغه محور ته نو په لاندې ډول کولای شو د ثقل دمرکز موقیعت لاسته راوړو.

$$(M_R)_Y = \sum M_Y; \qquad \bar{x}W = \int \tilde{x}dW$$

$$(M_R)_X = \sum M_X; \qquad \bar{y}W = \int \tilde{y}dW$$

همدارنګه نظر C شکل ته لیکلای شو:

$$(M_R)_Y = \sum M_Y; \qquad \bar{z}\,W = \int \tilde{z}\,dW$$

که چېرې د یو کوچنی برخی وزن په کوچنی w وښایو نو د ثقل مرکز موقیعت په لاندې ډول هم پیدا کولای شو.

$$\bar{x} = \frac{\sum \tilde{x}w}{\sum w} \qquad \bar{y} = \frac{\sum \tilde{y}w}{\sum w} \qquad \bar{z} = \frac{\sum \tilde{z}w}{\sum w}$$

2.7 د کتلې مرکز Center of massn

په ډینامیکې مسایلو کې ځینې وخت ضرورت پیدا کېږي چې د یو جسم کتلوی مرکز وټاکو، نو په پورتنی رابطو کې د w پر ځای یې د قیمت m.g په وضع کولو سره لاندې رابطی لاسته راځی ، داچې د g قیمت ثابت دی نو هغه قیمت یې اختصاروو.

$$\bar{x} = \frac{\sum \tilde{x}m}{\sum m} \qquad \bar{y} = \frac{\sum \tilde{y}m}{\sum m} \qquad \bar{z} = \frac{\sum \tilde{z}m}{\sum m}$$

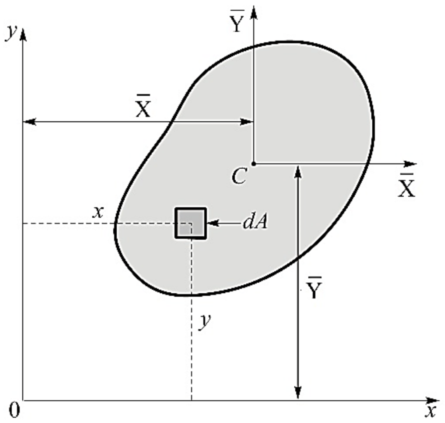
باید په یاد ولرو چې یو جسم یواځی د ځمکې د جاذبی قوې په صورت کې وزن پیدا کوي حال داچه د جسم کتله یو مستقل کمیت دی نو په ځینو خاصو حالتونو کې د جسم د ثقل مرکز او کتلوی مرکز یوه نقطه وی.

Centroid: - د یو جسم هندسی مرکز ته *(centroid)* وايي. چې موقیعت یې د ثقل مرکز په شان پیدا کولای شو. که چېرې یو جسم د یو ډول موادو څخه جوړ شوی وی نو د جسم د ثقل مرکز او د جسم هندسی مرکز *(centroid)* یوه نقطه وی او که چېرې یو جسم د څوډوله موادو څخه جوړشوی وی نو داچې د هرډول موادو وزنونه او کثافتونه سره فرق لري نو د جسم هندسی مرکز او د ثقل مرکزونه یې په یوه نقطه کې نه وی.

مونږ کولای شو د پورتنی میتود پواسطه د یو لاین ډوله جسم(میله ،سیم) ، دیوی سطحې او یا یوحجم لرونکې جسم هندسی مرکزونه لاسته راوړو، داچې په سیول انجینری په اکثره مسایلو کې د سطحې هندسی مرکز ټاکلو ته ضرورت پیدا کېږي نومونږ هم دلته د سطحو هندسی مرکز تر بحث لاندې نیسو.

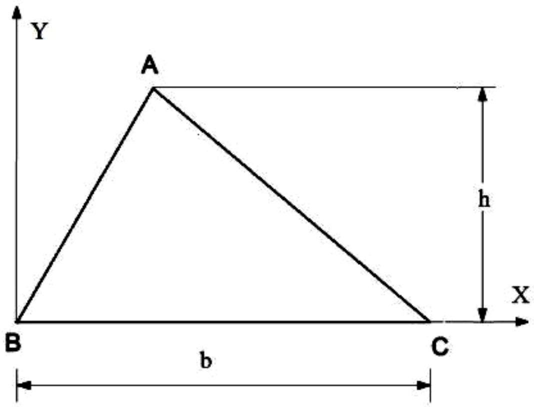
$$\bar{x} = \frac{\sum A_i X_i}{\sum A_i} = \frac{\int_A ydA}{\int_A dA}$$

$$\bar{y} = \frac{\sum A_i Y_i}{\sum A_i} = \frac{\int_A ydA}{\int_A dA}$$



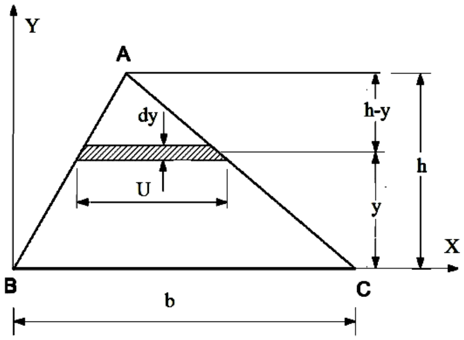
2.7 شکل

1.7 مثال: یو مثلث چې قاعده یې (b) او ارتفاع یې (h) ده د ثقل مرکز موقیعت یې نظر Y محور ته لاسته راوړی.



3.7 شکل

حل:- د مثلث شخه د u په طول او د dy په ضخامت یوه برخه جدا کوو.



4.7 شکل

په شکل کې گورو چې دوه مشابه مثلثونه لاسته راځي. د دواړو د مشابهت شخه لیکلای شو.

$$\frac{u}{b}=\frac{h-y}{h} \qquad u=b\frac{h-y}{h}$$

همدارنگه:

$$d_A=u\cdot dy=b\cdot\frac{h-y}{h}dy$$

د ثقل مرکز یې عبارت دی له:

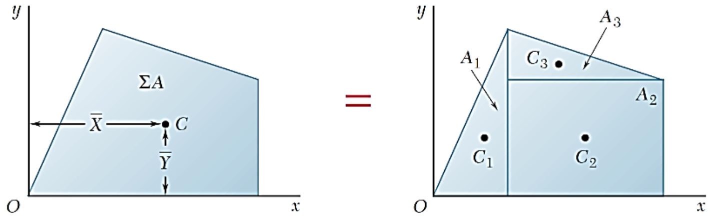
$$\bar{y}=\frac{\int_A ydA}{\int_A dA}=\frac{\int_A y\,b\cdot\frac{h-y}{h}\,dy}{\int_A dA}=\frac{\int_0^h y\cdot b\cdot\frac{h-y}{h}\,dy}{\int_0^h b\cdot\frac{h-y}{h}\,dy}$$

$$=\frac{\frac{b}{h}\int_0^h(hy-y^2)dy}{\frac{b}{h}\int_0^h(h-y)dy}=\frac{\frac{bh^2}{6}}{\frac{bh}{2}}=\frac{h}{3}$$

3.7 د مرکبو سطحو د ثقل مرکز

مرکب اجسام هغه اجسام دی چې د څو منظم هندسی شکل لرونکو اجسامو(استوانه ،هرم،مکعب، ...) د یو ځای کېدو څخه لاسته راغلی وی. په عین ترتیب سره مرکبی سطحې یا مرکبی مقطعی عبارت له هغه سطحو څخه دی چې د څوهندسی شکلونو د یوځای کېدو څخه ترکېب شوی وی.

د دې لپاره چې د مرکبو مقطعو د ثقل مرکز مشخص کړو په لومړي قدم کې نوموړې سطحه په داسې کوچنیو منظمو برخو ویشو چې د ثقل مرکزونه یې مشخص وي. د ټولې مقطعی د ثقل مرکز په کې رابطې محاسبه کوو:



5.5 شکل

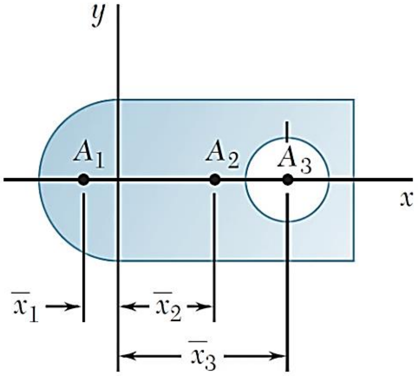
$$\bar{X} = \frac{\Sigma \tilde{X} A}{\Sigma A} \qquad \bar{Y} = \frac{\Sigma \tilde{y} A}{\Sigma A}$$

په پورته رابطه کې $\tilde{x}$ او $\tilde{y}$ د هرې کوچنی برخې د ثقل د مرکز کوردینات او ΣA کوچنیو برخو د مساحتونو مجموعه یا د ټولې سطحې مجموعه ده. که چېرې په مقطعه کې خالي برخه وجود لري نو خالي برخې ته منفي علامه په نظر کې نیسو. همدارنګه که چېرې سطحه نظر کوم محور ته متناظره وي، نو د ثقل مرکز یې په محور واقع وي.

