

2014

STRUCTURAL ANALYSIS



Part: 1

انجینر قریب اللہ انوری

1/1/2014

الفلاح د لوړو زده کړو خصوصي مؤسسه انجینري پوهنځی



مضمون :

ساختماني میخانیک (اوله برخه) Structural Analysis -1

لیکوال :

انجنیر قریب الله ” انوري ”

M.Sc (Structure) NUST Islamabad
B.Sc civil (suit Peshawar)
Master I.R (university of Peshawar)
B.A (Political Science)

TABLE OF CONTENTS

Chapter 01:	Types of structure and loads	09
	1.1 Structure , Analysis and design	
	1.2 Classification of structural elements	
	1.3 Types of beam	
	1.4 Types of structure	
	1.5 Types of loads and its determination.	
Chapter 02:	Determinacy and Stability	27
	2.1 Idealized structure	
	2.2 Types of support	
	2.3 Principle of superposition	
	2.4 Equilibrium equations	
	2.5 Determinacy and Indeterminacy	
	2.6 Examples	
	2.7 Stability of structures	
	2.8 Examples	
Chapter 03:	Analysis of statically determinate Frames	43
	3.1 Concepts	
	2.1 Analysis of Frames	
	2.2 Solved Examples	
Chapter 04:	Influence line of statically determinate structures	58
	4.1 Deflection diagram and elastic curve	
	4.2 Influence Line	
	4.3 Influence line of simply supported beam	
	4.4 Solved Examples	
	4.5 Influence line of overhanging beam	
	4.6 Solved Examples	
	4.7 Muller-Brislau Principle	
	4.8 Examples	

Chapter 05:	Cables and Suspension Bridges	81
	5.1 Cables	
	5.2 Cables subjected to concentrated loads	
	5.3 Solved Examples	
	5.4 Cables subjected to uniformly distributed load	
	5.5 Solved Examples	
	5.6 Introduction to suspension Bridges	
Chapter 06:	Arches	107
	6.1 Introduction to Arches	
	6.2 Types of arches	
	6.3 Analysis of three hinge arch	
	6.4 Solved Examples	
Chapter 07:	Analysis of statically determinate Trusses	130
	7.1 Analysis of determinate trusses	
	7.2 Trusses and its types	
	7.3 Roof Trusses	
	7.4 Bridge Trusses	
	7.5 Using method of joint	
	7.6 Solved Examples	
	7.7 Using method of section	
	7.8 Solved Examples	
Chapter 08:	Methods of deflection	171
	8.1 Introduction	
	8.2 Double Integration Method	
	8.3 Solved Examples	
	8.4 Moment Area Method	
	8.5 Solved Examples	
	8.6 Conjugate beam method	
	8.7 First theorem	
	8.8 Second theorem	
	8.9 Examples	

Preface

Aknowledgment

REFERENCES: (اخذ ليكونه)

1. **Structural analysis by R C Hibbler**
2. Indeterminate structural analysis by c k wang
3. Basic structural analysis: c.s.reddy
4. Elementary structural analysis: j.b.willbur, c.h. norris and utku
5. Plastic methods of structural analysis: b.g. Neal
6. Theory of structures: b.c.punmia, ashok jain, arun jain

لومړۍ څپرکۍ

د ساختمان ډولونه او بار Types of structure and Loads

ساختمان (structure)

ساختمان عبارت دی د هغه وصل شو برخو څخه کوم چي د بار زغملو لپاره استعمالیږي

په سیول انجینیري کې د ساختمان مثالونه

i. تعمیر

ii. پل

iii. ډیم

iv. د فولادو پای

تحلیل (Analysis)

په یو ساختمان کې د وارده بار له امله د پیدا شو قوو (عرضي قوه، انحناي مومنت، تشنجات) محاسبه کولو ته د ساختمان تحلیل وایی.

ډیزاین (Design)

په ساختمان کې د سیخانویو خاص نسبت په دی ډول ځای پر ځای کول ترڅو د ساختمان خپل وزن (self weight) او وارده بار په منظم توګه اساس ته انتقال شي.

د ډیزاین اړتیاوي (Requirements of Design)

د یو ساختمان د ډیزاین په وخت باید یو انجینیر لاندیني نقاط په نظر کې وساتي.

۱. حفاظت (Safety)

۲. مهندسي (Architecture)

۳. بهره برداري يا گټه اخيستنه (Serviceability)

۴. اقتصاد (Economy)

۵. چاپيريال (Environment)

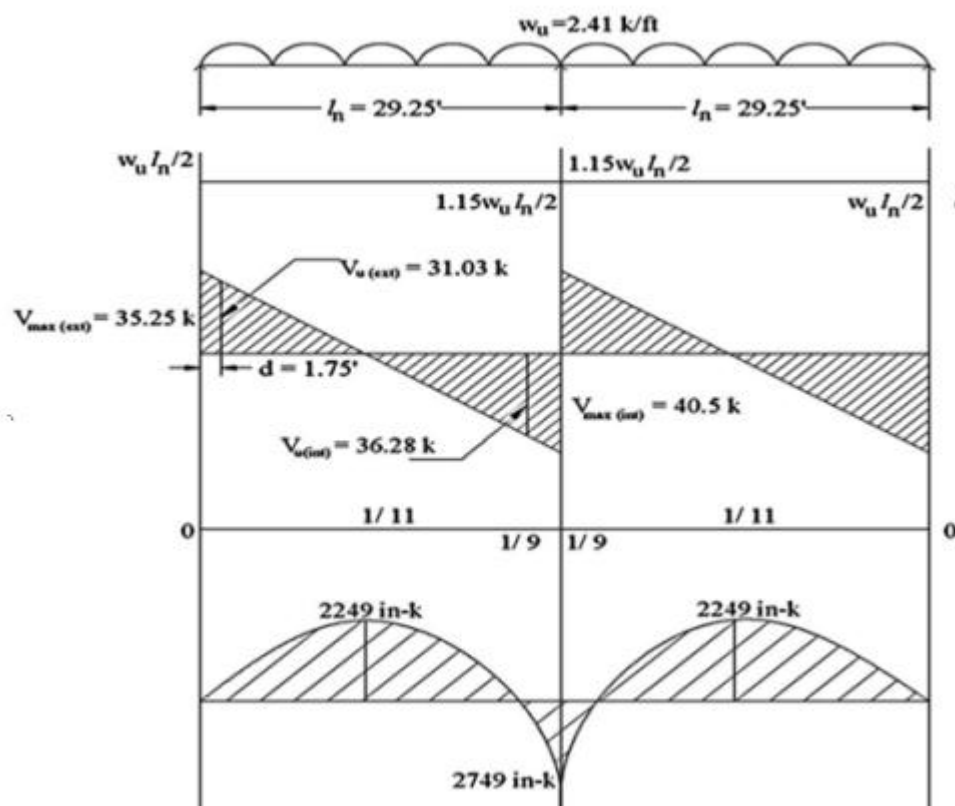
د ساختمان ډيزان بايد يو تجربه کار انجنير تر سره کړي تر څو په دې پوه شي يو خاص حالت د کوم ډول ساختمان اړتيا لري

د ډيزاين پروسه يوه تخنیکي موضوع ده لهدا د ډير دقت څخه بايد کار واخستل شي او هغه اساسي علم چي د مواد مقاومت ، ميخانيک قضيي ، او د موادو تخنیکي خواصو سره تعلق لري بايد په غور مطالعه شي .

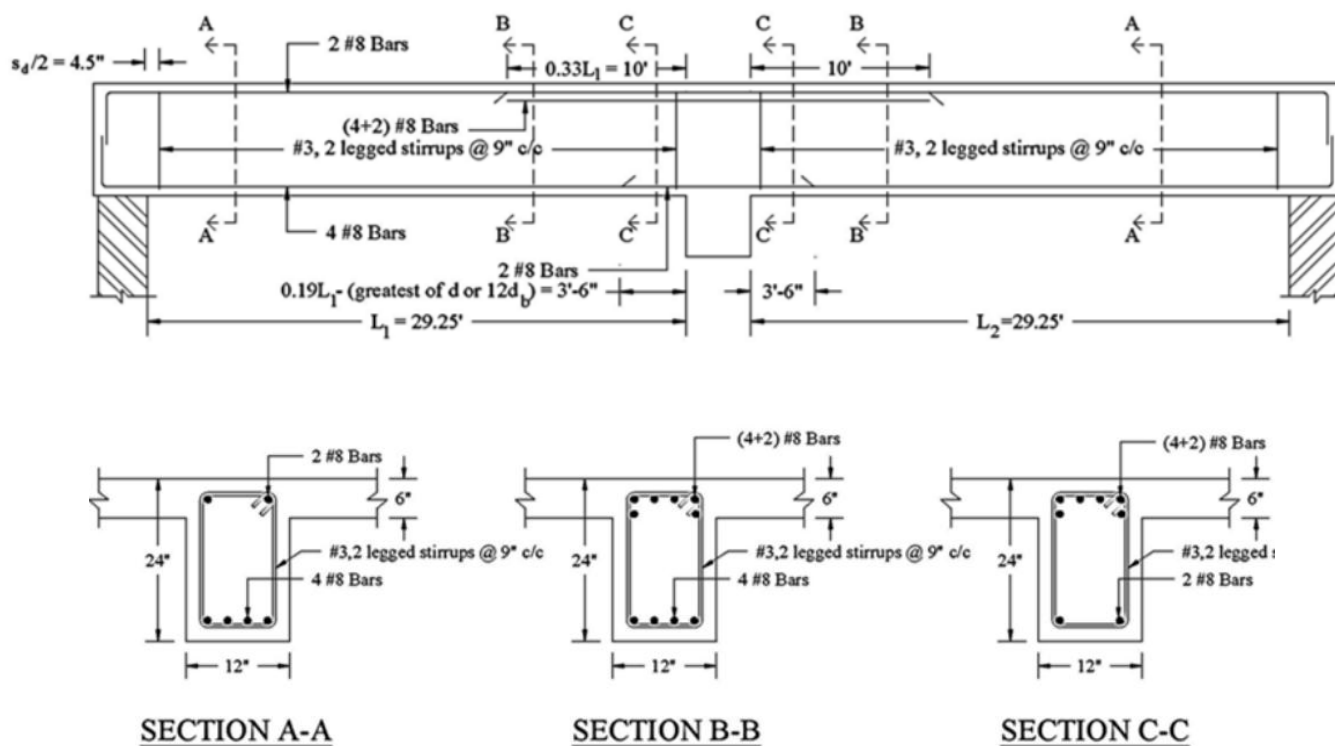
په عملی ساحه کی د تحلیل او ډيزاين اهميت.

په عملی ساحه کی د ساختمان جوړځت تر هغه وخته نشی پشپړیدی تر څو په ساختمان عمل کونکی بارونه او هغه موخی د کوم لپاره چی ساختمان جوړیږی په دقیق ډول مطالعه نه شی .

د بارونو مشخص کیدو وروسته نوموړی ساختمان د تحلیل مرحلی څخه تیریری او هغه پایلی لاس ته راوړل کیږي کوم چی یو ساختمان د مختلفو تخنیکي ستونځو سره مخامخ کوی .(تشنجات ، مومنت ، پریکونکی قوی او ځینی نور) . وروسته له دی د ساختمان ظرفیت پیدا کولو لپاره د ډيزاين مرحله تر سره کیږي کوم کی چی د گډاړ مقاومت او ظرفیت مشخص کولو لپاره د سیخانو قطرونه او اندازی ټاکل کیږی او د مختلف ساختمانی عناصرو ابعاد او ډولونه ټاکل کیږی . پورتنی معلومات لاندی ورکړل شوی بیلگی سره نور روښانه کوو .



د پورتنی ګاډر د تحلیل څخه وروسته د عرضی قوی دیاګرام په اساس د نوموړی ګاډر کېږمک
 ډیزاین کیږی او همدا راز د مومنټ دیاګرام پر اساس د ګاډر طولی سیخان ټاکل کیږی.



د ساختماني عناصرو ویش (classification of structural elements)

يو ساختماني انجنير ته دا ډير مهمه ده چي د ساختمان ټولي برخي کوم چي د بار زغملو لپاره استعماليري بايد وپيژني.

په نوموړي فصل کښي دا ټولي موضوع گاني تر څيړني لاندې نيسو.

ساختماني عناصر (Structural Elements)

هغه بنسټيز عناصر چي يو ساختمان تري جوړيري عبارت دي له ساختماني عناصرو نه. بيم ، پايه او داسي نور.

۱. ټاي راډ (Tie Rod)

ټاي راډ د ساختمان هغه برخه وي کوم چي ده کششي قواو لاندې قرار لري. ده بار ده نوعيت له امله دا برخي ډيري نري (slender) وي.

مثال: راډ ، ميله ، angle

۲. بيم (Beam)

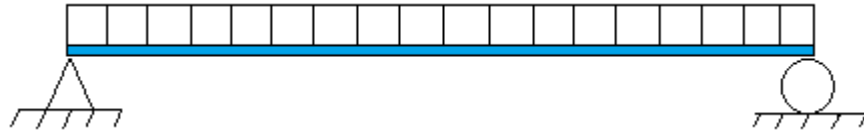
گادر له يو خطي ساختماني عنصر څخه عبارت دي، چي په کوږوالي کي کار کوي او په حقيقت کي د عمودي بارونو د زغملو او انتقالولو دندې په غاړه لري، لکه د پوښبنونو (Slab) وزنونه چي پريم واقع وي.

د بيمونو ډولونه نظر اتکاگانو ته

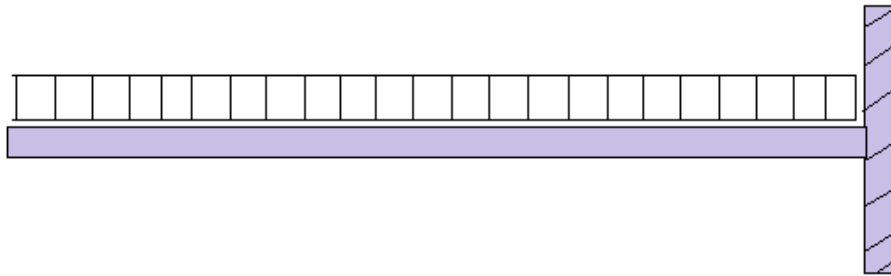
(Classification of beams based on supports)

نظر اتکاگانو ته بيمونه په لاندې ډول دي .

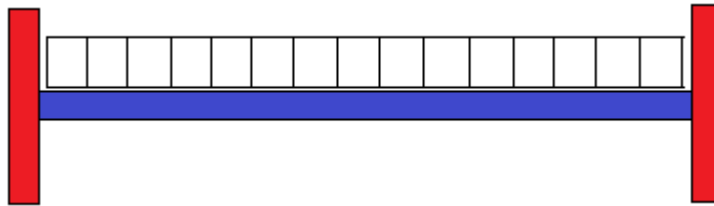
۱ ساده اتکايي گادر (Simply supported beam.)



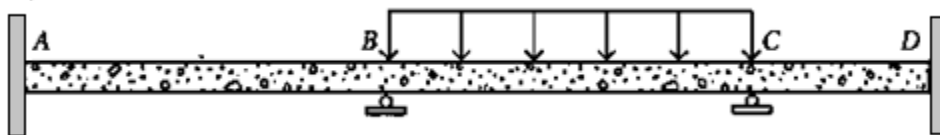
۲ کنسولي گادر (Cantilever Beam.)



۳ سخت گادر په دواړو انجامونو کې (Fixed supported Beam.)

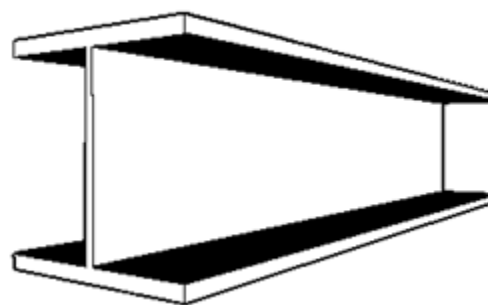
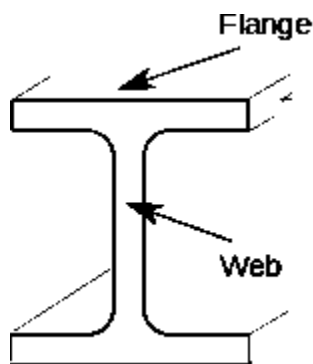


۴ مسلسل گادر (Continuous Beam.)



ګادر زیاتره د انحناي مومنت جذبولو لپاره ډیزاین کېږي خو که د ګادر طول کم او بار ډیر زیات وي په دې مهال د عرضي قوي ډیزاین هم په نظر کې نیول کېږي.

که چیرته ګادر لپاره استعمال شوي مواد فولاد وي د شکل په څیر (I ډوله) مقطع یې ډیر مناسب نتایج ورکوي.



د ګادر افقي برخه (Flange) د مومنت او همدا رنگه عمودي برخه (Web) د عرضي قوو په مقابل کې عکس العمل خايي.

دا مقطع په عامه توګه د (Wide flange) په نامه یادېږي.

د کانکریټ ګادر عموماً مستطیلي مقطع لري لږه اړه عملی. ساخه کې یې جوړځت construction () نسبتاً اسان وي. د کانکریټ مقاومت د کششي قواو په مقابل کې ډیر کم وي.

پایه (Column)

پایه د ساختمان هغه عمودي برخه ده کوم چې زیاتره فشاري قواوې په یو منظم ډول تهداب ته انتقاله وي.

ځینې وختونه د فشاري بارونو سربیره مومنتونه هم په پایي عمل کوي ، چې د مومنتونو او نارملې قواوو عمل په یو وخت کې په هغه چوکاټونو کې رامنځ ته کېږي ، چې سختي غوتي (Fixed joints) پکې موجودي وي.

څرنگه چې د ستونو ماتیدل د ودانیو د ماتیدو لامل ګرځي ، باید په ډیزاین کې یې له ډیر دقت (accuracy) څخه کار واخستل شي.

بنسټ (Foundation)

بنسټ د ودانۍ هغه برخه ده چې د ساختمان بار یا وزن د خاورې هغه برخې ته انتقالوي چې بنسټ ورباندې پروت وي.