4.7 د مرجع محور (Axis of reference)

دثقل مرکز همیشه لپاره نظر یو محور ته چې د سطحې څخه معلومه فاصله لري محاسبه کیږي، چې دغه محور ته د مرجع محور وایې. د مرجع محورونه اکثرا د سطحې چپ طرف اخري کرښه او کې طرف اخري کرښه په نظر کې نیول کیږي.

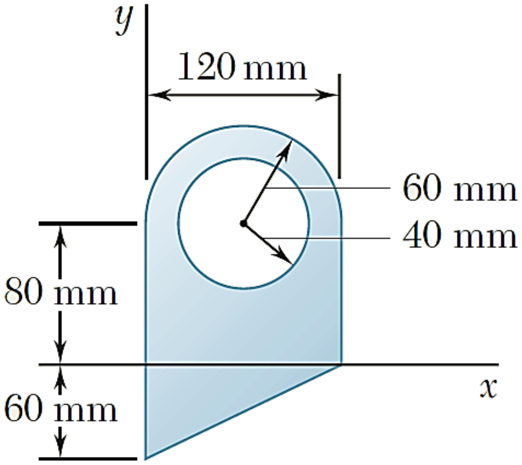
کولای شو د مرجع محور په خپله خوښه له هر ځایه تیر کړو چې په دی ترتیب باید د مثبت او منفی قیمتونو ته متوجه اوسو لکه په لاندې شکل کې چې ښودل شوی.



	$\overline{x}$	A	$\overline{x}A$
A_1 Semicircle	−	+	−
A_2 Full rectangle	+	+	+
A_3 Circular hole	+	−	−

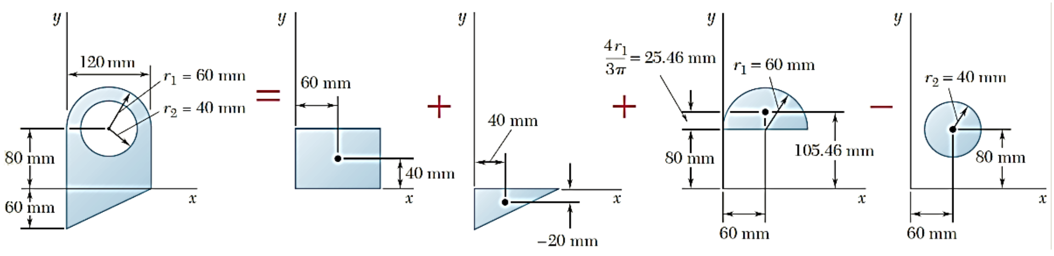
6.7 شکل

2.7 مثال: دیوي سطحې ابعاد په کې شکل کې ښودل شوی، تاسې دسطحې د ثقل مرکز موقعیت وټاکی.



7.7 شکل

حل: نوموړی شکل په لاندې منظمو شکلونو ویشو او بیا د هری برخی مساحت او د ثقل مرکزموقیعت نظر د مرجع محور ته محاسبه کوو



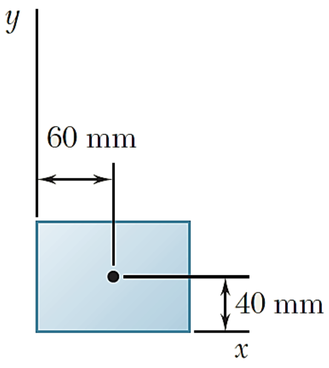
8.7 شکل

لومړی برخه (مستطیل)

$$A_1 = b \cdot h = 120 \cdot 80 = 9600mm^2$$

$$X_1 = \frac{120}{2} = 60$$

$$y_1 = \frac{80}{2} = 40$$



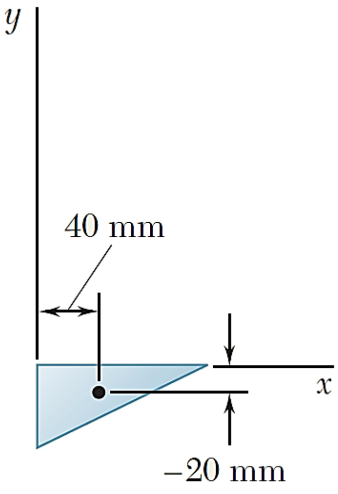
9.7 شکل

دوهمه برخه (مثلث)

$$A_2 = \frac{b \cdot h}{2} = \frac{120 \cdot 60}{2} = 3600mm^2$$

$$X_1 = \frac{b}{3} = \frac{120}{3} = 40$$

$$y_1 = \frac{h}{3} = \frac{60}{3} = 20$$



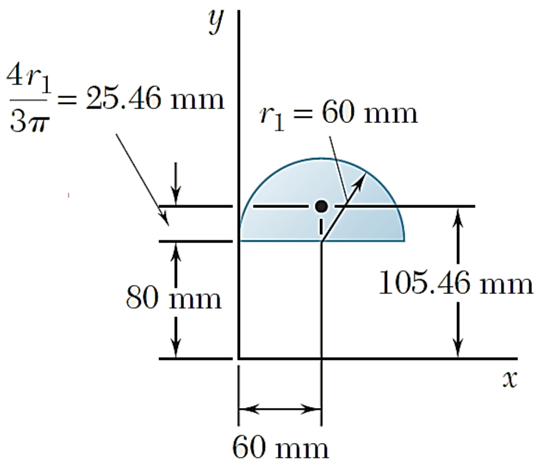
10.7 شکل

دریمه برخه (نیمه دایره)

$$A_2 = \frac{\pi \cdot r^2}{2} = 5655\ mm^2$$

$$X_1 = r = 60$$

$$y_1 = \frac{4r_1}{3\pi} = 25,46\ mm$$



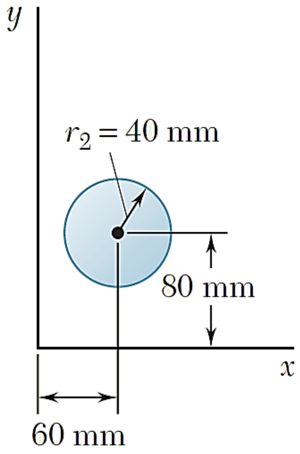
11.7 شکل

خلورمه برخه (خالی دایره)

$$A_2 = \pi \cdot r^2 = -5027mm^2$$

$$X_1 = 40 + 20 = 60mm$$

$$y_1 = 40 + 40 = 80mm$$



12.7 شکل

اوس پورتنی قیمتونه پە رابطه کې وضع کوو، نظر د مرجع محور ته د ثقل د مرکز علامه ټاکو همدارنګه د خالیګا برخه تر تفریقوو

$$\bar{X} = \frac{\Sigma \tilde{X} A}{\Sigma A} \qquad \bar{Y} = \frac{\Sigma \tilde{y} A}{\Sigma A}$$

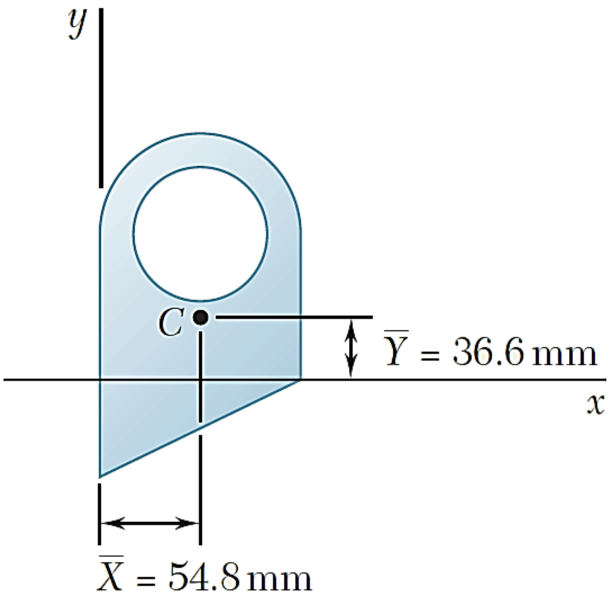
$$\bar{x} = \frac{\int_A ydA}{\int_A dA} = \frac{\sum A_i X_i}{\sum A_i} = \frac{A_1X_1 + A_2X_2 + A_3X_3 - A_3X_3}{A_1 + A_2 + A_3 - A_4}$$

$$= \frac{9600 \cdot 60 + 3600 \cdot 40 + 5655 \cdot 60 - 5027 \cdot 60}{9600 + 3600 + 5655 - 5027} = 54,8mm$$

$$\bar{y} = \frac{\int_A ydA}{\int_A dA} = \frac{\sum A_i Y_i}{\sum A_i} = \frac{A_1y_1 + A_2y_2 + A_3y_3 - A_3y_3}{A_1 + A_2 + A_3 - A_4}$$