د بنسټ موخه دا ده چې د ودانۍ بار په یو پراخه ساحه ویشل شي ترڅو په یوه نقطه کې د بار د تولیدو مخنیوی وشي او خاوره د زیات بار څخه وژغوري.

بنسټ د ودانۍ لپاره هواره سطح برابروي او د تاویدو څخه یې مخنیوی کوي

د ساختمان ډولونه (Types of structures)

د ساختماني ترکیب او هغه مواد چې دا عناصر تری جوړوي د ساختماني سیستم په نامه بلل کېږي

ترس (Truss)

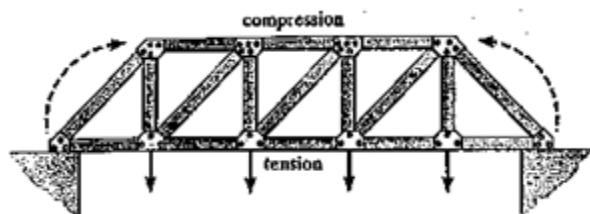
د مثلثي برخو څخه جوړه هغه ساختماني جوړښت چې د فلز یا لرګو نري میلی پکې په مثلثي شکل یوځای شوي وي او دا میلی د کششي یا فشاري قواو لاندې واقع وي عبارت دی له ترس څخه.

په ترس کې ټولې قواوې په محوري بڼه اساس ته انتقالېږي.

ترسونه په هغه ساختمانونو کېښي استعمالېږي، چې وایه یې لوي وي او د ګادرونو استعمال پکې غیر اقتصادي وي.

ترس ته په ځادر هله فوقیت ورکول کیږي که مونږ د ساخمان په طول کې دلچسپي ولرو نه په ژوروالي کې. دا به ډیر اقتصادي وي که مونږ ترس د 9m نه 30m فاصله کې استعمال کو، اگرچي دي نه زیات فاصلی ته هم استعمالیږي.

په ترسونو کې د عناصرو د هندسي شکله ترتیب له امله کوم بار چي د ترس د کوډوالي لامل ځیږي، د ترسونو په عناصرو کې په کششي او فشاري قواو بدلیږي.



کیبل او کمانونه (Cables and Arches)

د زیاتو فاصلو د پریکړي لپاره استعمالیږي .

کیبل د استواني شکل ته ورته دي او ارتجاعي عناصرو یې د قوي مقاومت لرونکو سیخانو څخه جوړښت موندلي دي.

د کیبل ارتجاعیت ډیر زیات وي او باریه کششي توگه اتکاء ته انتقاله وي.

به کیبل کې قواوي د کششي میلو په څیر په محور قرار نه لري او همدا وجه ده چي کیبل د قوس شکل اختیاروي.

خرنگه چي کيبل په اساني سره قات کيږي او د لږ بار له امله ميلان او کړو پيدنه پيدا کوي به همدي اساس د کوډوالي مومنت او عرضاني قوي پکې صفر دي او يواځي نارملي کششي قوي پري عمل کوي.

کيبل د پلونو او تعمیرونو چت موجود ساتلو کې استعمالیږي.

د نورو ساختمانونو پرته کيبل ډير مقاومت لرونکي وي او همداراز د لویو وایو لپاره استعمالیږي.



که چیرته فاصله د ۴۶ متر نه زیاته وي باید د کيبل استعمال ته فوقیت ورکړي شي ځکه چي دا همیشه په کشش کې وي او د نا استواري امکانات یې ډیر کم وي. ګادر او ترس سمدلاسه ویجاړیدو خاصیت لري. د کيبل واحد ستونزه د قوس شکل اختیارول او تړل دي.

کمان (Arch)

کمان د یو منحنی ګادر څخه عبارت دي ، چي محدب شکل لري او خپله قوه په فشار کې دغمي. د خپل شکل ساتلو لپاره باید کمان شخ وي.

کمان نسبتاً گدار ته ډیر مقاومت لري او اکثر په لویو وایو کې استعمالیږي.

کمان په دواړو انجامونو کې اتکاگانو سره وصل وي چي په همدې ټکو کې افقي او عمودي فشارونه منع ته راځي .



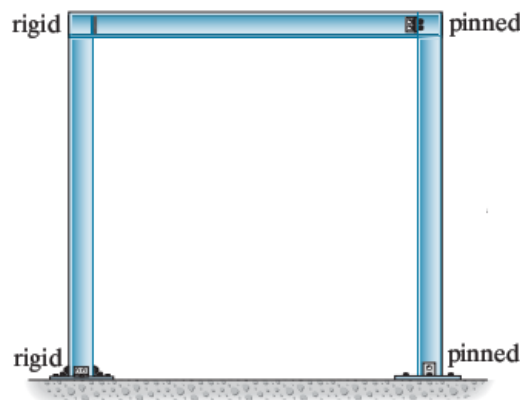
کمانونه هغه ساختمانونو کې چي د زیات بار لاندې واقع وي او یا هم مهندسي بنکلا په خاطر ور څخه استفاده کیږي.

چوکاټ (Frame)



که چیرې دوه یا له دوو څخه ډیرې عمودي او افقي یا عمودي او مایلي میلی خپلو منځونو کې سره د سخت یا ساکني اتکا په واسطه وتړل شي له چوکاټ څخه عبارت دي.

چوکاټ د گدار او پایو څخه جوړ وي چي په اکثر تعمیرونو کې استعمالیږي. دا چوکاټونه د اساس سره په سخته ، متحرکه او یا په ساکني اتکاء وصل وي چي وارده بار په منظم ډول ، بدون د څه ویجاړتیه ، اساس ته انتقاله وي. د چوکاټ په افقي او عمودي برخه (گدار او پایه) کې د بار له امله انحناي مومنت پیدا کیږي خو کچیرته د چوکاټ اتکاء سخته وي تحلیل یې ده نامعین ساختمان په څیر کیږي.



سطحي ساختمان (Surface structure)

سطحي ساختمان د هغه موادو څخه جوړ وي چي پنډوالي (thickness) يي ډير کم وي نسبتاً د نورو ابعادو (Dimensions).

د زيات ارتجاعيت له امله دا مواد ډير انحناء قبلونکي دي، چي کيدای شي ، د يو خيمي شکل اختيار کي.

په دواړو حالاتو کې دغه ماده د يو پردي په شکل کار کوي.

بار (Load)

هر کله چي د يو ساختمان د عناصرو اندازه وټاکل شي ؛ نو لازمه ده چي هغه بارونه پيدا شي کوم چي ساختمان يي دغمي.

يو ساختمان د مختلف بارونو لاندې قرار لري ، د بار مختلف ډولونه لاندې تشریح شوي.

دايمي بار يا مړ بار (Dead Load)

د يو ساختمان د مختلفو برخو خپل وزن اود هغه اجسامو وزن چي په ساختمان مستقل قرار لري عبارت دي ده مړ وزن څخه.

ده مړ وزن مقدار او موقیعت ثابت وي.

په ساده الفاظو د ساختمان مړ وزن په هغې کې ده موجود گادر، پایي، سلب، دیوال، کرکی، او د ډبرو وزن دي.

د ساختمان مړ وزن پیدا کول یو خاص پروسه لري، پدې پروسې کې د مختلف موادو د کثافت څخه کار اخستل کېږي.

د مړ بارونو د محاسبې لپاره د ساختمان د بیلا بیلو برخو اندازي معلومېږي او بیا د نوموړو برخو وزن نظر د نوموړو موادو کثافت ته پیدا کېږي.

گڼه	ساختماني مواد	حجمي وزن (Kg/m ³)
۱	د مصالح سره د معمولي پخو خښتو دیوال	1800
۲	د مصالح سره د معمولي پخو خښتو دیوال (شگه چونه او سیمنت)	1700
۳	د غیر منظم طبیعي ډبرو دیوال	2400
۴	سیخ لرونکي کانکریت	2400
۵	وچه خاوره	1840-1410
۶	لمده خاوره	2000-1600
۷	وچه شگه	1600-1540
۸	لمده شگه	2000-1760
۹	د چوني ډبره	2000-1800
۱۰	مصالح (کچ او شگه)	1100

د مې بارونو پيدا کول

Determination of Dead Load

څرنگه چې پوښښونه (Slab) خپل وزنونه بېمونه (Beam) ته انتقالوي او بېمونه خپل وزنونه ستونو ته (Column) او ستني يې ته داب (Foundation) ته نو په دې اساس هغه بار چې د سلب په واسطه ګاډونو ته انتقالېږي بايد په هغه پوه شو.

بايد اوایو چې موقتي بارونه په ودانیو کې د سلب (Slab) په واسطه زغمل کېږي او ګاډونو ته انتقالېږي نو له دې امله بايد نظر د بارونو ویشني ته د سلبونو ډولونه وپېژنو.

سلب (Slab)

د یو افقي ورقه ای جسم څخه عبارت دي چې په کشش کې واقع وي. هغه وزن چې په سلب عمل کوي واحد یې عبارت دي له Kg/m^2 ، KN/m^2 ، T/m^2 او داسې نور.

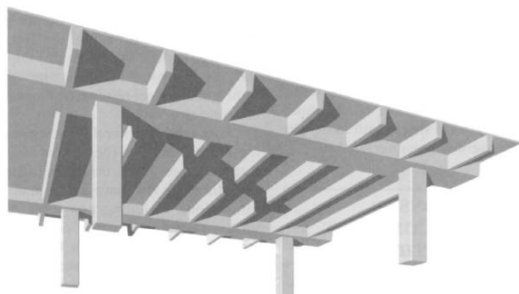
سلبونه نظر د بارونو ویشلو ته په دوه ډوله دي :

۱- یو اړخیز سلب (One Way Slab)

۲- دوه اړخیز سلب (Two Way slab)

۱- یو اړخیز سلب (One Way Slab)

له هغې سلبونو څخه عبارت دي چې خپل بار په دوه لورو ویشي، چې هغه لوري د لنډو لورو څخه عبارت دي که چېرې د یو سلب د اوږدو لوري او لنډو لوري نسبت د دوو څخه ډیر شي نو د اد یو اړخیز سلب په نوم یادېږي.

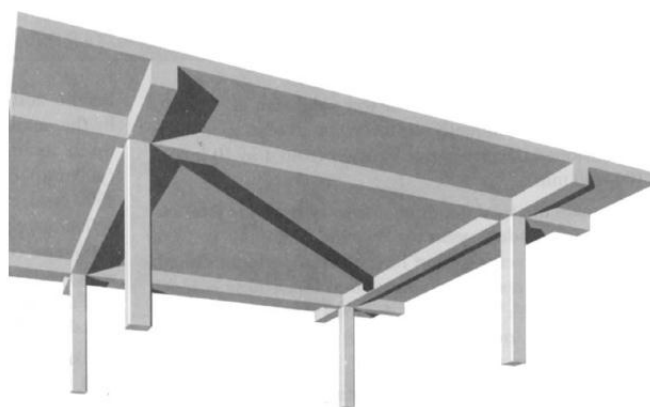
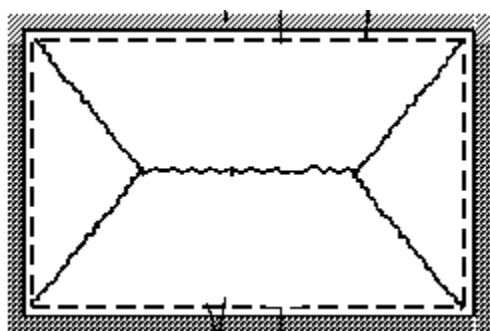


$$\frac{\text{Long side}}{\text{Short Side}} = \frac{b}{a} > 2$$

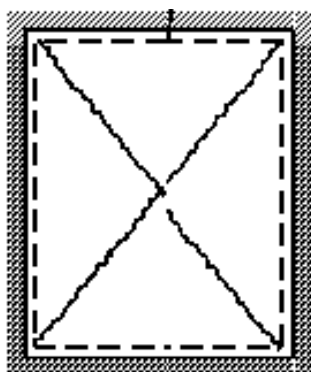
۲- دوه اړخيز سلب (Two Way slab)

له هغې سلب څخه عبارت دي چې خپل بار په څلورو لورو ویشي ، که د یو سلب د اوږد لوري او لنډ لوري نسبت له دوه او یا له دوو څخه کوچني شي له دوه اړخيزي سلب په نوم یادېږي. په دې سلبونو کې بارونه په اوږد لوري د دودنکې په شکل او په لنډ لوري د مثلث شکل عمل کوي لکه د شکل په څیر

$$\frac{\text{Long side}}{\text{Short Side}} = \frac{b}{a} < 2$$



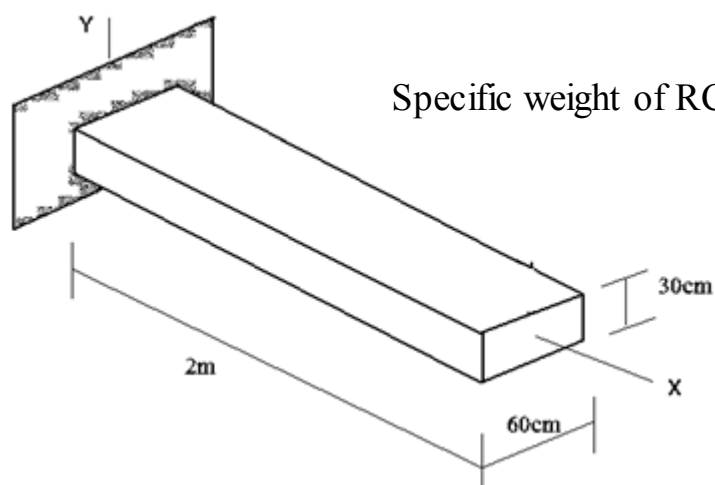
که چیرې د اوږد لوري او لنډ لوري نسبت د یو بل سره مساوي شي یعنې دواړه لوري عینې ابعاد ولري په دې صورت کې په ټولو لورو د مثلث په شکل عمل کوي لکه د شکل په څیر



مثال: ۱

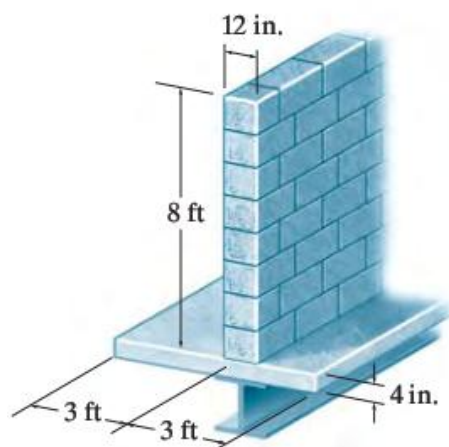
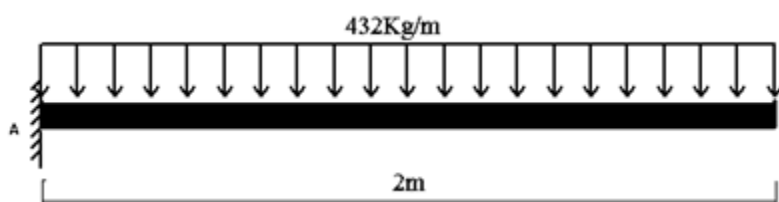
که ده یو کنسولي گادر اوږدوالي 2 متره او د عرضي مقطع اندازه یې (30x60)cm وي تاسي یې ده مقطعي وزن پیدا کړي که چیري گادر له اوسپنیز کانکریټو څخه جوړ وي.

حل:



Specific weight of RCC, $\gamma_{RCC} = 2400 \text{ Kg/m}^3$

$$\begin{aligned} w &= (bh) \cdot \gamma_{RCC} \\ &= (0.3 \times 0.6) \cdot (2400) \\ &= 432 \text{ Kg/m} \end{aligned}$$



مثال : یو گادر چي (6ft x 4in) ابعاد لرونکي سلب د وزن برداشت کولو لپاره استعمال شوي. که چیرته سلب د پاسه 8m لوړد کانکریټو بلاکي دیوال چي عرض یې 12in وي، قرار ولري. تاسي د گادر په في فټ کې وارده بار پیدا کړي. د موادو کثافت په لاندې ډول دي.

کانکریټ سلب: 8 lb/ft^3

دیوال: 105 lb/ft^3

حل :

کانکریټ سلب وزن : مخصوصه وزن $\times$ حجم

$$6 \times (4/12) \times 8 = 16 \text{ lb/ft}$$

$$840 \text{ lb/ft} = 105 \times 8 \times 1$$

$$856 \text{ lb/ft} = 16 + 840 = \text{مجموعي بار}$$

ژوندی بار (Live Load)

له هغې بارونو څخه عبارت دي، چي ده هغوي مقدار او موقیعت ثابت نه وي.

ژوندی بار په ساختمان موقتي قرار لرونکي اجسامو د وزن ، د انسانانو وزن ده عراده جاتو (Vehicles) وزن، زلزله او یا د باد له وجي مینځ ته راځي.

د ژوندي بار تعین د ساختمان سابقه تاریخ او هغه قوانین کوم چي د امریکا کانکریټ انستیتوت (ACI) وضع کړي، کيږي.

څرنګه چي د موقعتي بارونو مقدار بدلون مومي په همدې اساس په دي بارونو کې د ساتني د اضافه باري ضریب (Factor of safety) په پام کې نیول کيږي.

$$W = 1.2(D.L) + 1.6(L.L)$$

د ژوندي بار اندازه (kg/m ³)	د ودانیو ډولونه	ګڼه
200	استوګنځي	۱
400-250	دفترونه	۲
200	ټولګي	۳
625	ګدام (سپک وزن لپاره)	۴

1250	گدام (دروند وزن لپاره)	۵
750	کتابتون	۶
500	هوتل	۷
300	روغتون	۹
500-300	زیني او برنډي	۱۰
625	پلورنځي	۱۱

د باد بار (wind load)



هغه بارونه چی د باد له امله په ساختمان واریږی، عبارت دی له wind load څخه.

هغه ساختمانونه چی د سمندر په غاړه موقیت لری یا هم لوړه ارتفاع ولری له دی ډول ستونځو سره مخامخ کیږی او په ډیزاین کی یی ده باد بار له پاره خاص د خوندیتوب ضریب په نظر کی نیول کیږی.