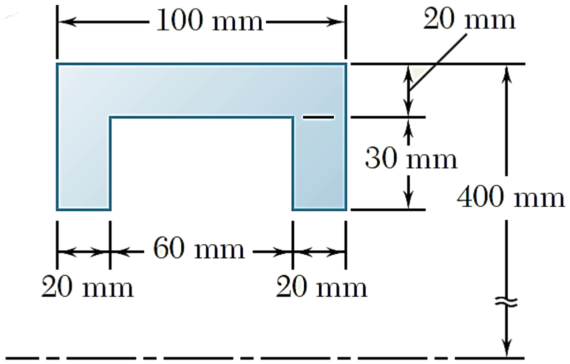
$$= \frac{9600 \cdot 40 + (3600 \cdot -20) + 5655 \cdot 25,46 - 5027 \cdot 60}{9600 + 3600 + 5655 - 5027} = 36,6mm$$

په لاندې شکل کې دثقل د مرکز موقیعت ښودل شوی.



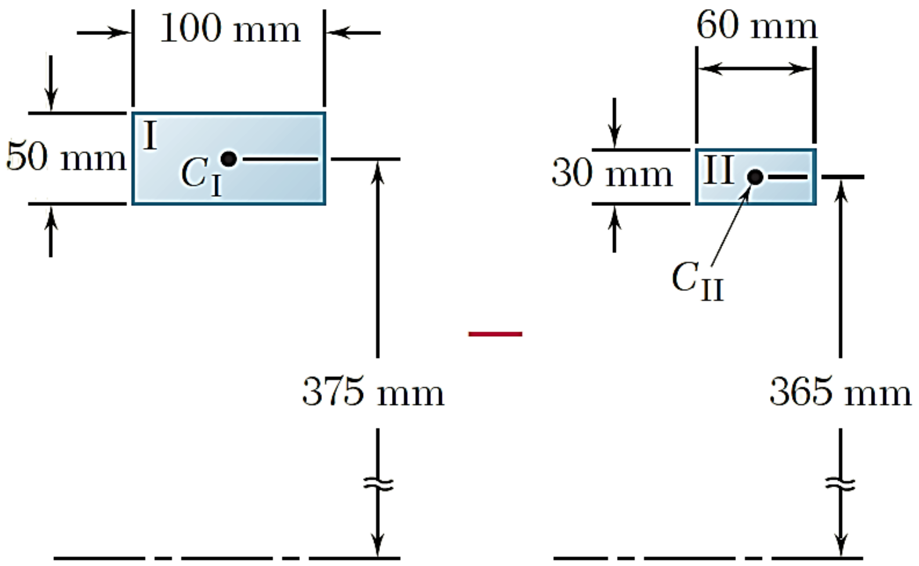
13.7 شکل

3.7 **مثال**:د یوې سطحې ابعاد او د مرجع افقی محور په لاندې شکل کې ښودل شوی ، تاسی یې د ثقل مرکز موقیعت نظر افقی محور ته پیدا کړی.



14.7 شکل

حل: نوموړی سطحه نظر عمودی محور ته متناظره ده نو د $\bar{X}$ محاسبی ته یې ضرورت نشته نظر افقی محور ته یې د $\bar{y}$ محاسبه په لاندې ډول کوو.نوموړی سطحه کولای شو په دری ډکو مستطیلونو وویشو او یا هم په دوه مستطیلونو (یو ډک او یو خالی) وویشو.



14.7 شکل

دا چې ددوه مستطیلونو محاسبه لنډه ده نو په دوه مستطیلونو یې ویشو داسې چې یو مستطیل د (100x50) په ابعادو ډک په نظر کې نیسو او بل مستطیل (60x30) په ابعادو تر منفی کوو.

ډک مستطیل:

$$A_1 = b \cdot h = 50 \cdot 100 = 5000mm^2$$
$$y_1 = 400 - \frac{50}{2} = 375mm$$

خالي مستطیل:

$$A_2 = b \cdot h = 30 \cdot 60 = 1800mm^2$$
$$y_2 = 400 - 20 - \frac{30}{2} = 365mm$$
$$\bar{y} = \frac{A_1y_1 - A_2y_2}{A_1 - A_2} = \frac{5000 \cdot 375 - (1800 \cdot 365)}{5000 - 1800} = 380,625mm$$

5.7 د انرشیا مومنټ Moment of Inertia

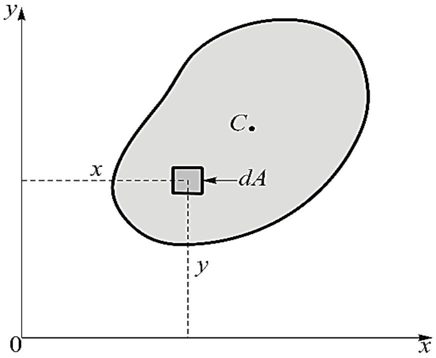
دیو جسم خپل حالت ته د تغیر ورکولو په مقابل کې مقاومت ته انرشیا وایې. یا په عبارت انرشیا خپل حالت ساتلو او لټی ته وایې.

دلته موږ د سطحې د انرشیا مومنټ تر بحث کې نیسو.

د انرشیا مومنټ اصطلاح دکوږوالي په مقابل کې د عرضي مقطعې د مقاومت ظرفیت ښایې.

د انرشیا مومنټ ته د سطحې دوهم مومنټ هم وایې. نظر یو محور ته د سطحې انرشیا مومنټ د نوموړې سطحې د مساحت او د سطحې د ثقل مرکز څخه تر مربوطه محور پورې د فاصلې د مربع له حاصل ضرب څخه لاسته راځي.

د A یوه سطحه په نظر کې نیسو. غواړو نظر xx او yy محورونو ته یې د انرشیا مومنټ محاسبه کړو. د دې لپاره د A په سطحه کې یوه کوچنی برخه dA تر مطالعې کې نیسو.



15.7 شکل

dA = د کوچنی برخې مساحت

x = د کوچنی برخې د ثقل مرکز او y محور ترمنځ فاصله

y = د کوچنی برخې، د ثقل مرکز او x محور ترمنځ فاصله

پوهېږو چې د کوچنی برخې د انرشیا مومنټ نظر yy محور ته عبارت دی له:

$$= dA \cdot x^2$$

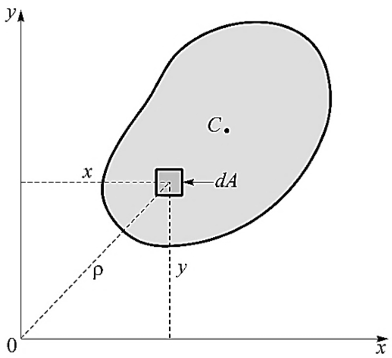
د پورتنی رابطې د انتیګرال څخه د ټولې سطحې د انرشیا مومنټ لاسته راوړلای شو.

$$Ix = \int y^2 dA = \sum y^2 dA$$

$$Iy = \int x^2 dA = \sum x^2 dA$$

پورتنی رابطی ته د مقطعی نارملی انرشیا مومنټ هم وایي.اوس غواړو د نوموړی مقطعی دانرشیا مومنټ نظر هغه محور ته چې د محوراتو له مبدا څخه په مقطعه عمود رسمیږی لاسته راوړو چې دی ته د مقطعی قطبی مومنټ وایي،چې عبارت دی له

$$I\rho = \int \rho^2 dA$$



16.7 شکل

په شکل کې ګورو چې:

$$\rho^2 = x^2 + y^2$$

د پورته رابطې له مخې قطبی د انرشیا مومنټ عبارت دی له :

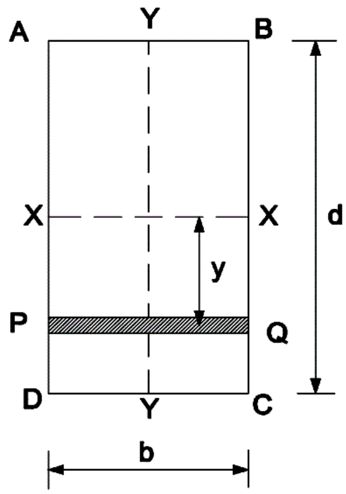
$$I\rho = \int \rho^2 dA = \int (x^2 + y^2) dA = \int x^2 dA + \int y^2 dA$$

کولای شو ولیکو

$$I\rho = Ix + Iy$$

د مستطیلي مقطعې د انرشیا مومنټ

د ABCD یوه مستطیلی سطحه په نظر کې نیسو.