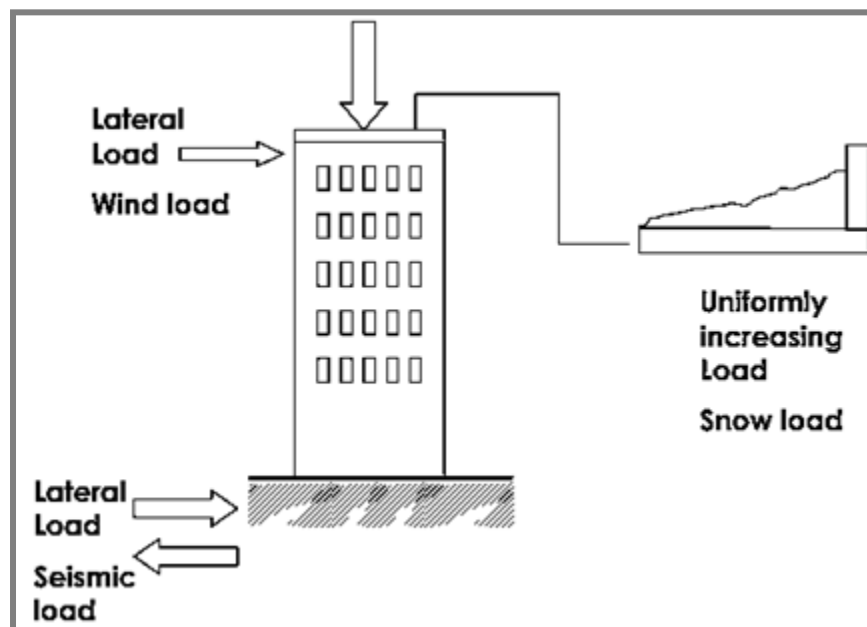
عادی ودانیو لپاره د باد بار په نظر کی نه نیول کیږی. نوموړی بارونه د ساختمان په موقیعت ، ارتفاع ، شکل ، سائز او د هوا شدت پوری اړه لری.

د زلزلې بار (Earthquake or seismic load)

په موجوده وخت کی د سول انجنری ، Earthquake برخی ډیر پرمختلې کړی او د هر ساختمان په ډیزاین کی د زلزلې بار په نظر کی نیول مهم گنرل کیږی. دا عبارت دی له هغه بارونو څخه کوم چی د زلزلې موجونو له امله د ساختمان په بنسټ واردیږی او زیاتره د ګاډرو او ستونو تر منځ جاینټونه د ویجاړتیا سره مخامخ کوي.

زلزله یا داتش فشان (volcanic eruptions) له وجی مینځ ته راځی یا د ټیکتونک طبقی (tectonic plates) د حرکت له امله.

نوموړي بارونه د ساختمان په موقیعت (Siesmic Zones) پوری اړه لری.



دوهم څپرکی

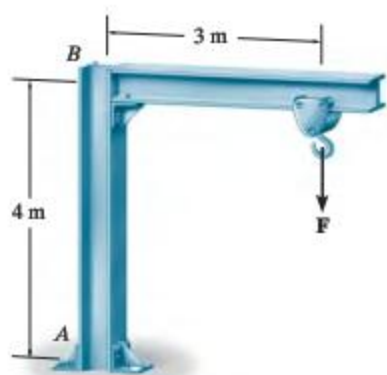
د ساختمانونو معین والی او استواری

(Determinacy and stability of structures)

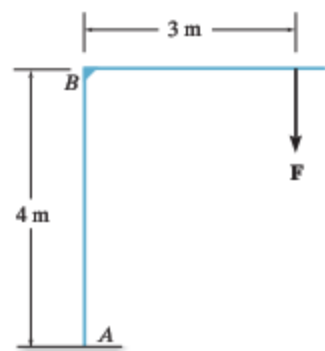
هغه ساختمانونه چې په عملی ساحه کې ترې ډیره استفاده کېږي او روزمره ژوند کې مهم رول ادا کوي، په د فصل کې یې د تحلیل مختلف اړخونه تر څېړنې لاندې نیول کېږي. معین ساختمانونه د تحلیل یو ساده پروسه لري کوم چې تعادل معادلي د تحلیل لپاره کافي کېږي. تر څو ډیر دقیق نتایج لاس ته راوړو باید اول تحلیل لپاره د ساختمان یو مناسب موډل په نظر کې ونیسو او بیا د ساختماني استواري اړتیاوې پوره کو.

ایډیالي ساختمان (idealized structure)

د یو ساختمان تحلیل هیڅ کله کاملاً دقیق نشي کیدلی تر څه حده پیچلتوب حتماً پکې موجود وي پر د مهال د بارونو اومواد مقاومت لپاره وضع شوو اټکلونو (estimates) څخه باید کار واخستل شي.



د ایډیالي ساختمان جوړولو لپاره د مختلف تخنیکونه څخه استفاده کېږي. د بیلګې په ډول



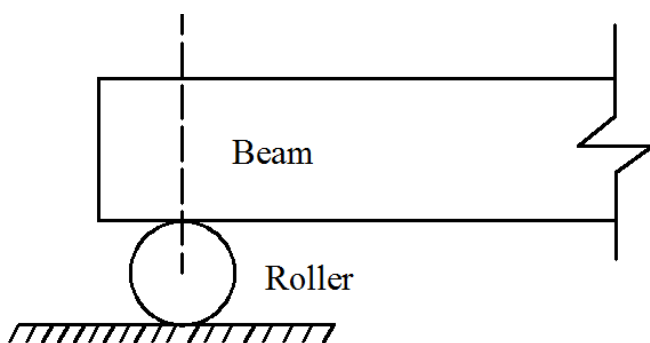
په شکل کې یو کرین بنودل شوی، که چیرته د نوموړي کرین ایډیالي ساختمان جوړول وغواړو لومړی په B نقطه اتکاء فرض کوو چې څخه ده او همداراز د A ټکي اتکاء سخته فرض کوو نو مونږ سره د ایډیالي ساختمان برخې د یو دوه وصل شوو خطونو په واسطه په لاندې ډول جوړېږي.

د اتکاء ډولونه (Types of support)

په ساختمان وارده بار د اتکاء په ذریعه باید په یو منظم ډول اساس ته انتقال شي. په عمومي ډول مروجي اتکاګانې په لاندې ډول دي.

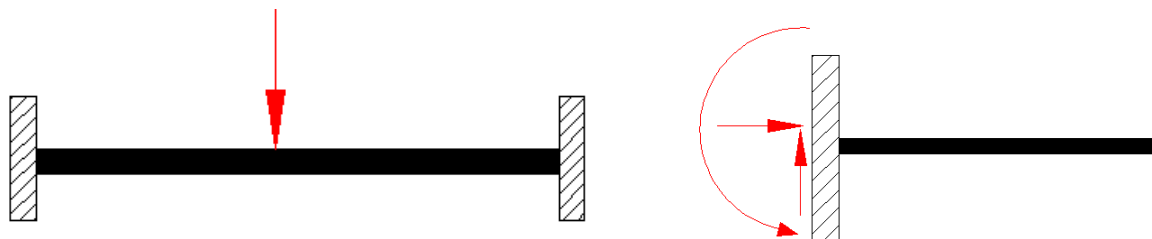
۱. ازاده یا متحرکه اتکاء (Roller support)

متحرکه اتکاء عبارت ده له هغې اتکا څخه چې په یو لوري د جسم د حرکت مانع وي او یو عکس العمل لرونکي وي. متحرکه اتکاء د افقي قواو (Horizontal forces) او مومنټ (Moment) په مقابل کې عکس العمل نه شي ښودلي فقط د عمودي قواوو پر مقابل کې د ځانه مقاومت ښائي.



۲. سخته اتکاء (Fixed support)

سخته اتکاء له هغې اتکا څخه عبارت ده چې یو ساختماني عنصر له بل ساختماني عنصر سره داسې وصل کي چې هیڅ حرکت پکې پاتې نه شي.

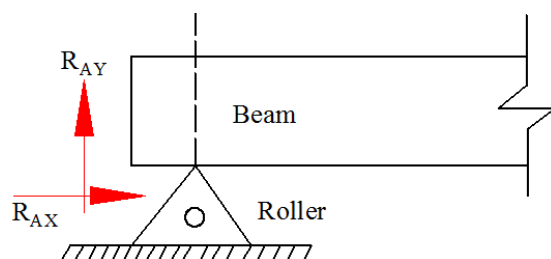




سخته اتكاء د افقي قواو ، عمودي قواو اودوراني قواو (مومنت) مقابل کې دخپل ځانه مقاومت بنایي دغه ډول اتکا داوسپنیزو کانکریټو ، ویلېنډې ، نټ او بولټ او داسي نورو په پواسطه لاس ته رازي. دغه اتكاء دري عکس العملونه لري.

۳. ساکنه اتكاء (Hinge Support)

له هغې اتکا څخه عبارت ده چي په دوه لورو د حرکت مانع وي او دوه عکس العملونه ولري.

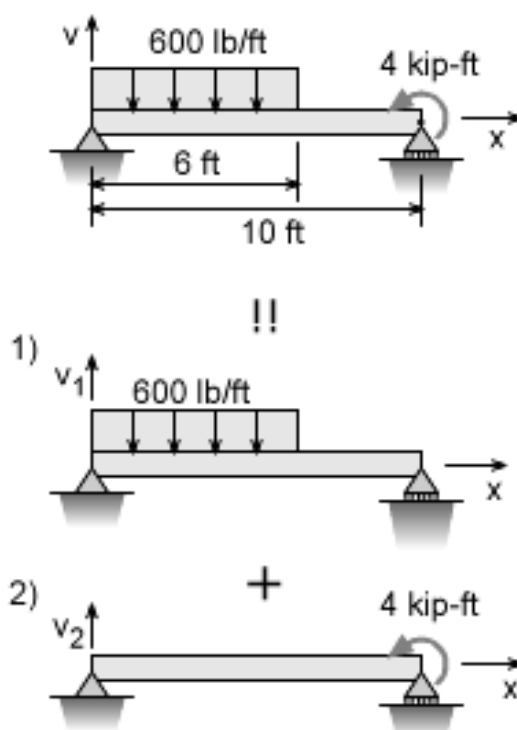


د دي ډول اتکا عام مثال په دروازو کې لگیدلی چپراس دی.



د تجمع قاعده (Principle of Superposition)

د ساختمان په یو نقطه کې مجموعي تشنج مساوي کېږي د مختلفو وارده قواو جلا جلا تاثیر سره . کله کله یو جسم د یو زیات شمیر قوو لاندې عمل کوي چې د جسم په انجامي مقطعو او هم د جسم په اوږدو کې په مختلفو مقطعو باندې قوې تاثیر کوي. په داسې حالتونو کې قوې بیل بیل محاسبه کېږي او تاثیر یې د جسم په ټاکلي مقطعي باندې مطالعه کېږي. او د جسم مجموعي د شکل بدلون په ټولو مقطعو کې د شکل د بدلونونو د الجبري مجموعې څخه په لاس راځي چې د شکل د بدلونونو د مجموعې پیدا کولو دغه قاعده د تجمع قاعده بلل کېږي.



د تجمع قانون مطابق په پورتنۍ بیلګه کې د ویشلي بار او مومنت لپاره د تشنج جلا جلا تاثیر پیدا کېږي او د نوموړیو تشنجاتو مجموعي څخه اصلي قیمت په لاس راوړل کېږي. په ساختمان د تجمع قاعده عملي کولو لپاره مهم دي چې د هوک قانون باید پری عملي شي.

د تعادل معادلي (Equilibrium Equations)

يو ساختمان يا د ساختمان يوه برخه هغه وخت په تعادل کې وي که چيرې د خارجي قواو په پائله کې جسم خپل توازن برقرار وساتي.

$$\sum F_x = 0 \quad \sum F_y = 0 \quad \sum M = 0$$

$$\sum M_x = 0 \quad \sum M_y = 0 \quad \sum M_z = 0$$

د ساختمانونو معين والي (Determinacy of structures)

۱. نامعين ستاتيکي ساختمان (Statically indeterminate structure)

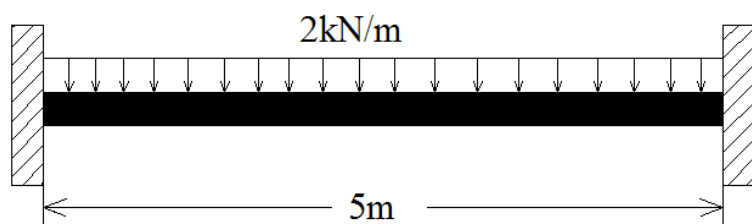
له هغه سيستمونو څخه عبارت دي، چي د سيستم اتکاييزي قوي د ستاتيک د تعادلي معادلونو مرسته پيدا نه شي يعني ساختمان کې د نامعلومو قواو تعداد د تعادل معادلو څخه زيات وي.

د ستاتيک تعادلي معادلي عبارت دي له

$$\sum F_x = 0$$

$$\sum F_y = 0$$

$$\sum M_x = 0$$



تعادل معادلي > نامعلومې قوې

$$4 > 2$$

نامعين ستاتيکي سيستم

يادونه: ګاډرونو لپاره افقي قواو په نظر کې نه نيول کېږي او همدارنګه $\sum F_x = 0$ معادله.

کولی شود لاندی فورمولونو په مرسته د مختلف ساختمانونو معین والی پیدا کړو.

1, ګاډرونه (Beams)

$r = 3n$ معین ستاتیکی ساختمان

$r > 3n$ نا معین ستاتیکی ساختمان

2, چوکاټونه (Frames)

$r = 3n$ معین ستاتیکی ساختمان

$r > 3n$ نا معین ستاتیکی ساختمان

3, ترسونه (Trusses)

$b + r = 2j$ determinate truss

$b + r > 2j$ Indeterminate Truss

د ساختمان معین والی پیدا کولو لپاره لومړی د ساختمان د ټولو غړیو یا د یو څو برخو Free body diagram کاږل کیږي او د دیاګرام په مرسته نامعلومې قوې د سیستم تعادلی معادلو سره پرتله کیږي او یا هم د فورمول په واسطه د ساختمان معین والی لاس ته راوړل کیږي.

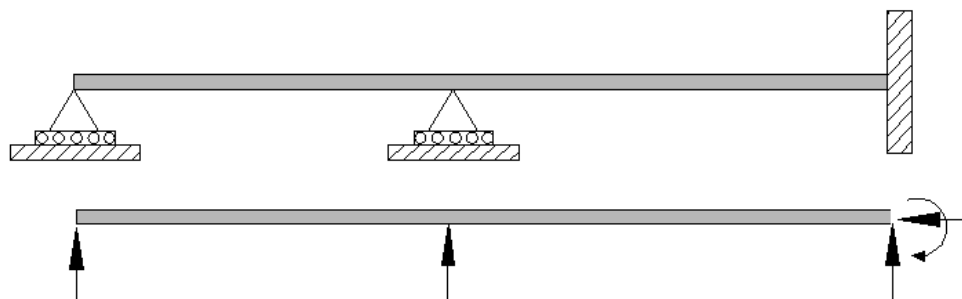
$r = 3n$ معین ستاتیکی ساختمان

$r > 3n$ نا معین ستاتیکی ساختمان

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

که چیرې یو ساختمان نامعین وی یعنی $3 > 2$ دا په د معنی چې ساختمان یو اضافی معادلی ته اړتیا لری ترڅو د ساختمان مکمل تحلیل تر سره شی.