17.7 شکل

b = د مقطعې عرض

d = د مقطعې ارتفاع

اوس د PQ یو کوچنی برخه د x محور سره موازي په نظر کې نیسو.

dy = د کوچنی برخې ارتفاع

y = د کوچنی برخې د ثقل مرکز او x محور ترمنځ فاصله

د کوچنی برخې مساحت عبارت دی له:

$$= b \cdot dy$$

همدارنګه د کوچنی برخې د انرشیا مومنټ نظر xx محور ته عبارت دی له:

$$= \text{Area x } y^2 = (b \cdot dy) \cdot y^2 = by^2 dy$$

اوس د ټولې سطحې د انرشیا مومنټ د پورته رابطې د انتیګرال څخه لاسته راوړو.

$$Ixx = \int_{-\frac{d}{2}}^{\frac{d}{2}} y^2 dy$$

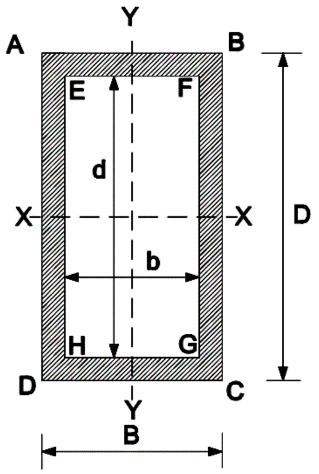
$$= b\left[\frac{y^3}{3}\right]_{-\frac{d}{2}}^{\frac{d}{2}} = b\left[\frac{(\frac{d}{2})^3}{3} - \frac{(-\frac{d}{2})^3}{3}\right] = \frac{bd^3}{12}$$

همدارنګه نظر y محور ته د انرشیا مومنټ عبارت دی له:

$$Iyy = \frac{db^3}{12}$$

2.5.7 د منځ خالي مستطیلي مقطعې د انرشیا مومنټ:

یو منځ خالي مستطیلي مقطعه د کې شکل مطابق په نظر کې نیسو:



18.7 شکل

$= B$ د خارجي مستطیل عرض

$= D$ د خارجي مستطیل ارتفاع

$= b, d$ داخلي مستطیل عرض او ارتفاع

پوهېږو چې د خارجي مستطيل د انرشيا مومنټ عبارت دی له:

$$\frac{BD^2}{12}$$

همدارنګه د داخلي مستطيل د انرشيا مومنټ عبارت دی له:

$$\frac{bd^2}{12}$$

اوس د ټول مستطيل د انرشيا مومنټ څخه د داخلي برخې د انرشيا مومنټ منفي کوو:

$$Ixx = \frac{BD^2}{12} - \frac{bd^2}{12}$$

په همدې ډول سره نظر y محور ته د انرشيا مومنټ عبارت دی له:

$$Iyy = \frac{B^3D}{12} - \frac{b^3d}{12}$$

7.7 د موازي محورونو تيوري Theorem of Parallel Axis

که چېرې ديوې سطحې د انرشيا مومنټ نظر هغه محور ته چې د سطحې د ثقل مرکز څخه تېر شوی وي په IG سره وښيو نو د نومړې سطحې د انرشيا مومنټ نظر يو بل محور AB ته چې د لومړي محور سره موازي او د h په اندازه فاصله ولري عبارت دی له:

$$I_{AB} = I_G + ah^2$$

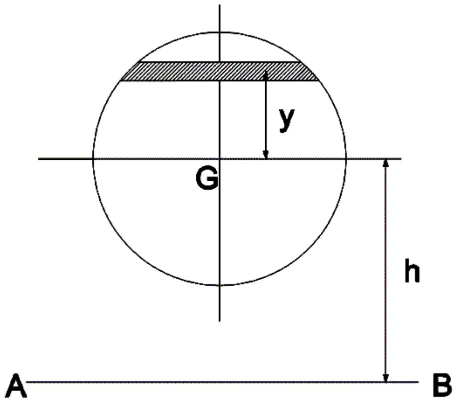
$I_{AB} =$ د سطحې دانرشيا مومنټ نظر AB محور ته.

IG = د سحطې انرشيا مومنټ نظر ثقل مرکز ته.

a = د سطحې مساحت.

h = د سطحې د ثقل مرکز او AB محور ترمنځ فاصله.

ثبوت: غواړو د دايرې د انرشيا مومنټ نظر AB محور ته محاسبه کړو د دې لپاره په دايره کې يوه کوچنۍ برخه په نظر کې نيسو.



19.7 شکل

Δa = د کوچنی برخې مساحت.

y = د کوچنی برخې او دایرې د ثقل مرکز ترمنځ فاصله.

h = د AB محور او دایرې ثقل مرکز ترمنځ فاصله.

پوهېږو چې کوچنی برخې د انرشیا مومنټ نظر هغه محور ته چې د دایرې د ثقل مرکز څخه تېرېږي عبارت دی له:

$$\Delta G \cdot y^2$$

همدارنگه د ټولې مقطعې د انرشیا مومنټ نظر ثقل مرکز ته عبارت دی له:

$$IG = \Sigma \Delta a \cdot y^2$$

د ټولې مقطعې د انرشیا مومنټ نظر AB محور ته عبارت دی له:

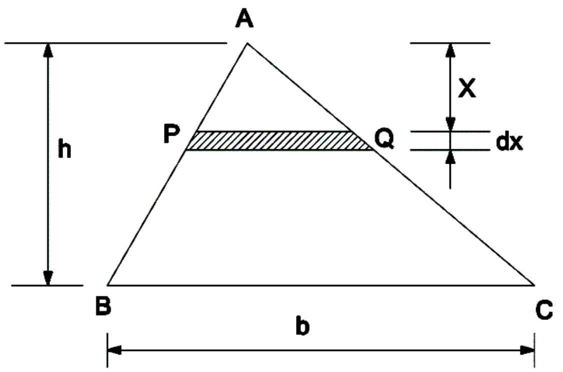
$$I_{AB} = \Sigma \Delta a (h+y)^2 = \Sigma \Delta a (h^2 + y^2 + 2hy)$$
$$= (\Sigma h^2 \cdot \Delta a) + (\Sigma y^2 \cdot \Delta a) + (\Sigma 2hy \cdot \Delta a)$$

په پورته راطه کې $ah^2 = \Sigma h^2 \Delta a$ کېږي او $\Sigma y^2 \Delta a = Ia$ کېږي او $\Sigma \Delta a \cdot y$ د ټولې مقطعې د مومنټونو الجبري مجموعه ده چې قیمت یې صفر دی.

$$IAB = ah^2 + IG + O = IG + ah^2$$

د مثلثي مقطعي د انرشيا مومنټ

يو مثلثي مقطعه ABC په نظر کې نيسو.



20.7 شکل

$b =$ د مثلث قاعده

$h =$ د مثلث ارتفاع

اوس د PQ يو برخه د x محور سره موازي جدا کوو. د شکل له مخې پوهېږو چې د $A\overset{\Delta}{P}Q$ سره مشابه دی نو: $A\overset{\Delta}{B}C$

$$\frac{PQ}{BC}=\frac{x}{h} \qquad PQ=\frac{BC\cdot x}{h}=\frac{b\cdot x}{h}$$

د PQ برخې مساحت عبارت دی له:

$$\frac{bx}{h}\cdot dx$$

اوس د ټولې مقطعې د انرشيا مومنټ د پورتنی رابطې د انتيګرال څخه لاسته راځي:

$$I_{BC}=\int_o^h \frac{bx}{h}(h-x)^2 dx$$

$$=\frac{b}{h}\int_o^h x(h^2+x^2-2hx)dx$$

$$=\frac{b}{h}\int_o^h (xh^2+x^3-2hx^2)dx$$

$$=\frac{b}{h}\left[\frac{x^3h^2}{2}+\frac{x^3}{9}-\frac{2hx^3}{3}\right]_0^4=\frac{bh^3}{12}$$

پوهېږو چې د مثلث د قاعدې او د مثلث د ثقل مرکز تر منځ فاصله عبارت ده له:

$$d = \frac{h}{3}$$

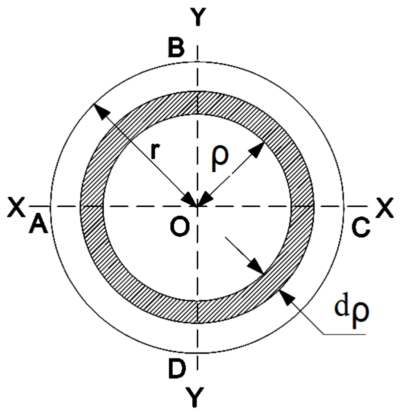
نو د مثلث د انرشیا مومنټ نظر هغه محور ته چې د مثلث د ثقل مرکز څخه تېر او $x-x$ محور سره موازي وي عبارت دی له:

$$I_a = I_{BC} - ad^2$$

$$= \frac{bh^3}{12} - \left(\frac{b \cdot h}{2}\right)\left(\frac{h}{3}\right)^2 = \frac{bh^3}{36}$$

7.7 د دایروي مقطعې د انرشیا مومنټ

د کې شکل مطابق یوه دایره په نظر کې نیسو، چې د xx او yy محورونه یې د ثقل مرکز O څخه تېر شوي.