مثال: 1

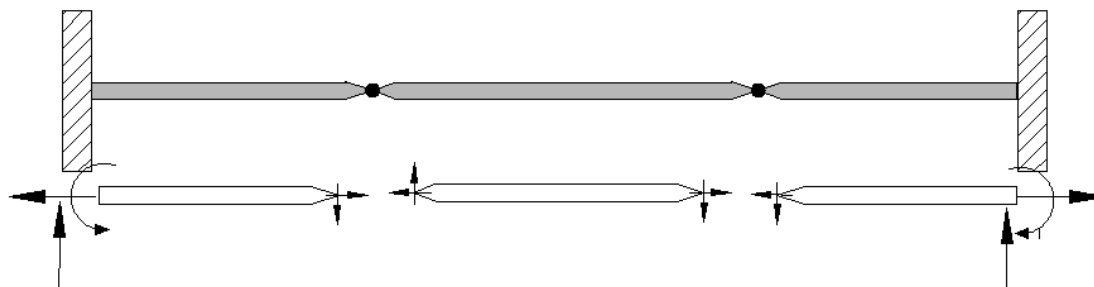


$$n = 1, \quad r = 5$$

$$r > 3n \rightarrow 5 > 3(1) \rightarrow 5 > 3$$

2درجه نا معین ستاتیکی سیستم

مثال: 2

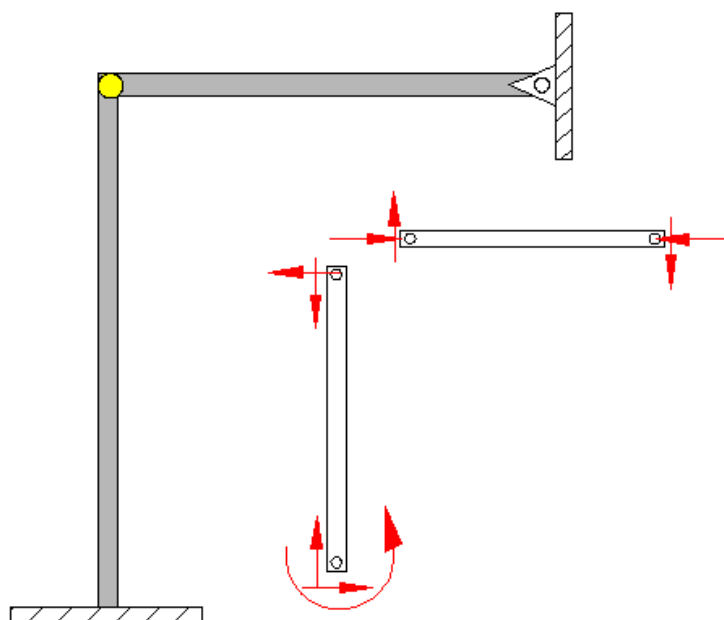


$$n = 3, \quad r = 10$$

$$r > 3n \rightarrow 10 > 3(3) \rightarrow 10 > 9$$

1درجه نا معین ستاتیکی سیستم

مثال: 3

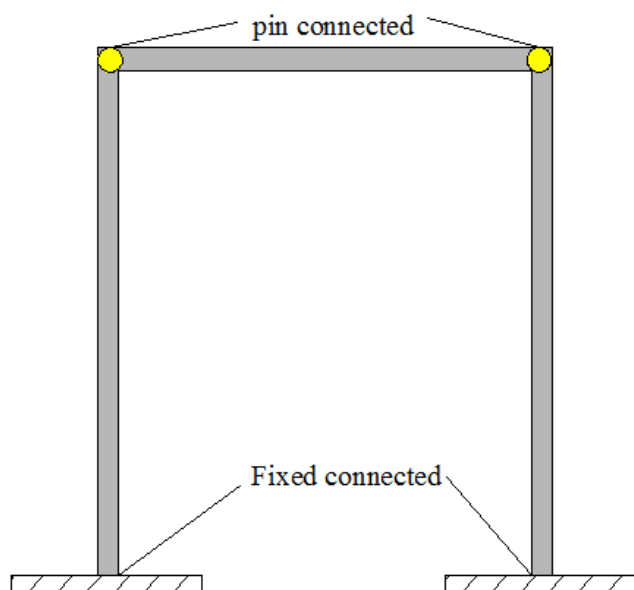


$$n = 2, \quad r = 7$$

$$r > 3n \rightarrow 7 > 3(2) \rightarrow 7 > 6$$

1 درجه نا معین ستاتیکی چوکات

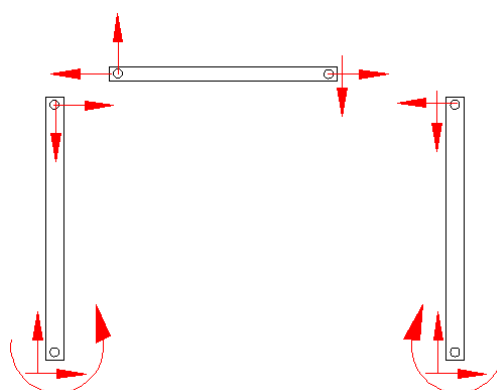
مثال: 4



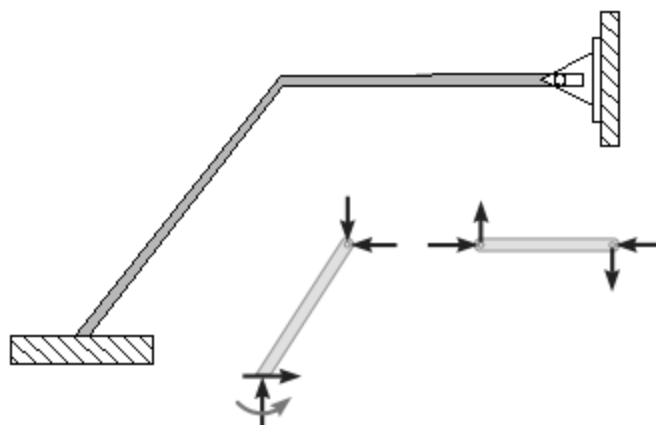
$$n = 3, \quad r = 10$$

$$r > 3n \rightarrow 10 > 3(3) \rightarrow 10 > 9$$

1 درجه نا معین ستاتیکی چوکات



مثال: 5

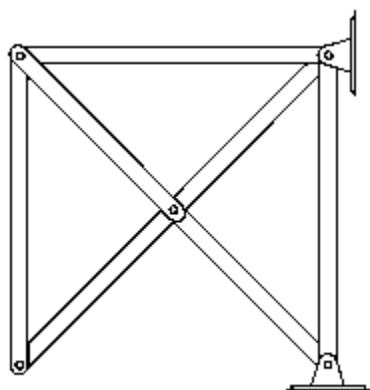


$$n = 2, \quad r = 7$$

$$r > 3n \rightarrow 7 > 3(2) \rightarrow 7 > 6$$

1 درجه نامعین ستاتیکی چوکات

مثال: 6



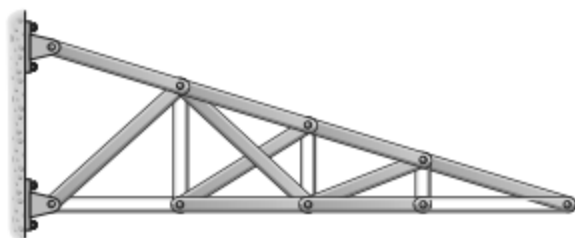
$$b=7, \quad r=4, \quad j=5$$

$$b + r = 2j \rightarrow 7+4 = (2 \times 5)$$

$$11 = 10$$

1 درجه نامعین ستاتیکی سیستم

مثال: 7



$$b=15, \quad r=4, \quad j=9$$

$$b + r = 2j \rightarrow 15+4 = (2 \times 9)$$

$$19 = 18$$

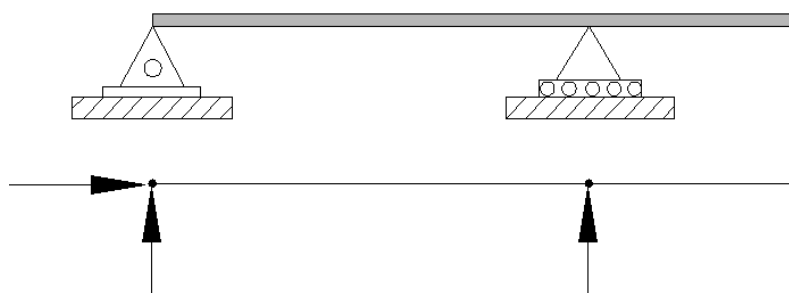
1 درجه نامعین ستاتیکی سیستم

۲. معین ستاتیکی ساختمان (Statically determinate structure)

له هغه ستاتیکی سیستمونو څخه عبارت دي، چي ده سیستم اتکایزي قوي د ستاتیک د تعادلي معادلو په مرسته پیدا شي یا هغه ساختمان چي تحلیل لپاره یې د تعادل معادلي کافي وي یا د نامعلومو قواو تعداد د تعادل معادلو سره مساوي یا کم وي.

$$R_a < \text{Equilibrium equations}$$

مثال: 1

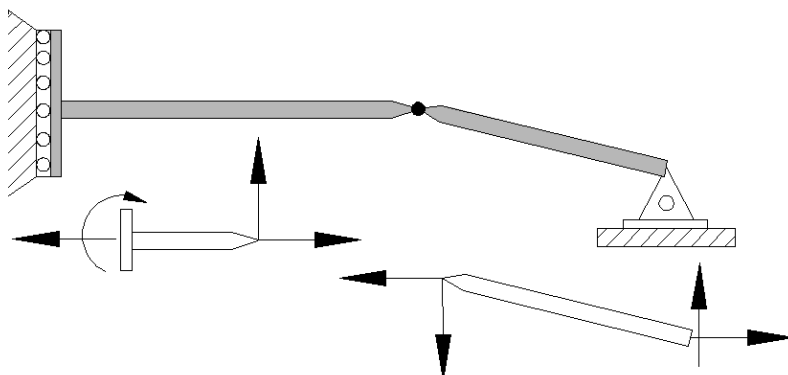


$$n = 1, \quad r = 3$$

$$r = 3n \rightarrow 3 = 3(1) \rightarrow 3 = 3$$

معین ستاتیکی سیستم

مثال: 2

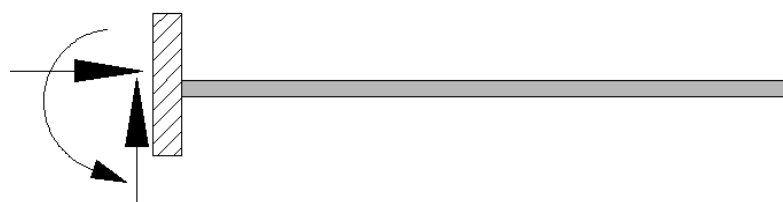


$$r=6 \quad n=2$$

$$r = 3n \rightarrow 6 = 3(2) \rightarrow 6 = 6$$

معین ستاتیکی سیستم

مثال: 3

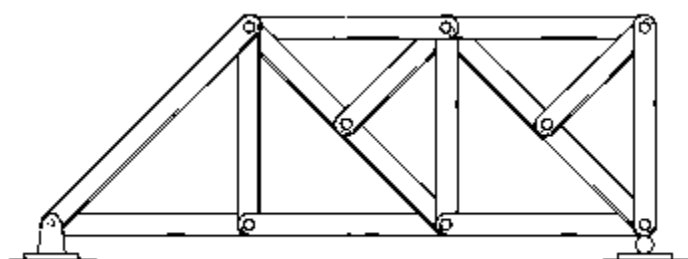


$$r=3 \quad n=1$$

$$r = 3n \rightarrow 3 = 3(1) \rightarrow 3 = 3$$

معین ستاتیکی سیستم

مثال: 4



(a)

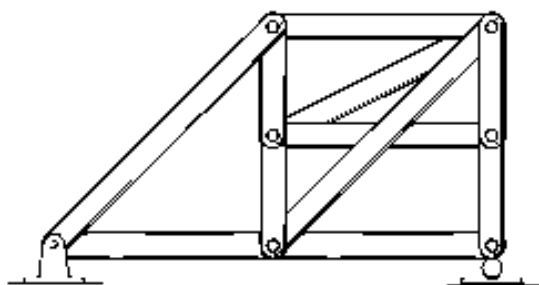
$$b=15, \quad r=3, \quad j=9$$

$$b + r = 2j \rightarrow 15+3 = (2 \times 9)$$

$$18 = 18$$

معین ستاتیکی سیستم

مثال: 5



(b)

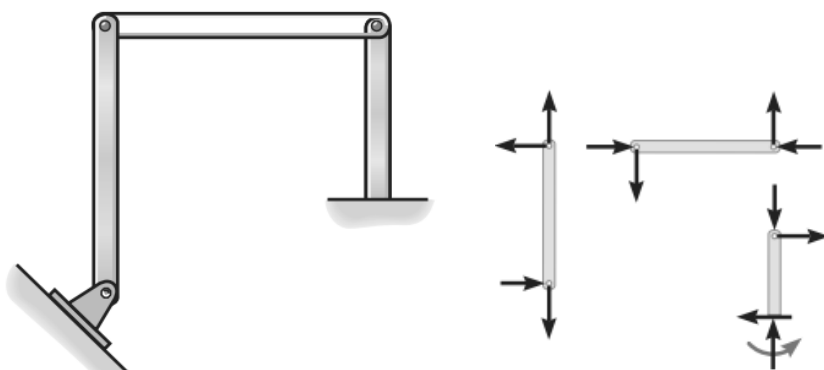
$$b=11, \quad r=3, \quad j=7$$

$$b + r = 2j \rightarrow 11+3 = (2 \times 7)$$

$$14 = 14$$

معین ستاتیکی سیستم

مثال: 6



$$r=9 \quad n=3$$

$$r = 3n \rightarrow 9=9$$

معین ستاتیکی سیستم

Stability of Structures

هندسي تغير نه منونكي ساختمانونه (Stable Structures)

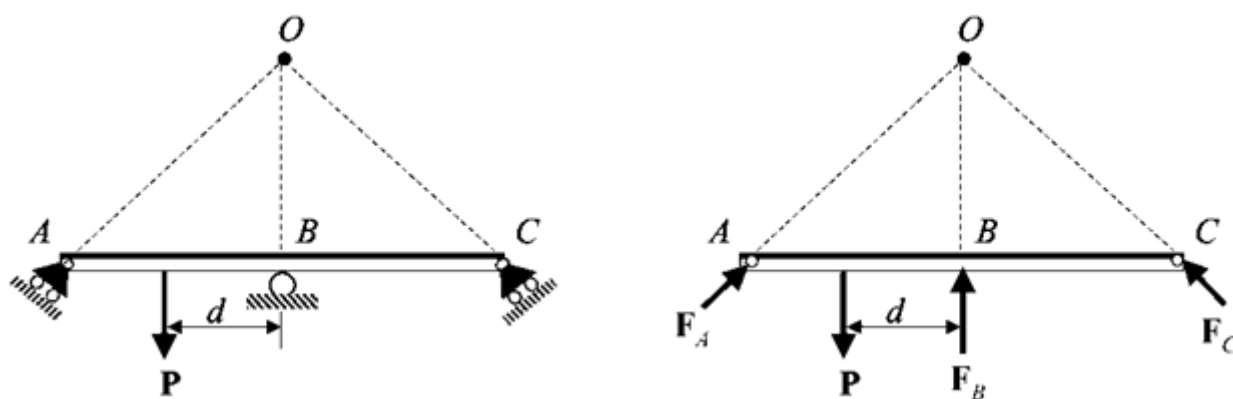
هندسي تغير نه منونكي ساختمانونه له هغي سیستمونو څخه عبارت دي ، چي د بهرنیو قوو د عمل په پایله کې خپله پایداری له ځانه ونیسي.

هندسي تغير منونكي ساختمانونه (Unstable Structures)

هندسي تغير منونكي ساختمانونه له هغي سیستمونو څخه عبارت دي ، چي د بهرنیو قوو د عمل په پایله کې خپله پایداری له ځانه ونه ونیسي.
تغير ناپزیروالي په لاندې ډول د څیړني لاندې نیسو.

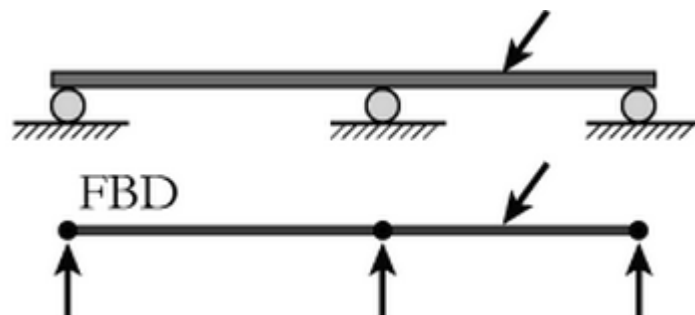
هندسي تغير ناپزیروالي لپاره شرایط

1. When all the forces are concurrent in structure as shown in fig



Force P tends to produce moment in whole structure about the origin.

2. When all forces are parallel in structure



Structure has no restraints for lateral forces

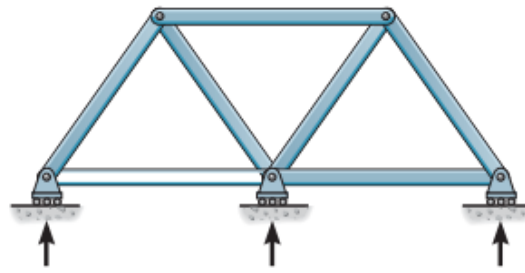
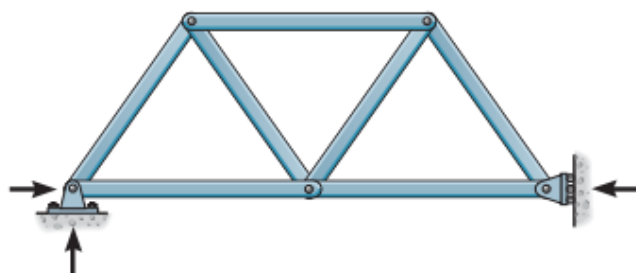
۱. بهرني تغير ناپزيروالي (External Stability)

هغه ساختمانونه کوم کي چي اتکايږي عکس العملونه خپلو کي سره موازي وي او همدارنگه ټولي قوې د يوي نقطې څخه تيريږي .

د سيستم د بهرني معين والي د حالات د معلومولو لپاره د لاندي فورمول څخه گټه اخلو .

$$n=R-3$$

په پورتنی فورمول کي n د نامعين والي درجه او R د اتکايزو غبرگونونو شمير دي دلته دري حالتونه موجود دي.

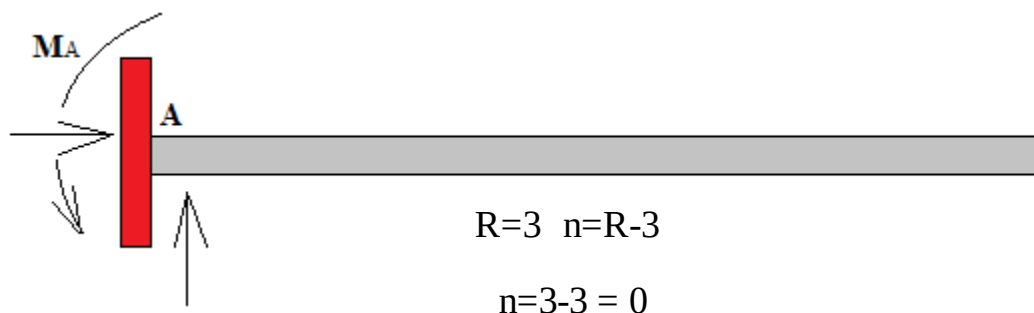


۱ - $N=0$ نو (Determinate and stable)

۲ - $N>0$ نو (Indeterminate and stable)

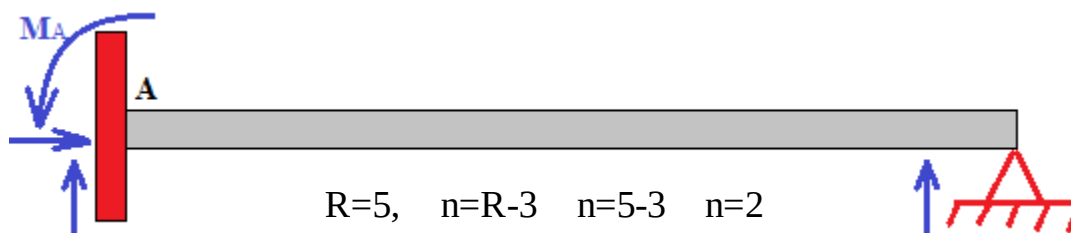
۳ - $N<0$ نو (Determinate and unstable)

مثال: ۱



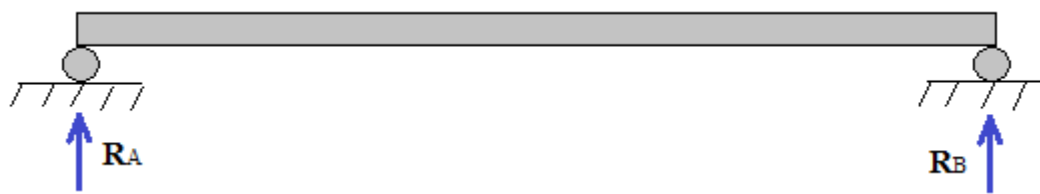
څرنگه چې د $n=0$ شو نو سیستم معین او هندسي تغیر نه منونکي (Stable) دي.