21.7 شکل

اوس د d په ضخامت او ρ شعاع سره یوه حلقه د دایرې په داخل کې په نظر کې نیسو چې مساحت یې عبارت دی له:

$$2\pi\rho \cdot d\rho$$

د حلقې قطبي انرشیا مومنټ عبارت دی له:

$$I_\rho = \rho^2 \cdot da = \rho^2(2\pi\rho d\rho)$$

د ټولې دایرې قطبي انرشیا مومنټ عبارت دی له:

$$I_\rho = \int \rho^2 dA = \int_d^r \rho^2(2\pi\rho d\rho) = 2\pi\int_d^T \rho^2 d\rho = \frac{1}{2}\pi r^4 = \frac{\pi}{32}d^4$$

لاسته راغلې رابطه ددايرې قطبي انرشيا مومنټ دی، که چېرې وغواړو نظر د x او y محورونو يې د انرشيا مومنټ محاسبه کړو د کې رابطې څخه کار اخلو.

$$I_x = \frac{\pi}{4} r^4 = \frac{\pi}{64} (d)^4 \qquad \frac{\pi}{2} r^4 = 2I_x \qquad I\rho = I_x + I_y = 2I_x,$$

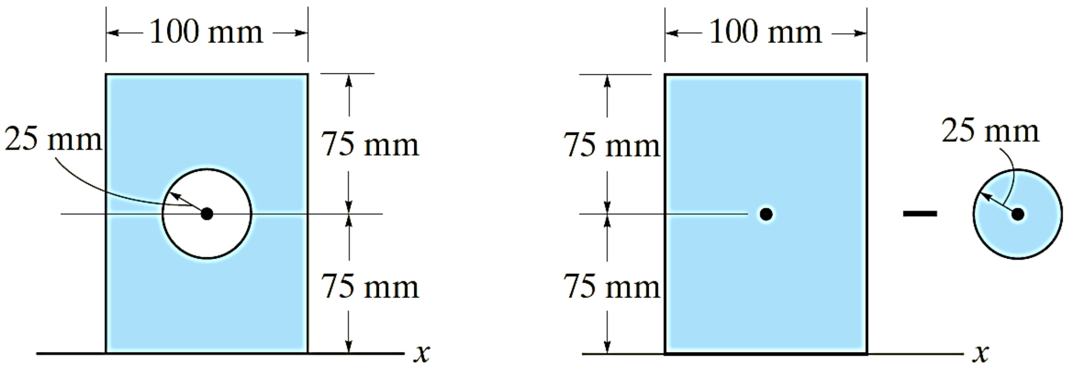
8.7 د مرکبو سطحو د انرشيا مومنټ

د مرکبو مقطعو د انرشيا مومنټ د مشخص کولو لپاره کې مراحل تعقيبوو:

- ❖ راکړل شوی مرکبه سطحه په کوچنيو منظمو سطحو (مستطيل، مثلث، دايره) ويشو او د هرې برخې د ثقل مرکز مشخص کوو.
- ❖ د مرکبې سطحې د ثقل مرکز مشخص کوو.
- ❖ د هرې برخې د انرشيا مومنټ د موازي محورونو تيورې په اساس نظر هغه محور ته محاسبه کوو، چې د ټولې سطحې د ثقل مرکز څخه تېر شوی وي. او د جمعی حاصل يې لاسته راوړو چې د جمعې حاصل يې د راکړل شوې سطحې د انرشيا مومنټ دی.

4.7 مثال: د درکړل شوې سطحې د انرشيا مومنټ نظر افقی محور ته چې د شکل د قاعدی څخه تير شوی پيدا کړی.

حل: نوموړی سطحه په مستطيل او دايره ويشو دا چې د هری برخی او هم د ټولی مقطعی د ثقل مرکز مشخص دی نو راسآ يې په فورمول کې وضع کوو.



22.7 شکل

لومړی برخه (مستطيل):

$$I_{X1} = I_{G1} + A_1 h_1^2$$

$$= \frac{(100)(150)^3}{12} + 100 \cdot 150 \cdot (75)^2 = 112,5(10)^6\ mm^4$$

دوهمه برخه (دايره):

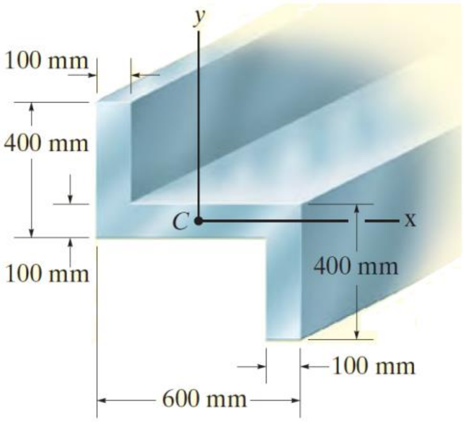
$$I_{X2} = I_{G2} + A_2 h_2^2$$

$$= \frac{1}{4}\pi(25)^4 + \pi(25)^2 \cdot (75)^2 = 11,4(10)^6\ mm^4$$

مجموعی انرشيامومنټ:

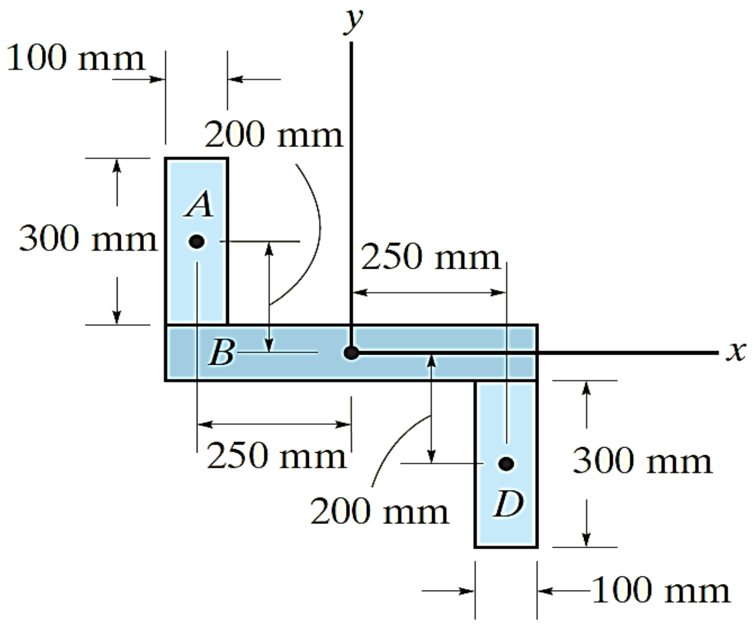
$$I_X = I_{X1} - I_{X2} = 112,5(10)^6 - 11,4(10)^6 = 101,1(10)^6\ mm^4$$

5.7 مثال: د يو کلک جسم د عرضی مقطعی ابعاد په لاندې شکل کې ښودل شوی تاسی يې د انرشيا مومنټ نظر X او y محوراتو ته چې د مقطعی د ثقل مرکز څخه تير شوی پيدا کړی.



23.7 شکل

حل: د حل لپاره نوموړی مقطعه په دری مستطيلونو د لاندې شکل مطابق ويشو . دا چې سطحه نظر دواړو محوراتو ته متناظره ده نو د ثقل مرکز يې په وسط کې دی .



24.7 شکل

د A او D مستطیلونه مساوی او د عمومی ثقل مرکز نه مساوی فاصلی لري نو د دواړو د انرشیا مومنتونه نظر عمومی ثقل مرکز ته مساوی وی چې عبارت دی له:

$$I_x = I_G + A \cdot d_y^2 = \frac{100 \cdot (300)^3}{12} + (100)(300)(200)^2$$
$$= 1,425(10)^9 mm^4$$

$$I_y = I_G + A \cdot d_x^2 = \frac{600(100)^3}{12} + (100)(600)(250)^2$$
$$= 1,90(10)^9 mm^4$$

د B مستطیل د انرشیا مومنټ نظر عمومی ثقل مرکز ته:

$$I_x = I_G + A \cdot d_y^2 = \frac{100 \cdot (300)^3}{12} + 0 = 0,05(10)^9 mm^4$$

$$I_y = I_G + A \cdot d_x^2 = \frac{300(600)^3}{12} + 0 = 1,80(10)^9 mm^4$$

د ټولی مقطعی د انرشیا مومنټ نظر عمومی ثقل مرکز ته:

$$I_x = 2[1,425(10)^9] + 0,05(10)^9 = 2,90(10^9)mm^4$$

$$I_y = 2[1,90(10)^9] + 1,80(10)^9 = 5,60(10^9)mm^4$$

9.7 د اووم فصل لنډيز

په یو جسم کې د ټولو ذرو د وزنونو د محصلې د تأثير نقطه د جسم د ثقل مرکز بلل کېږي، چې موقيعت يې عبارت دی له:

$$\bar{x} = \frac{\int_A ydA}{\int_A dA} \qquad \bar{y} = \frac{\int_A ydA}{\int_A dA}$$

د يو جسم هندسی مرکز ته *(centroid)* وايې. چې موقيعت يې د ثقل مرکز په شان پيدا کولای شو. که چېرې يو جسم د يو ډول موادو څخه جوړ شوی وی نو د جسم د ثقل مرکز او د جسم هندسی مرکز *(centroid)* يوه نقطه وی او که چېرې يو جسم د څوډوله موادو څخه جوړشوی وی نو داچې د هرډول موادو وزنونه او کثافتونه سره فرق لرې نو د جسم هندسی مرکز او د ثقل مرکزونه يې په يوه نقطه کې نه وی.

مرکب اجسام هغه اجسام دی چې د څو منظم هندسی شکل لرونکو اجسامود يو ځای کېدو څخه لاسته راغلی وی. همدارنگه مرکبی سطحې يا مرکبی مقطعی عبارت له هغه سطحو څخه دی چې د څوهندسی شکلونو د يوځای کېدو څخه ترکيب شوی وی، د دې ډول سطحو د ثقل مرکز د پيدا کولو لپاره د لاندې رابطې څخه کار اخلو.

$$\bar{x} = \frac{\int_A ydA}{\int_A dA} = \frac{\sum A_i X_i}{\sum A_i} = \frac{A_1X_1 + A_2X_2 + A_3X_3 \dots A_iX_i}{A_1 + A_2 + A_3 \dots A_i}$$

$$\bar{y} = \frac{\int_A ydA}{\int_A dA} = \frac{\sum A_i Y_i}{\sum A_i} = \frac{A_1y_1 + A_2y_2 + A_3y_3 \dots A_iy_i}{A_1 + A_2 + A_3 \dots A_i}$$

ديو جسم خپل حالت ته د تغير ورکولو په مقابل کې مقاومت ته انرشيا وايې. يا په عبارت انرشيا خپل حالت ساتلو او لټی ته وايې اود انرشيا مومنټ اصطلاح دکوږوالي په مقابل کې د عرضي مقطعې د مقاومت ظرفيت ښايې.

د انرشيا مومنټ ته د سطحې دوهم مومنټ هم وايې. نظر يو محور ته د سطحې انرشيا مومنټ د نومورې سطحې د مساحت او د سطحې د ثقل مرکز څخه تر مربوطه محور پورې د فاصلې د مربع له حاصل ضرب څخه لاسته راځي.

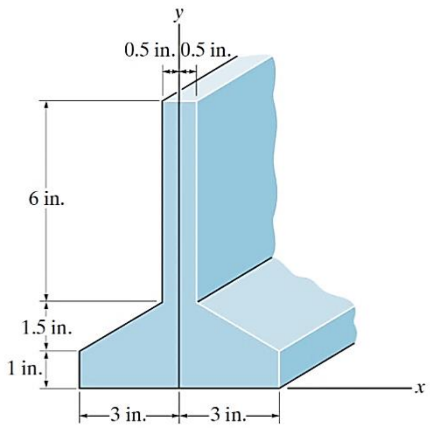
$$I_x = \int y^2 dA = \sum y^2\, dA$$
$$I_y = \int x^2 dA = \sum x^2\, dA$$

د مرکبو سطحو د انرشيا مومنټ د موازی محوراتو د تيوری څخه په استفاده د لاندې فورمول پواسطه پيدا کوو.

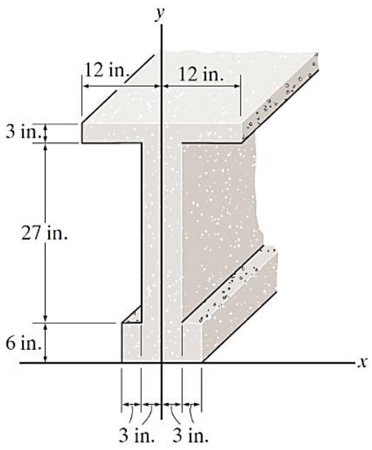
$$I_x = I_{Gx} + A \cdot d_y^2$$
$$I_y = I_{Gy} + A \cdot d_x^2$$

10.7مسائل

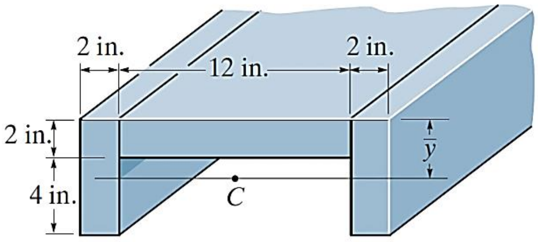
1. د لاندې سطحو د ثقل مرکزونه وټاکې.



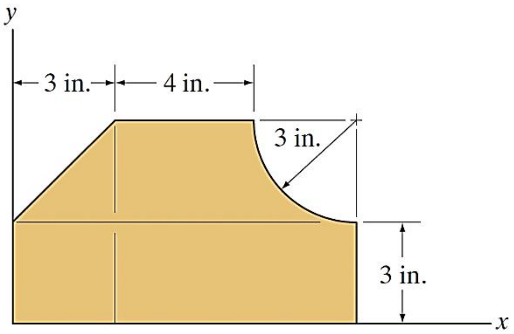
25.7 شکل



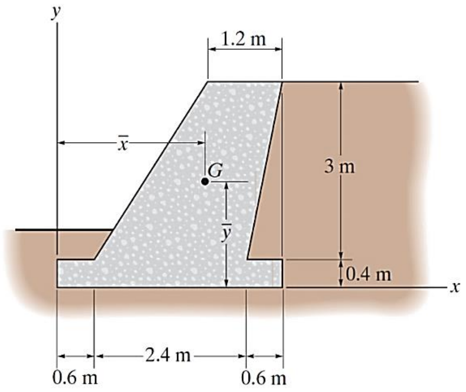
26.7 شکل



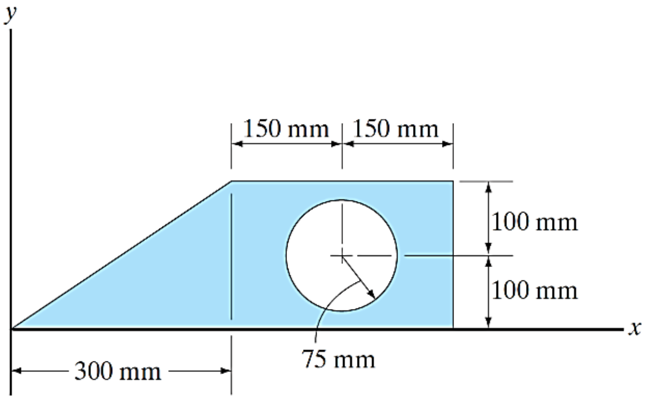
29.7 شکل



28.7 شکل

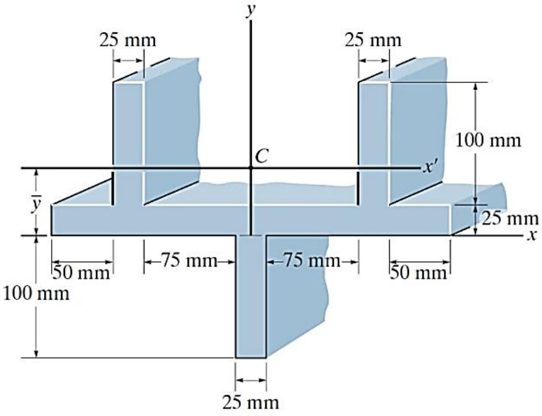


29.7 شکل

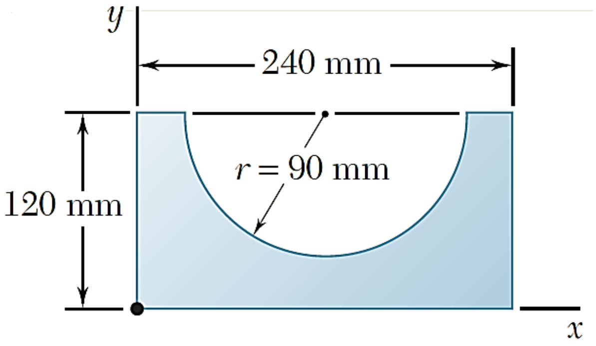


30.7 شکل

2. د لاندې سطحو د انرشیا مومنتونه محاسبه کړی.