مثال: ۲



څرنگه چې د $n=2>0$ شو نو سیستم نامعین او هندسي تغیر نه منونکي (Stable) دي.

مثال: ۳

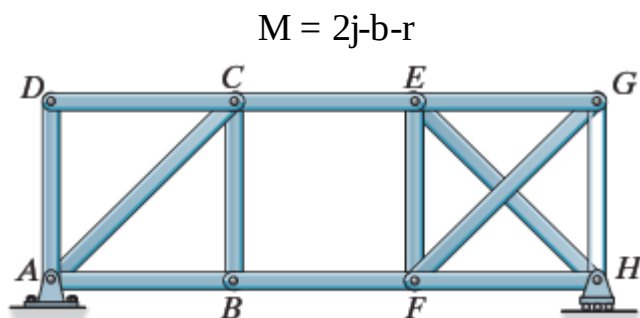


څرنگه چې د $n=-1<0$ شو نو سیستم معین ستاتيکي او هندسي تغیر منونکي (Unstable) دي.

۱. داخلي تغیر ناپذیروالي (internal Stability)

په سیستمونو کې داخلي تغیر ناپذیروالي د عناصرو په شمیر او ده هغوي د ځاي په ځاي کیدو پوري اړه لري،

داخلي تغير ناپيروالي په لاندې فورمول پيدا كيږي.



پورتني فورمول کې

m = د ناتهکلي والي درجه

j = د غوتو شمير

b = د ميلو شمير

r = د اتکايو غبرگونو شمير

۱- $m=0$ نو (Determinate and Stable)

۲- $m>0$ نو (Indeterminate and Unstable)

۳- $m<0$ نو (Determinate and Stable)

پورتني فورمول يواځي ترسونو لپاره د استعمال وړ دي.

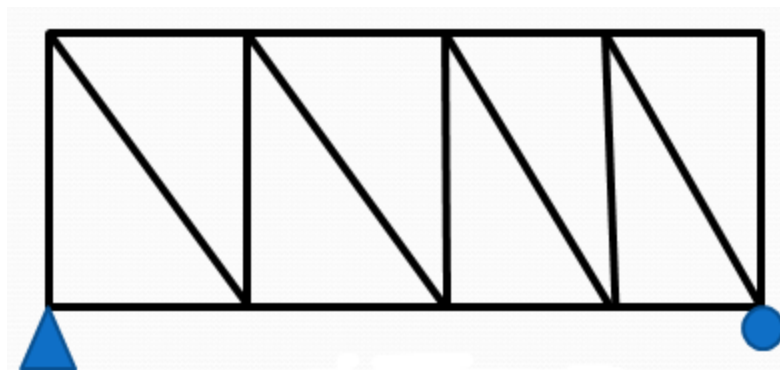
مثال: ۱

$$r=3 \quad j=10 \quad b=17$$

$$m=2j-b-r$$

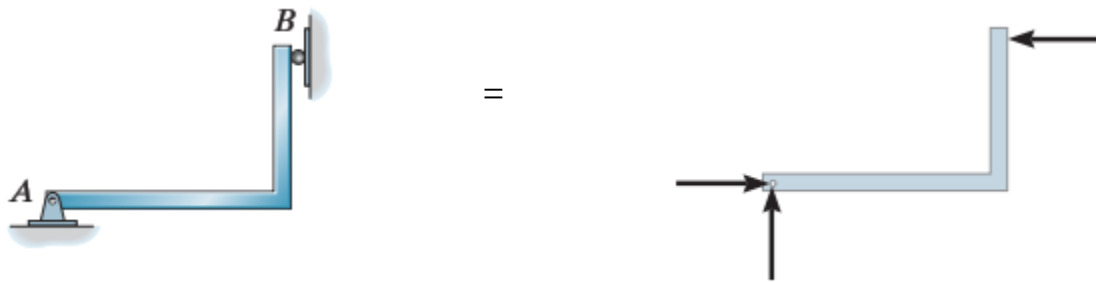
$$m=2(10)-17-3$$

$$m=0$$

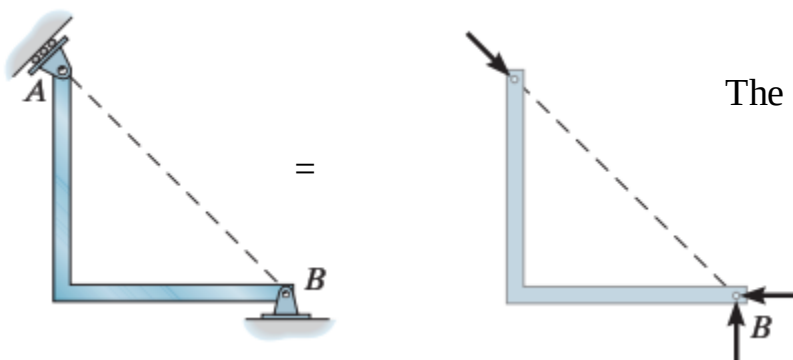


څرنگه چې د $m=0$ شونو سيستم معين ستاتيکي او هندسي تغير نه منونکي (Unstable) دي.

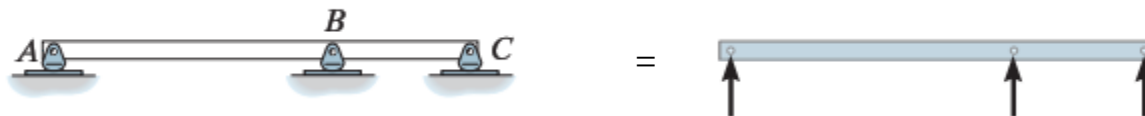
Classify each the following structure as stable or unstable



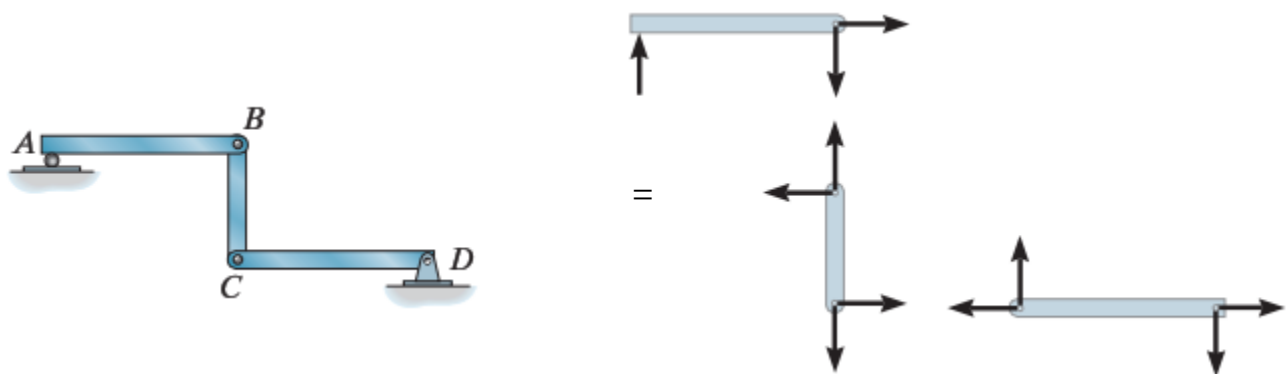
The member is stable since the reactions are noncurrent and non parallel.



The member is unstable since the
Reactions are concurrent

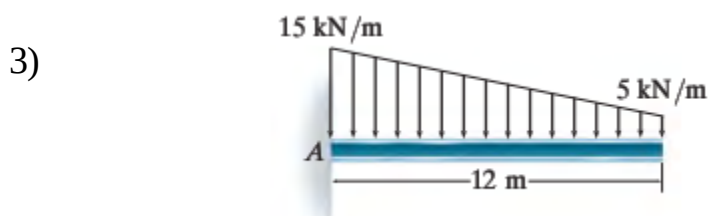
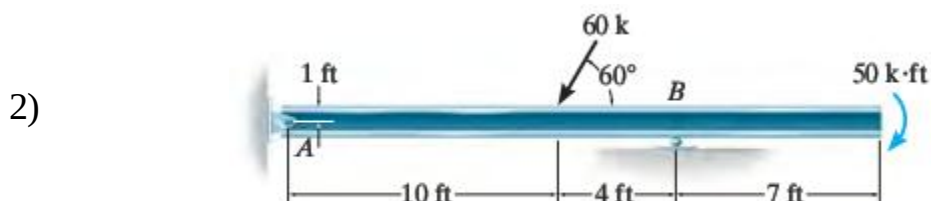
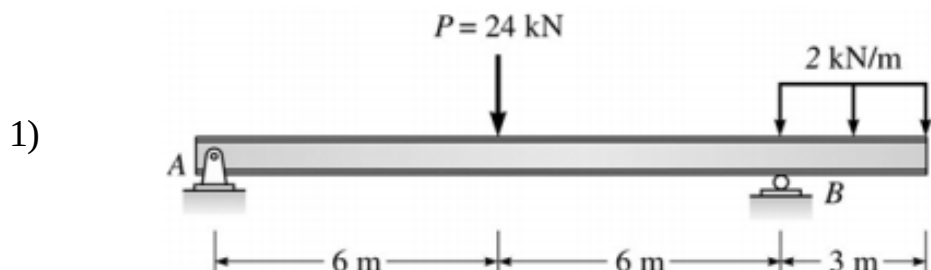


The beam is unstable since the reactions are parallel.



The structure is unstable since $r=7$, $n=3$ $n=r-3 = 7-3 = 4 > 0$

Draw the free body diagram and determine the reactions for the following structure.

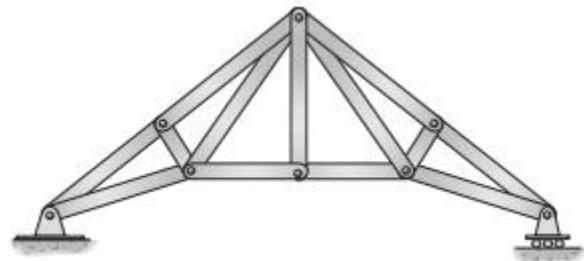
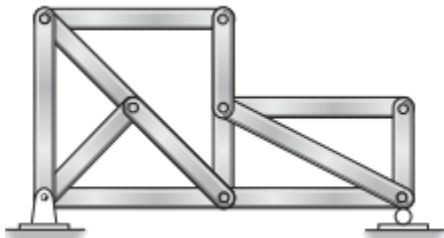
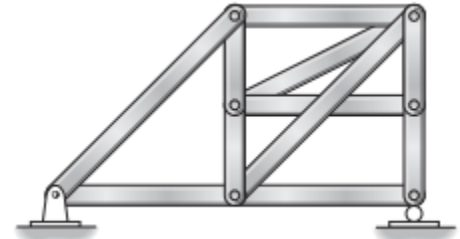
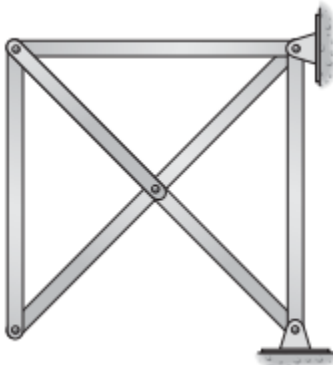
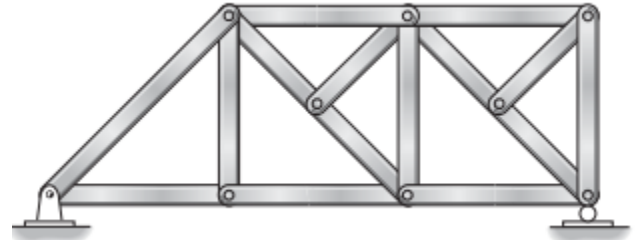
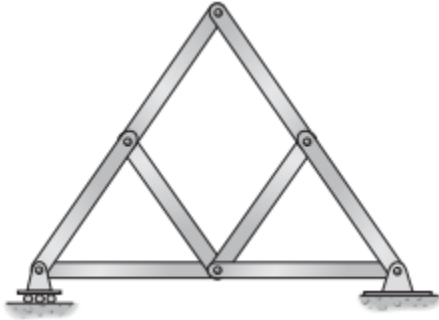


حل:

- ✓ پورتنی بیمنه کولی شود تعادل معادلو په واسطه تحلیل کړو .
- ✓ لومړی پړاو کی په A ټکی کی د مومنتونو مجموعه صفر کوو ترڅو R_B لاس ته راوړو .
- ✓ همدا رنگه $\sum F_Y$ په استعمال سره کولی شو R_A لاس ته راوړو .

تمرین (Exercise)

1) په لاندې ښودل شوی ترسونو کی معین ، نامعین ، هندسی تغیر نه منونکی (Stable) او هندسی تغیر منونکی (Unstable) ترسونه بیل کړی .



دریم خپرکی

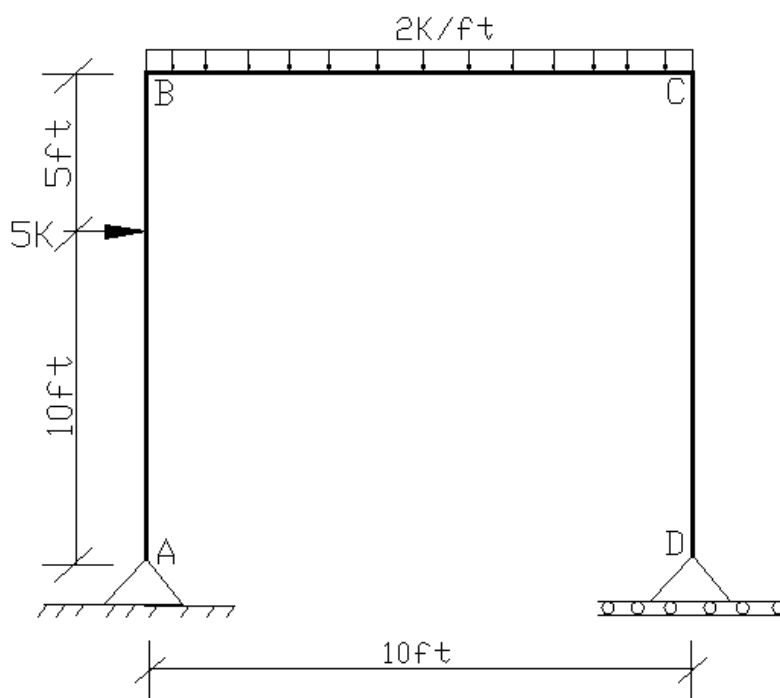
د معین ستاتیکی چوکاتونو تحلیل

(Analysis of determinate Frames)



که چیري دوه یا له دوو څخه ډیري عمودي او افقي یا عمودي او مایلي میلی خپلو منځونو کې سره د سخت یا ساکني اتکا په واسطه وتړل شي له چوکاټ څخه عبارت دي. چوکاټ د ګادر او پایو څخه جوړ وي چي په اکثر تعمیرونو کې استعمالیږي. دا چوکاټونه د اساس سره په سخته ، متحرکه او یا په ساکني اتکا وصل وي چي وارده بار په منظم ډول ، بدون د څه ویجاړتیه ، اساس ته انتقاله وي. د چوکاټ په افقي او عمودي برخه (ګادر او پایه) کې د بار له امله انحناي مومنت پیدا کیږي خو کچیره د چوکاټ اتکا سخته وي تحلیل یې ده نامعین ساختمان په څیر کیږي.

مثال ۱: د ورکړل شوی چوکاټ معین والي معلوم کړی او تحلیل یې کړی.