31.7 شکل



32.7 شکل

اتم فصل
داخلي قوې
Internal Forces

1.8 عمومیات:

لکه څنګه چې مخکې مو ووېل په یو کلک جسم قوې په دوه ګروپونو ویشو چې یو یې خارجي قوې(عمل او عکس العمل) او بل ګروپ داخلی قوې وی . په تیرو درسونو کې مو د ستاتیک د تعادلی معادلو څخه په استفاده په ساختمانی او یا میخانیکې عناصرو د خارجي قوو محاسبه ولوستله.

مونږ کولای شو د ستاتیک د تعادلی معادلو څخه په استفاده داخلی قوې هم محاسبه کړو.

لومړی داخلی قوې پیژنو.

داخلي قوې او مومنټونه په کې څلور ډوله دي:

1- نارملي قوه *(Axial Force)*

هغه داخلي قوې دي چې د عنصر د محور په امتداد عمل کوي او د جسم د کشش یا فشار سبب ګرځي.

2- عرضی قوه *(Shear Force)*

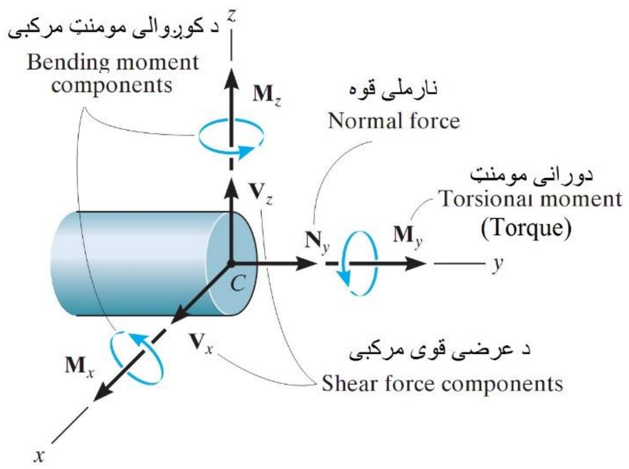
هغه داخلي قوې دي چې د عنصر په محور عمودي واقع کیږي او د عنصر د پریکیدنې سبب ګرځي.

2.8کوږوالي مومنټ *(Bending moment)*

هغه داخلي مومنټ دی چې د عنصر د کوږوالي سبب ګرځي.

4- دورانی یا چرخشی مومنټ *(Torque)*

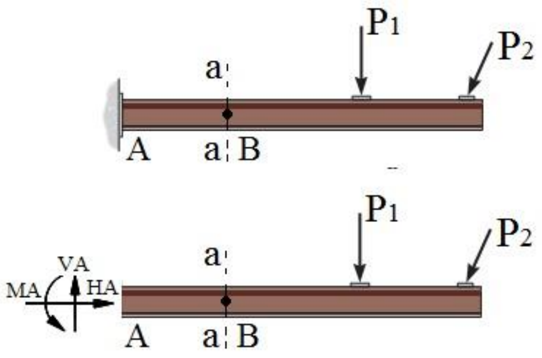
داخلي دوراني مومنټ هغه مومنټ دی چې د عنصر د محور په شااو خوا د تاویدنې سبب ګرځي.



1.8 شکل

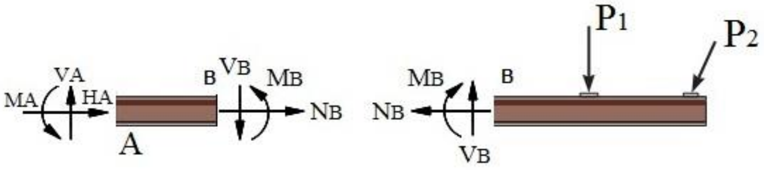
د دې لپاره چې یو ساختمانی او یا میخانیکې عنصر ډیزاین کړو نولازمه ده چې د خارجي قوو یا بارونو له اثره په عنصر کې داخلی قووی محاسبه کړو، داخلی قوې د قطعی طریقی (Section method) پواسطه محاسبه کولای شو. په دی طریقه کې لاندې مراحل تعقیبوو.

- د عنصر عکس العملونه محاسبه کوو او د عنصر په هره برخه کې چې وغواړو داخلی قوه محاسبه کړو د عنصر په محور عمودی قطع اجراکوو، د مثال په ډول د لاندېنی ګاډر په (B) نقطه کې غواړو داخلی قوې محاسبه کړو.



2.8 شکل

- داخلی قوو ته د لاندې شکل مطابق جهت ورکوو



شکل 3.8

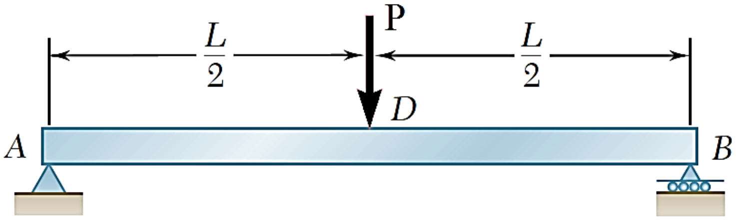
اوس د قطعی یوی خوا ته په تعادل کې قرار ورکووا و د ستاتیک دتعادلی معادلو پر اساس یې داخلی قوې محاسبه کوو.

نوټ: د قطعی هری خوا ته چې وغواړو په تعادل کې قرار ورکولای شو،هره خوا چې قوې کمی او محاسبه یې اسانه وی په نظر کې نیسو.

دا چې د ګاډرنو داخلی قوې او نور مربوطه مسایل په موادو مقاومت او د چوکات ،کېبل ، کمان او ټرسونو داخلی قوې او مربوطه مسایل په سترکچر کې په تفصیل سره تشریح شوی نو دلته یواځی د ګاډریو مثال تشریح کوو.

1.8 مثال:

یو ساده اتکاییز ګاډر چې د L په اندازه اوږدوالی لري د P قوې تر اغېزې کې چې په مرکزي نقطه یې عمل کړی په نظر کې نیسو. په ګاډر کې عرضي قوه او کوږوالی مومنټ په کې ډول محاسبه کوو.

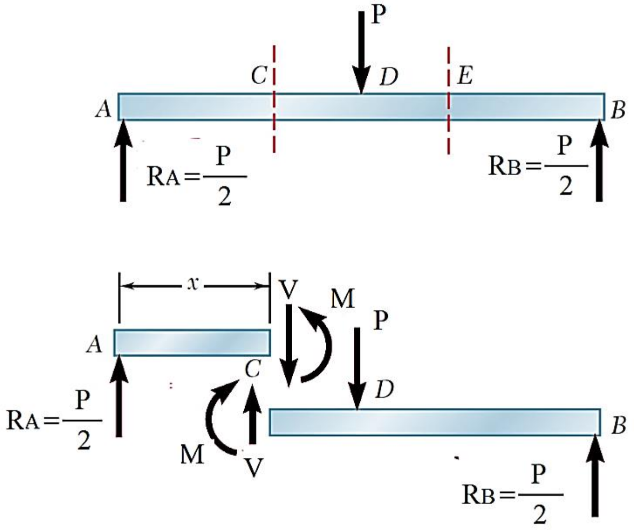


شکل 4.8

لومړی یې عکس العملونه محاسبه کړو.

$$P_A = P_B = \frac{P}{2}$$

څرنګه چې قوې په وسطي نقطه کې عمل کړی نو اوس د دوه متمرکزو قوو ترمنځ یوقطعه اخلو.



5.8 شکل

کله چې د C په نقطه کې قطعه واخلو د ګاډر هره خوا مو چې خوښه وي په نظر کې نیولای شو ترڅو د AD برخه کې داخلي قوې محاسبه کړو. څرنګه چې د ګاډر په چپ خوا کې یوې قوې عمل کړی نو د محاسبې دلنډیز په خاطر د ګادر چپ خوا په نظر کې نیسو.