حل:

Step: 01 معین والي

$$S.I = 3m + r - 3j = 3(3) + 3 - 3(4) = 0 \quad \text{معین سیستم}$$

Step: 02 اتکایی عکس العملونه پیدا کول

$$\sum M_A = 0$$

$$+(5 \cdot 10) + (2 \cdot 10 \cdot 5) - 10R_{DY} = 0 \quad \Rightarrow \quad R_{DY} = 15K$$

$$\sum F_y = 0$$

$$R_{AY} + R_{DY} = 20$$

$$R_{AY} = 20 - 15 \quad \Rightarrow \quad R_{AY} = 5K$$

Step: 03

د هری برخی جلا جلا تحلیل کول

Member AB

$$\sum F_x = 0$$

$$H_B + 5 - 5 = 0$$

$$H_B = 0$$

$$\sum M_B = 0$$

$$-(5 \cdot 5) + (5 \cdot 15) - M_B = 0$$

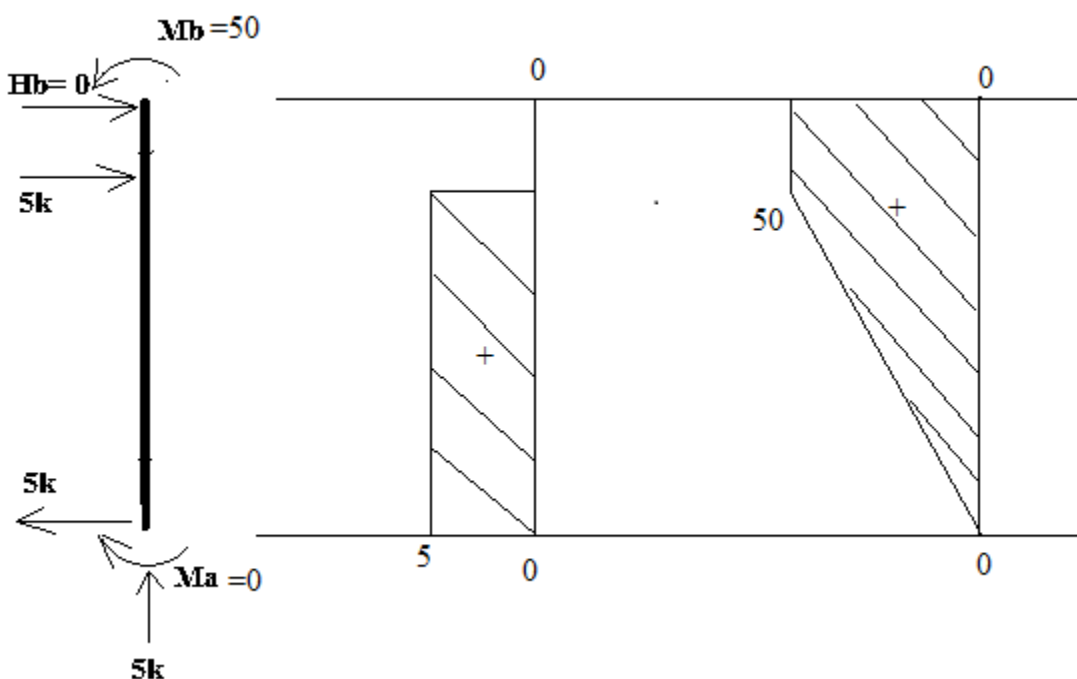
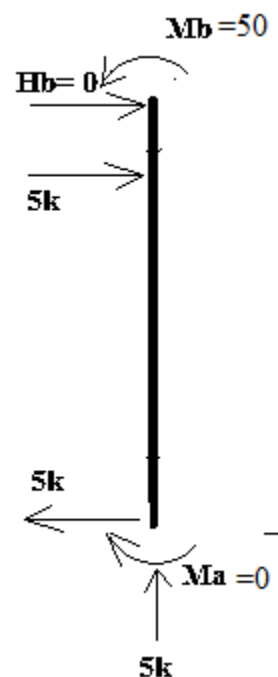
$$M_B = 50 \text{ K-ft}$$

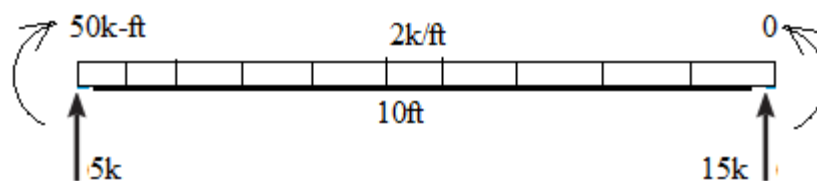
$$\sum M_A = 0$$

$$+(5 \cdot 10) + M_A - M_B = 0$$

$$50 - 50 + M_A = 0$$

$$M_A = 0$$



Member BC

$$\sum F_y = 0$$

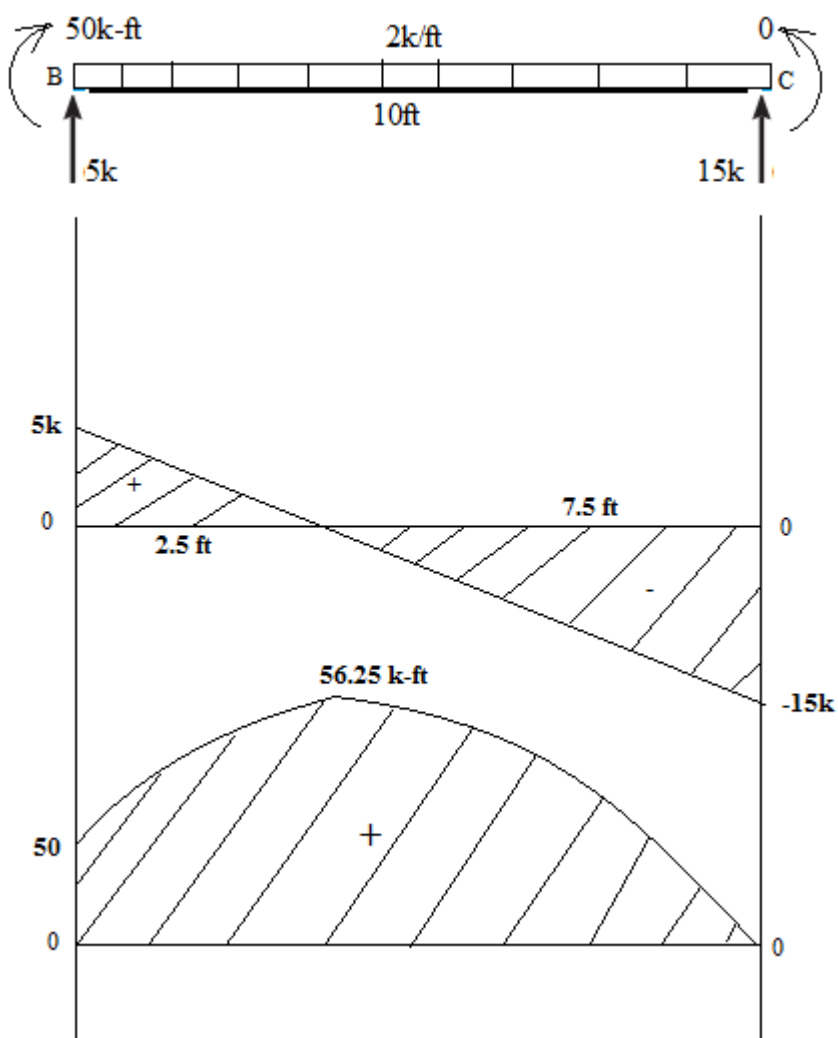
$$5 - (2 \times 10) + R_C = 0$$

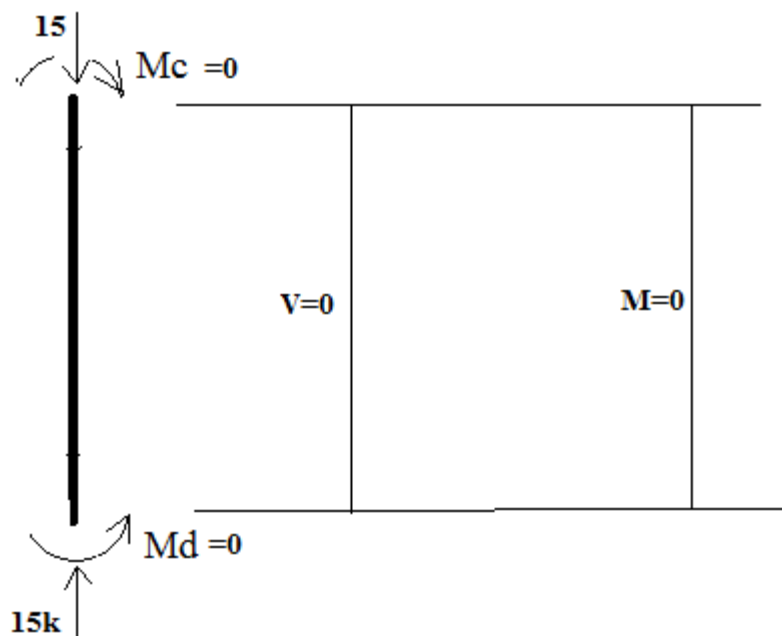
$$R_C = 15K$$

$$\sum M_C = 0$$

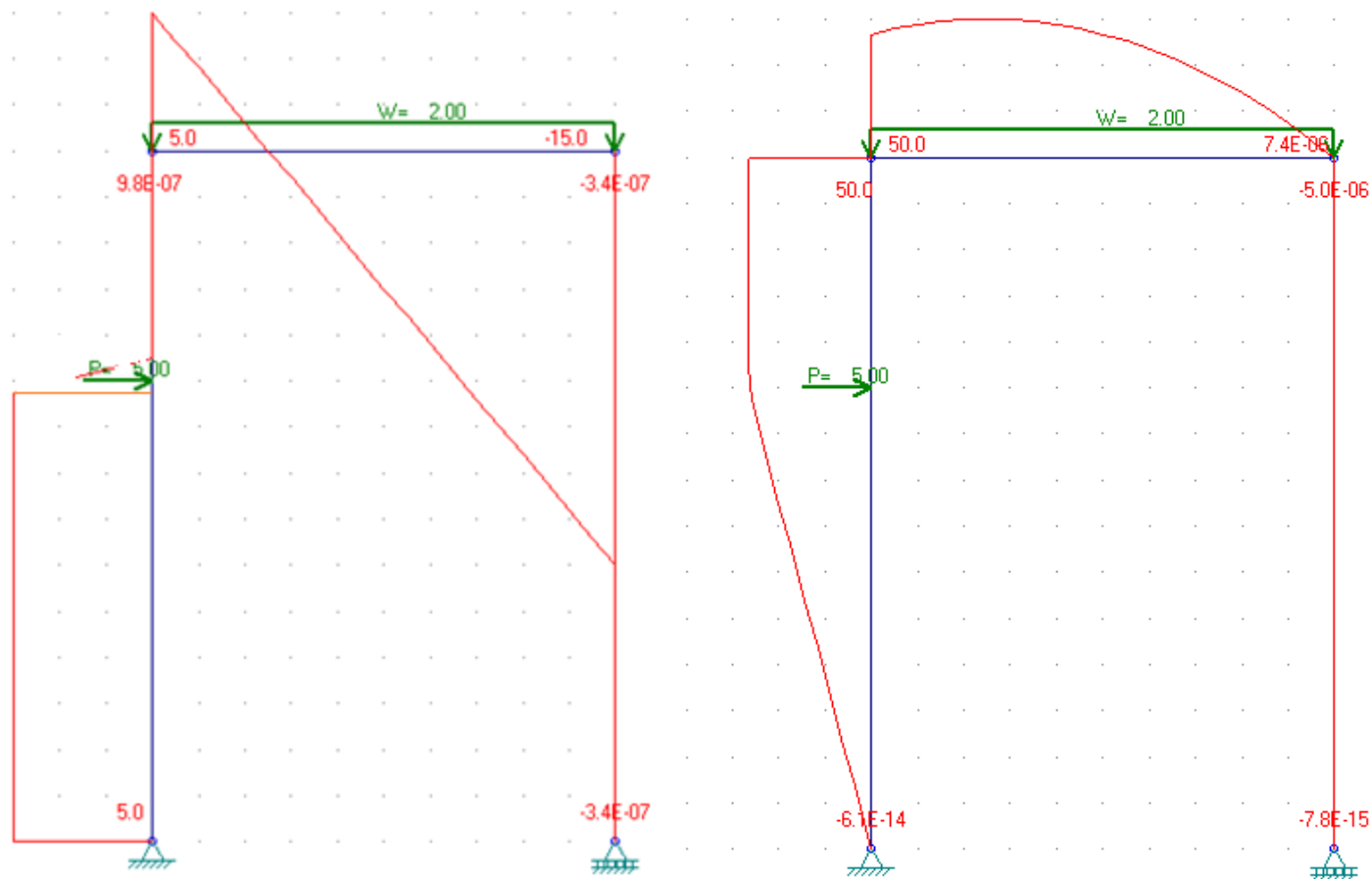
$$(5 \times 10) - (2 \times 10 \times 5) + 50 - M_C = 0$$

$$M_C = 0$$





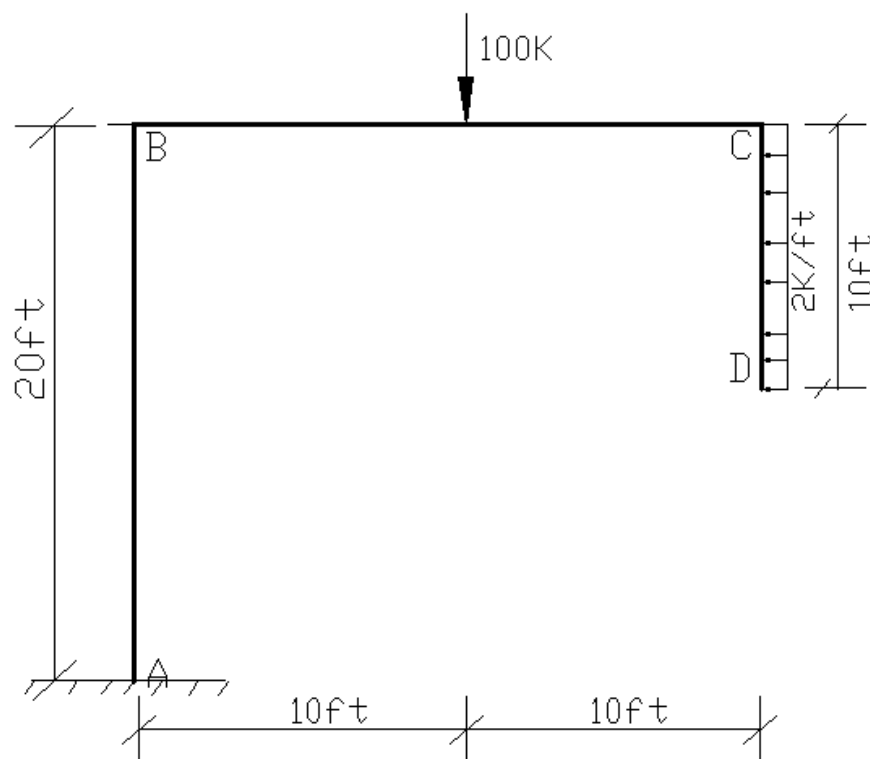
Final shear force and bending moment diagram



عرضی قوی ډیاگرام

انحنایی مومنټ ډیاگرام

مثال ۲: د ورکړل شوی چوکاټ معین والي معلوم کړی او تحلیل یې کړی.



حل:

Step: 01 Determinacy

$$S.I = 3m + r - 3j = 3(3) + 3 - 3(4) = 0 \quad \text{معین سیستم}$$

Step: 01 free body diagram and reactions

$$\sum F_y = 0$$

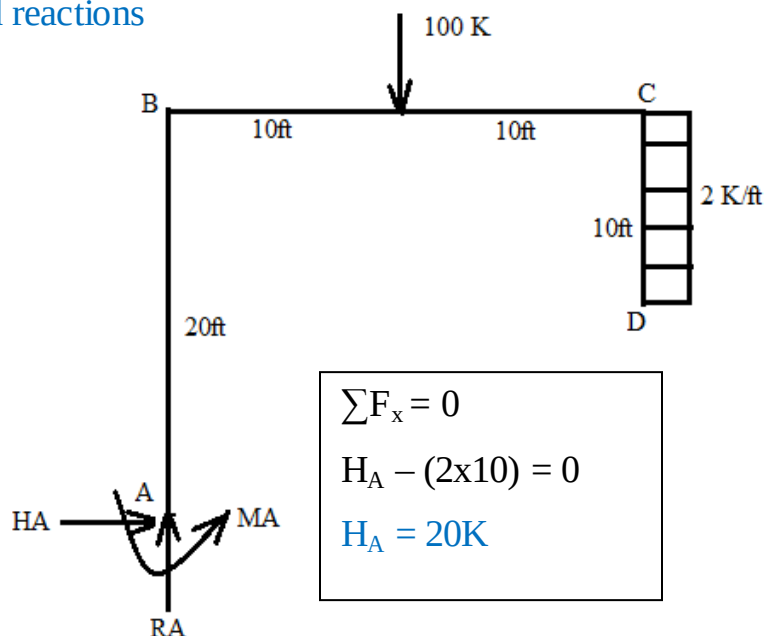
$$R_A - 100 = 0$$

$$R_A = 100K$$

$$\sum M_A = 0$$

$$-M_A + (100 \cdot 10) - (2 \cdot 10 \cdot 15) = 0$$

$$M_A = 700K\text{-ft}$$



Step: 03 Shear force and bending moment diagram for each member

Member AB

$$\sum F_x = 0$$

$$-H_B + (20) = 0$$

$$H_B = 20K$$

$$\sum F_y = 0$$

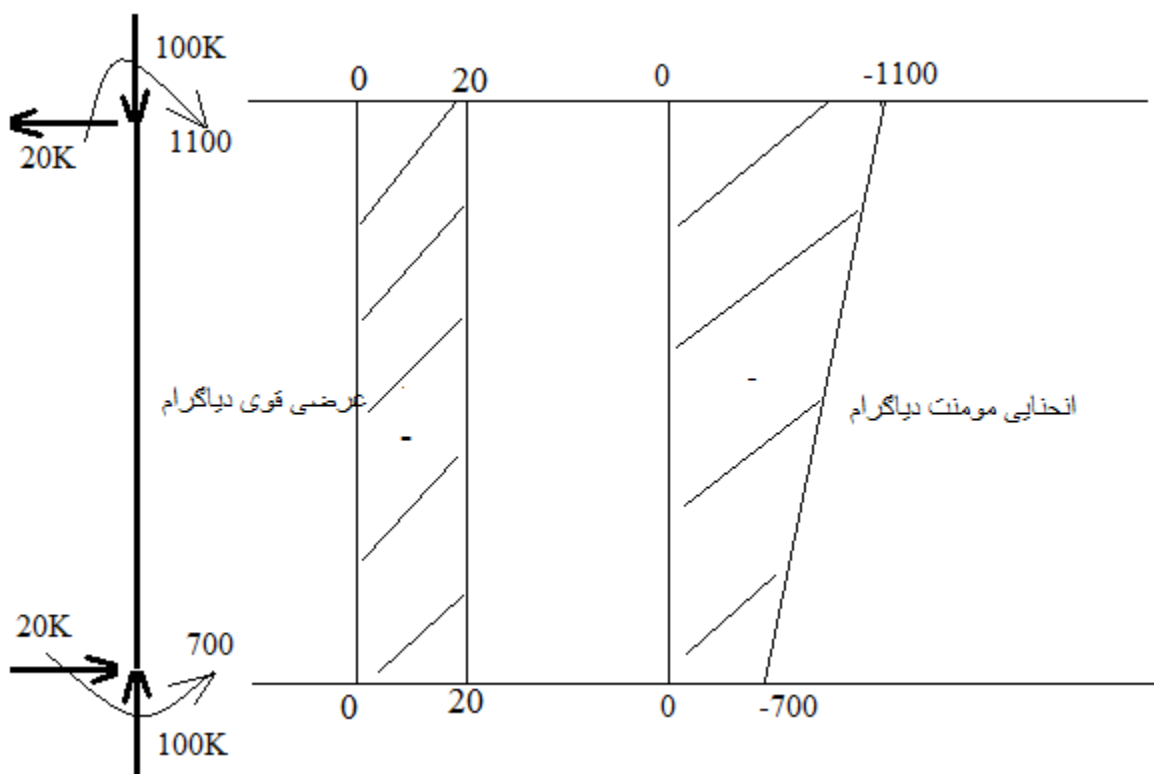
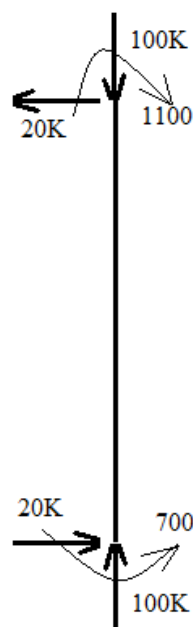
$$100 - R_B = 0$$

$$R_B = 100k$$

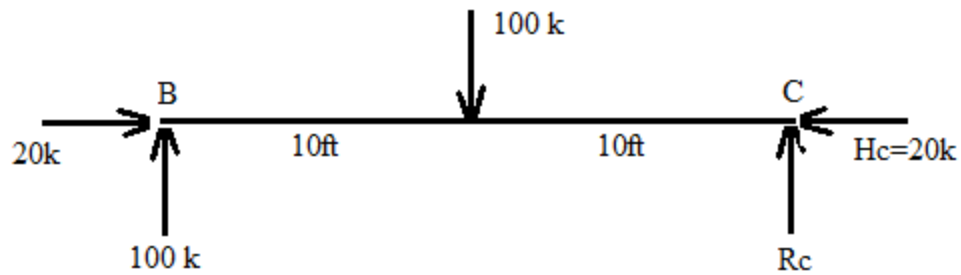
$$\sum M_B = 0$$

$$M_B - 700 - (20 \times 20) = 0$$

$$M_B = 1100K\text{-ft}$$



Member BC



$$\sum F_y = 0$$

$$100 - 100 + R_C = 0$$

$$R_C = 0$$

$$\sum M_C = 0$$

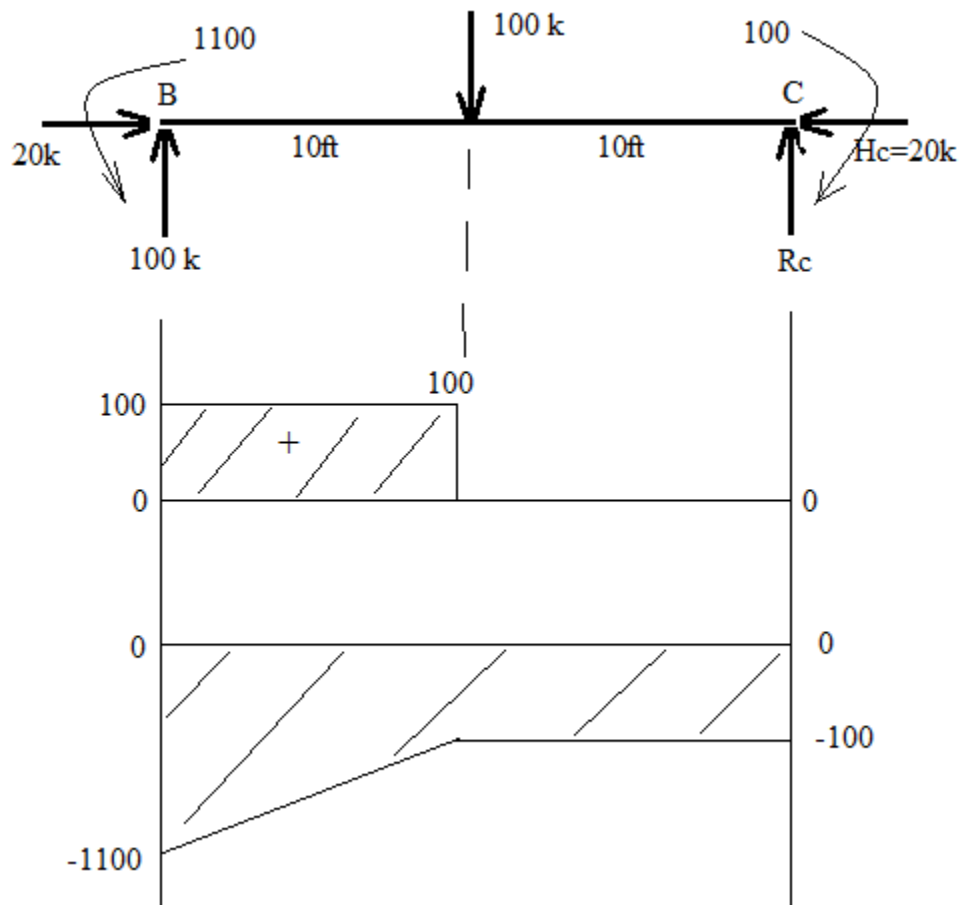
$$M_C - 1100 - (100 \times 10) + (100 \times 20) = 0$$

$$M_C = 100K\text{-ft}$$

$$\sum F_x = 0$$

$$-H_C + 20 = 0$$

$$H_C = 20K$$



Member CD

$$\sum F_x = 0$$

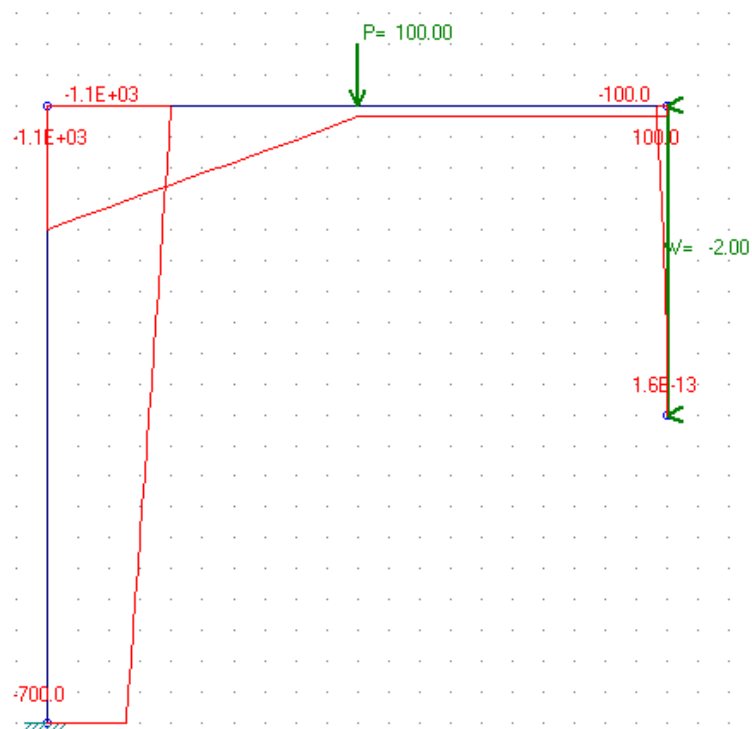
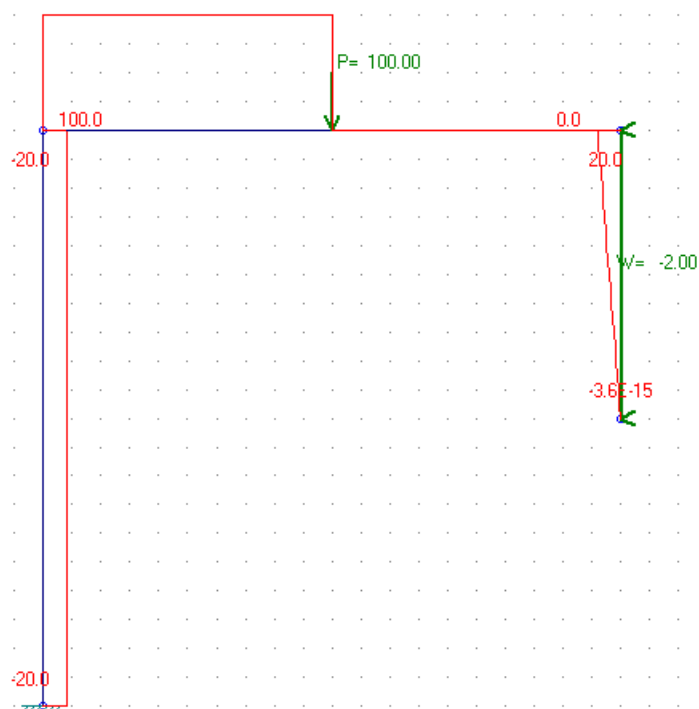
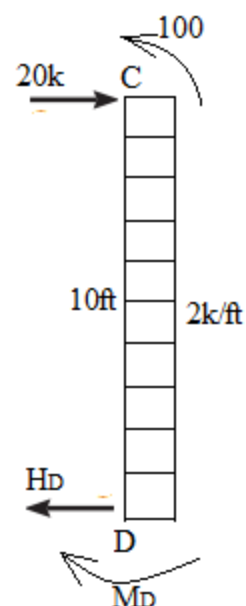
$$20 - (2 \times 10) + H_D = 0$$

$$H_D = 0$$

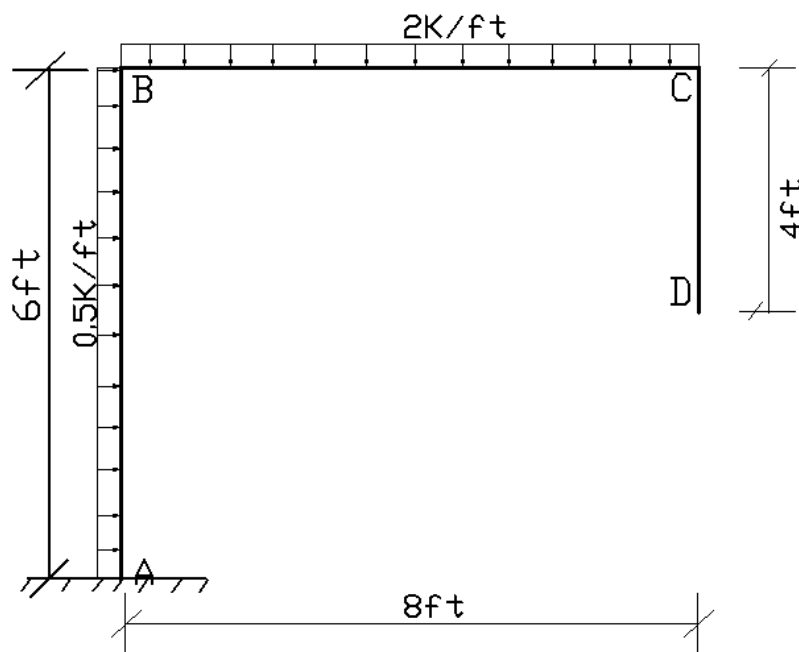
$$\sum M_D = 0$$

$$+M_D + (20 \times 10) - (2 \times 10 \times 5) - (100) = 0$$

$$M_D = 0$$



مثال ۳: ورکړل شوی چوکاټ تحلیل کړی او د هرې برخې د عرضي قوې او مومنټ ډیاگرام
په رسم کړی.



حل:

Step: 01 Determinacy

$$S.I = 3m + r - 3j = 3(3) + 3 - 3(4) = 0 \quad \text{معین سیستم}$$

Step: 01 free body diagram and reactions

$$\sum F_y = 0$$

$$R_A - 16 = 0$$

$$R_A = 16K$$

$$\sum M_A = 0$$

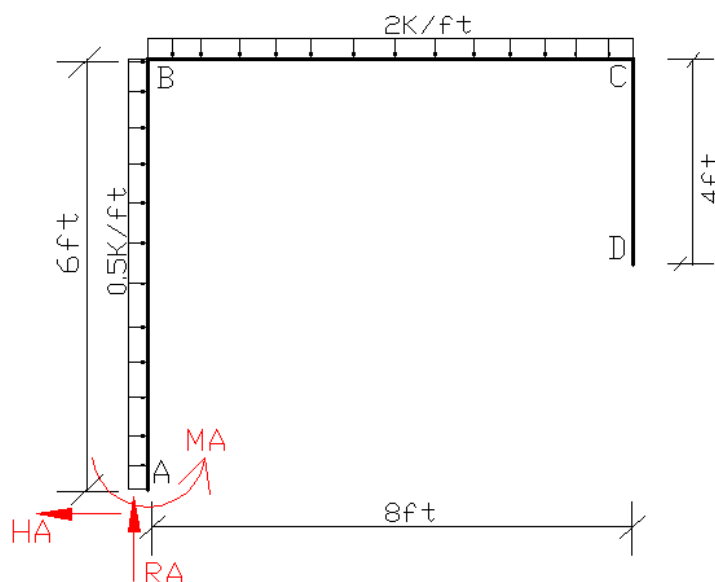
$$-M_A + (0.5 \times 6 \times 3) + (2 \times 8 \times 4) = 0$$

$$M_A = 73K\text{-ft}$$

$$\sum F_x = 0$$

$$-H_A + (0.5 \times 6) = 3K$$

$$H_A = 3K$$



Step: 03 Shear force and bending moment diagram for each member

Member AB

$$\sum F_x = 0$$

$$H_B - 3 = 0$$

$$H_B = 3K$$

$$\sum F_y = 0$$

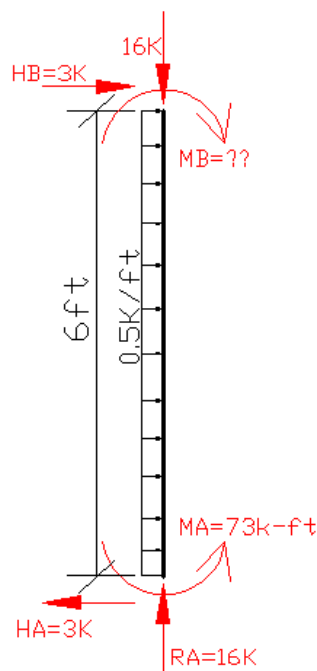
$$16 - R_B = 0$$

$$R_B = 16k$$

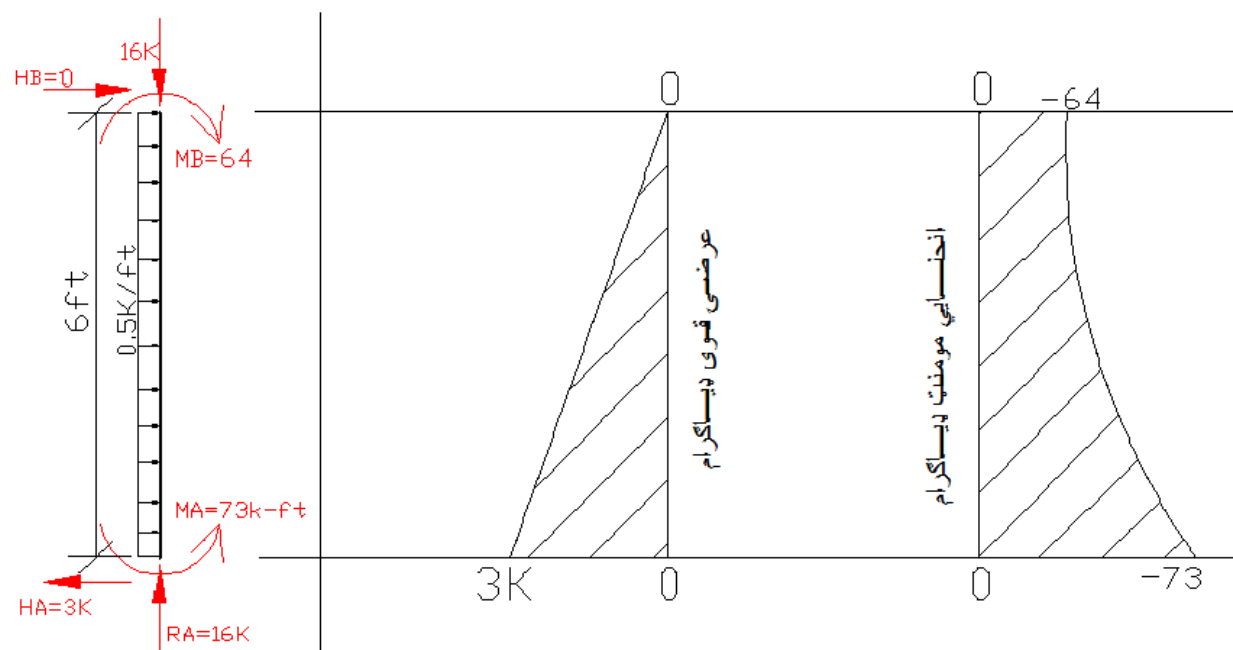
$$\sum M_B = 0$$

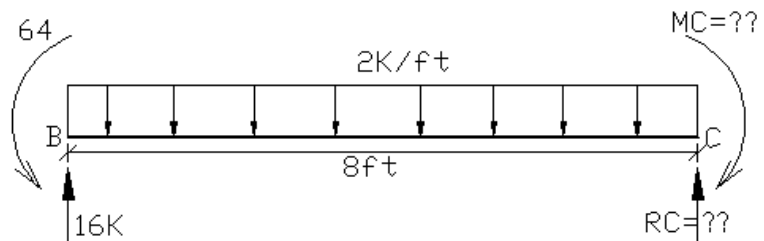
$$M_B - 73 + (0.5 \times 6 \times 3) = 0$$