لومړی قطعه: Section 1

د AD برخه کې عرضي قوه:

$$+\uparrow \sum F_Y = 0 \qquad -V_{AC} + \frac{P}{2} = 0 \qquad V_{AC} = \frac{P}{2}$$

د AD برخه کې د کوږوالي مومنټ:

$$+\curvearrowleft \sum M_C = 0 \qquad M_{AD} - \frac{P}{2}X = 0 \qquad M_{AD} = \frac{P_X}{2}$$

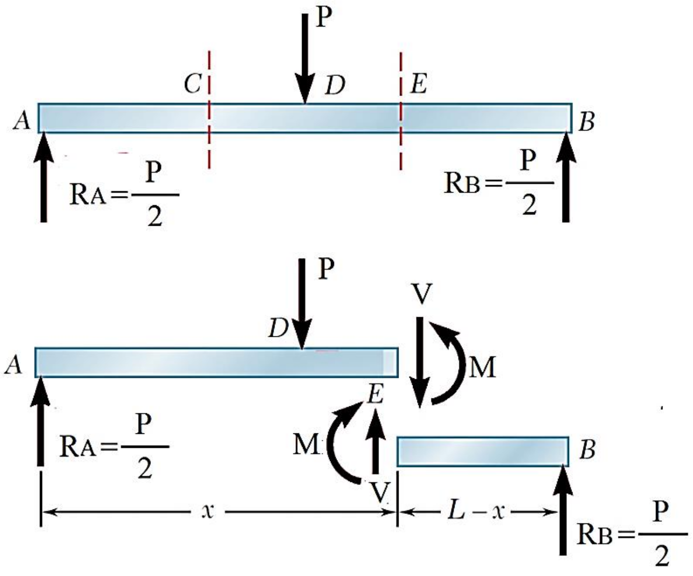
$$(0 \le X \le \frac{L}{2})$$

$$X = 0 \qquad M_A = 0$$

$X = \frac{L}{2} \qquad M_D = \frac{PL}{4}$

دوهمه قطعه: Section 2

دلته هم کله چې دوهمه قطعه د E په نقطه کې واخلو د ګاډر هره خوا مو چې خوښه وي په نظر کې نیولای شو ترڅو د DE برخه کې داخلي قوې محاسبه کړو. څرنګه چې د ګاډر په ښي خوا کې یوې قوې عمل کړی نو د محاسبې دلنډيز په خاطر د ګادر ښي خوا په نظر کې نیسو.



6.8 شکل

د DB برخه کې عرضي قوه:

$+\uparrow \sum F_Y = 0 \qquad V_{DB} + \frac{P}{2} = 0 \qquad V_{DB} = -\frac{P}{2}$

د DB برخه کې د کوږوالي مومنټ:

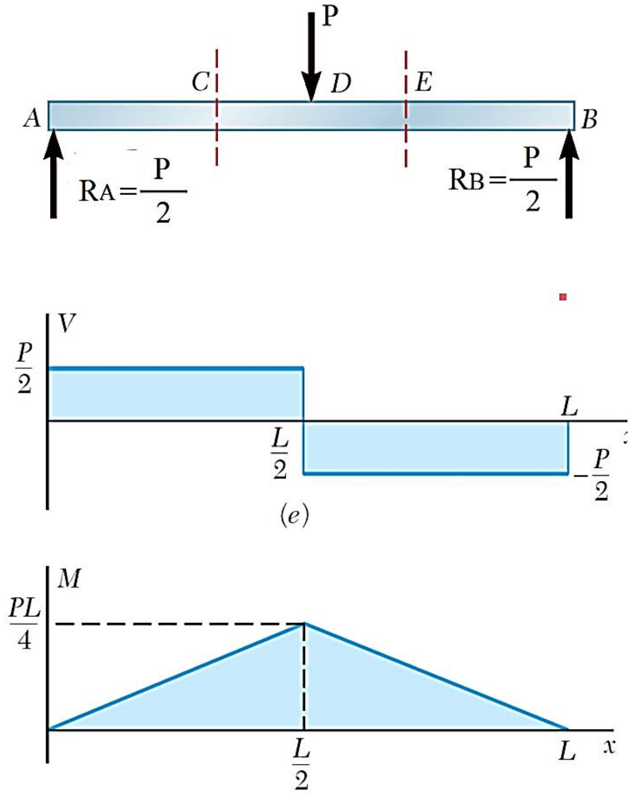
$+\circlearrowleft \sum M_E = 0 \qquad -M_{DB} + \frac{P}{2}X = 0 \qquad M_{DB} = \frac{P_X}{2}$

$(0 \leq X \leq \frac{L}{2})$

$X = 0 \qquad M_B = 0$

$$X = \frac{L}{2} \qquad M_D = \frac{PL}{4}$$

د عرضی قوې او کوږوالی مومنټ دیاګرامونه په لاندې شکل کې لیدلای شو.



7.8 شکل

◈◈◈

و من الله توفیق

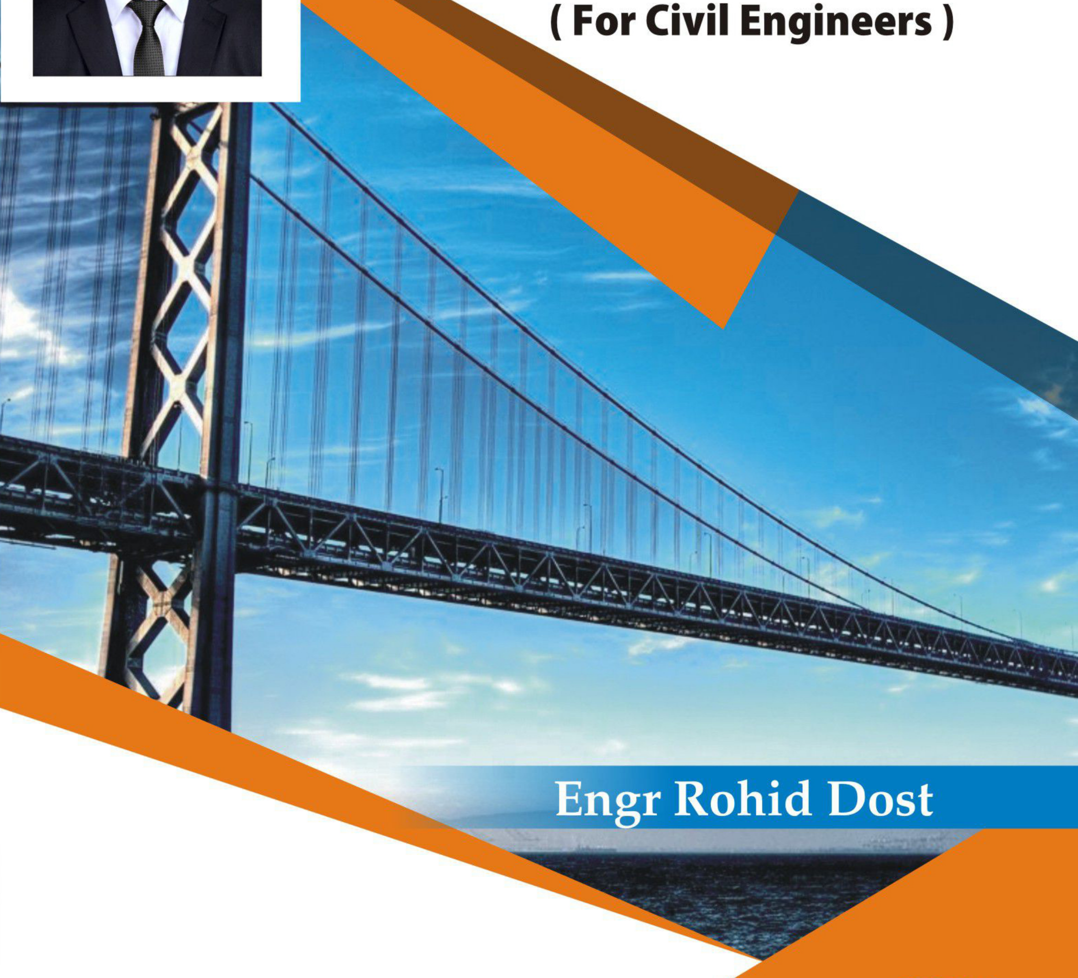
ماخذونه

1. Ferdinand P. Beer, E. Russell Johnston. Jr Vector mechanics for Engineers, ninth edition.
2. R.C. HIBBELER, Engineering Mechanics, Statics 12Th edition.
3. R.C. HIBBELER, Structural Analysis, 8th edition.
4. Rohid dost, Strength of Materials. 2nd edition.
5. J.L meriam, L.G Kraigi 7th editon Engineering Mechanics, Statics.
6. Internet

Engineering Mechanics

STATICS

(For Civil Engineers)



Engr Rohid Dost

2019