$$M_B = 64K\text{-ft}$$



Shear force and Bending Moment Diagrams





Member BC

$$\sum F_y = 0$$

$$16 - 16 + R_C = 0$$

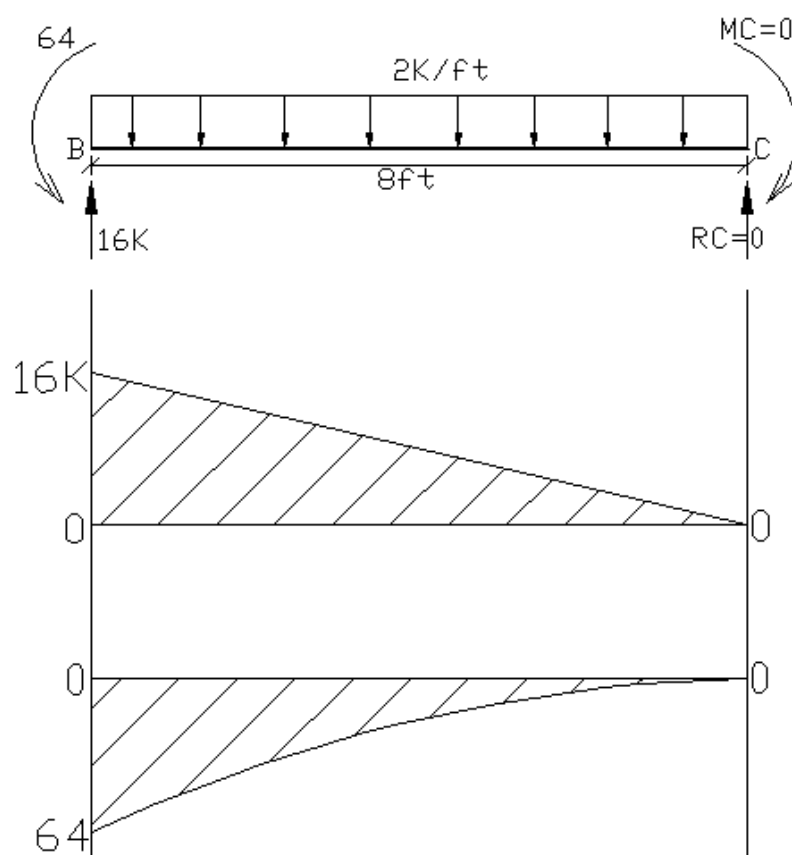
$$R_C = 0$$

$$\sum M_C = 0$$

$$M_C - 64 - (2 \times 8 \times 4) + (16 \times 8) = 0$$

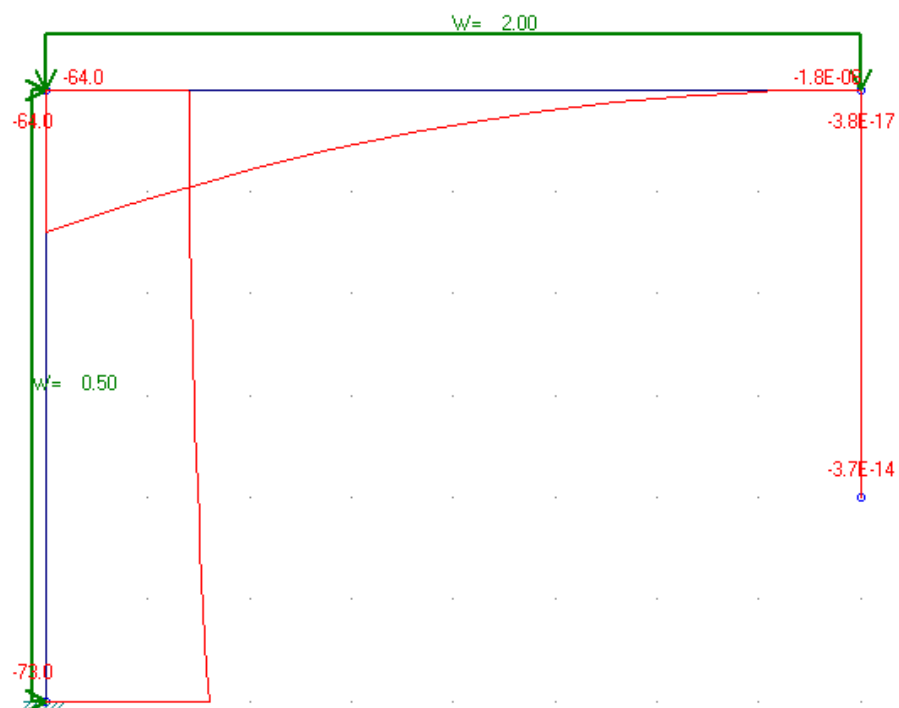
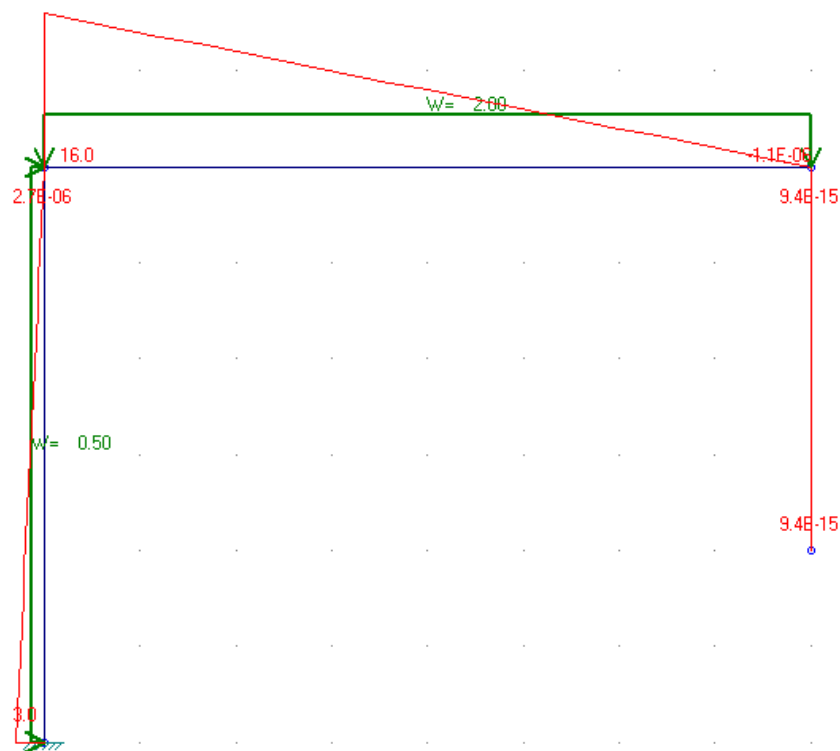
$$M_C = 0$$

Shear force and Bending Moment Diagrams



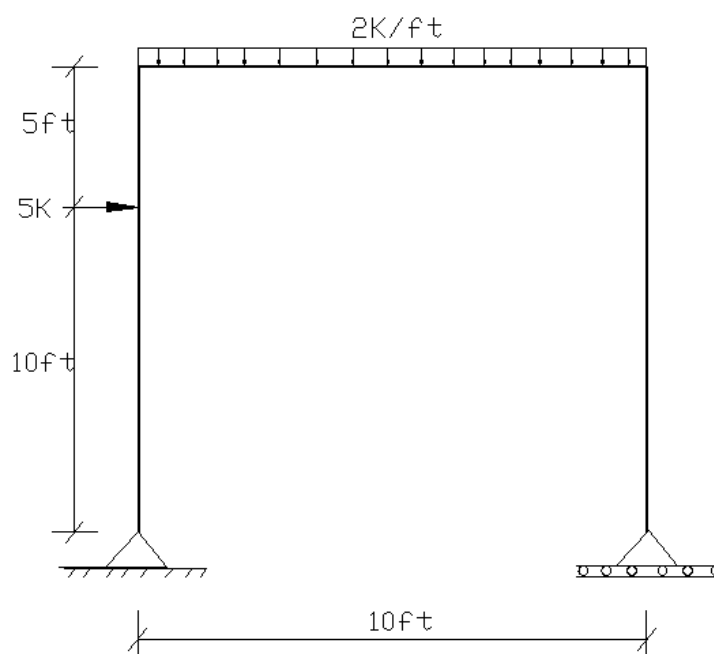
Member CD

There is no force acting on this member

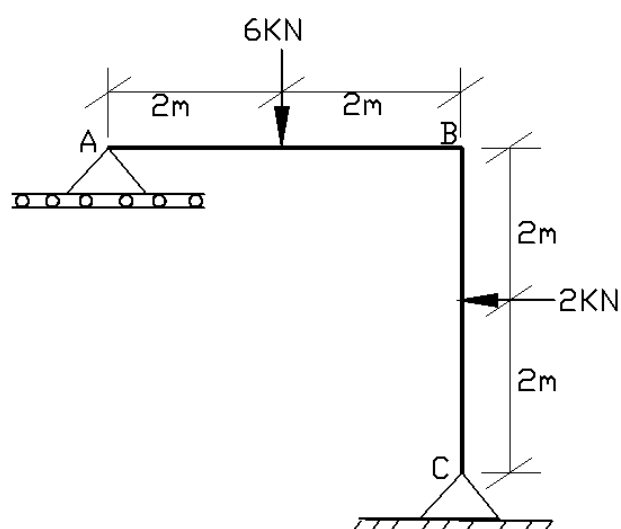


Exercise (تمرین)

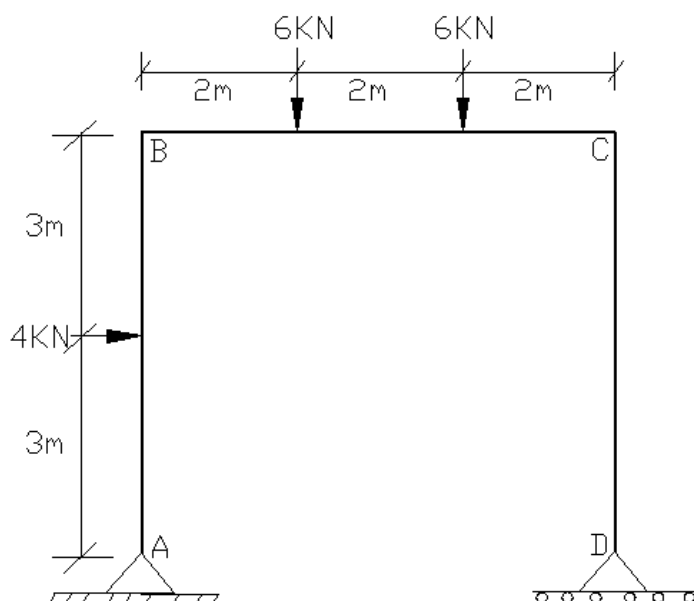
1) ورکړل شوی چوکاټ تحلیل کړی او د هرې برخې د عرضي قوې او مومنټ ډیاگرام یی رسم کړی.



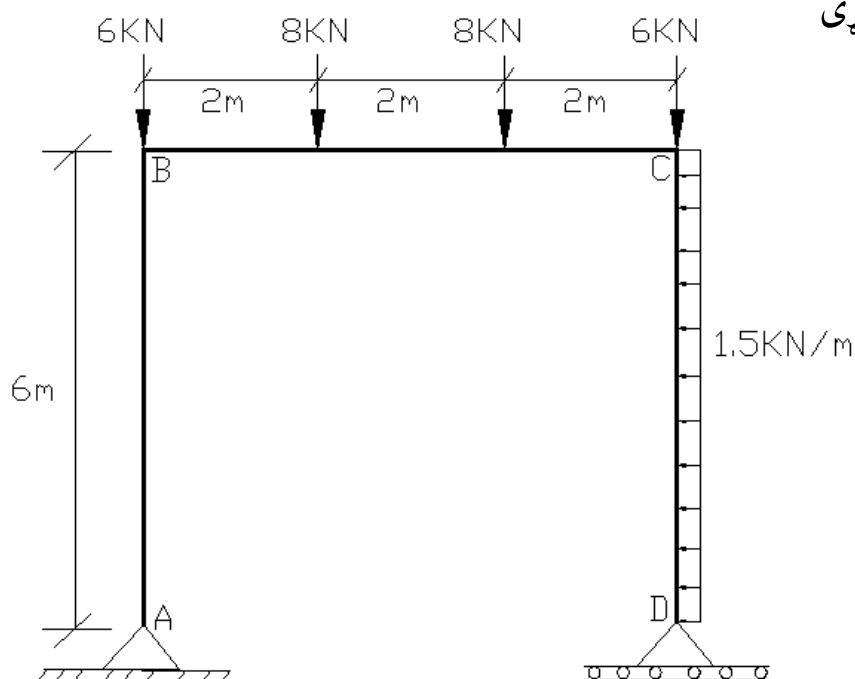
2) ورکړل شوی چوکاټ تحلیل کړی او د هرې برخې د عرضي قوې او مومنټ ډیاگرام یی رسم کړی.



(3) ورکړل شوی چوکاټ تحلیل کړی او د هرې برخې د عرضي قوې او مومنټ ډیاگرام یی
رسم کړی



(4) ورکړل شوی چوکاټ تحلیل کړی او د هرې برخې د عرضي قوې او مومنټ ډیاگرام یی
رسم کړی



دریم خپرکی

دمعین ساختمانو تاثیر خط

Influence line of statically determinate structures



پلونه د عراده جاتو وزن او ځیني نور چاپیریالی بارونو لپاره ډیزاین کیږي ، د نوموړي ساختمان د ډیزاین په وخت باید هغه ټول بارونه کوم چي د ریل گاډي له امله په پل واردیږي په پام کی ونیول شي ، په داسی حال کی تاثیر خط د پل د مختلفو برخو په ډیزاین کی ډیر مهم رول لوبوی.

تأثير خط

Influence Line

تأثير خط د يو گراف څخه عبارت دي، کوم چي د متحرک عامل د قيمت تغير (اتکايږ عکس العملونه او داخلي قويل لکه عرضی قوه ، انحنایي مومنټ) د ساختمان په مختلفو ټکو کي بنیي غیرمتحرک بارونه : په ساختمانونو باندی غیرمتحرک بارونه عبارت دي له ساختمان خپل وزن ، او د هغه عناصرو وزن څخه کوم چي په ساختمان باندی موقتي یا دائمي قرارلری .

متحرک بارونه : په ساختمانونو باندی متحرک بارونه عبارت دي له هغه ترانسپورتي وسایلو د وزن څخه چي په پلونو باندی تیریري

د تأثير خط اهميت :

تأثير خط د هغه ساختمانونو په ډيزاين کی ډیر مهم رول لوبه وی کوم چی له ډیر دروند بار (ژوندی بار) زغملو لپاره پکار وی .

څرنگه چی پوهیږو د عرضی قوی او مومنټ ډیاگرام د خارجی عاملو د اغیزی ډیر دقیق معلومات راکوی همدا راز تأثير خط د متحرک بارونو د اغیزی تغيرات د ساختمان په مختلفو ټکو کی رانبايي چی کله یو متحرک بار ساختمان څخه تیریري د نوموړی ساختمان په مختلفو نقطو کی بی تاثیر په څه ډول تغير خوری او کوم ټکی یی اعظمی او اصغری تاثیر لری .

تأثير خط د ساختمان په یو معلوم ټکی کی د غبرگون ، پریکونکو قوو ، مومنټ او همدا رنگه د deflection په اړه ډیر مناسب معلومات راکوی .

د پورته تشریح شویو وجوهاتو پر بنسټ وئیلی شو چی تأثير خط د پلونو ، ریل پټلی او ځینی نور ساختمانونه چی د متحرک بارونو لپاره استعمالیږي ، په ډيزاين کی ډیر ارزښت لری .

د مومنت ډیاگرام او تاثیر خط تر منځ توپیر

دا ډیر مهم دی چی د عرضی قوی یا مومنت ډیاگرام او تاثیر خط تر منځ توپیر وپیژنو. تاثیر خط د متحرک بارونو اغیزه د ساختمان په مختلفو ټکو کی بنودلو لپاره استعمالیږی او مومنت ډیاگرام یا د پریکونکو قوو ډیاگرام د ساکنو یا ځای پر ځای ولاړ بارونو اغیزه د ساختمان په ټولو نقطو کی بنودلو لپاره تری استفاده کیږی.

د تاثیر خط کارولو کرنلاره

د ساختمان په یوه ټاکلی نقطه کی د عکس العمل ، عرضی قوی یا مومنت تاثیر خط رسمولو لپاره لاندی دوه طریقې لرو.

(1) واحد متحرک بار څخه په استفاده او ټول قیمتونه په جدول کی راغونډول.

✓ د ساختمان په مختلفو ځانو کی په یوه ټاکلی فاصله (X) واحد متحرک بار

کینودل او د ستاتیک څخه په استفاده د هر تابع (عرضی قوه ، مومنت ، غبرگون

(قیمت پیدا کول.

✓ که چیرته د اتکائی غبرگون تاثیر خط رسمول مطلوب وی ، هغه عکس العملونه

چی جهت ئی پورته وی مثبت بلل کیږی.

✓ که چیرته د عرضی قوی یا د مومنت تاثیر خط په یوه ټاکلی نقطه کی کارل مطلوب

وی هغه سیستم څخه استفاده کیږی کوم چی د مومنت یا د پریکونکو قوو

ډیاگرامونه رسمولو لپاره استعمال شوی وو.

✓ د ټولو معین ستاتیکی ګاډرونو تاثیر خط به په مستقیم خطی برخو مشتمل وی .

✓ د غلطیو مخنیوی لپاره باید لومړی یو جدول کی ټول قیمتونه یوځای شی او بیا ئی

ګراف رسم شی.

(2) د تاثیر خط معادلی په واسطه :

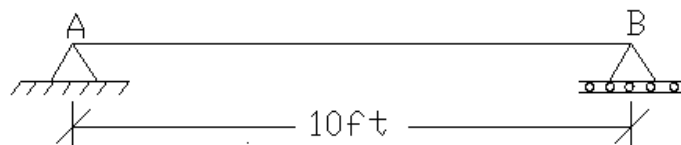
کولی شو چی تاثیر خط رسم کړو که چیرته لومړی یو ځای بدلیدونکې واحد بار د ساختمان په یوه نقطه د یوې اتکاء څخه په یو څه فاصله (x) فرض کړو او بیا د مطلوب تابع (عرضی قوه ، انحنایی مومنټ یا عکس العمل) لپاره یوه رابطه لاس ته راوړو ترڅو وکولی شو د ساختمان په هره نقطه کی د M ، V یا R قیمتونه پیدا کړو او ګراف یی رسم کړو.

په همدې ډول مختلفو خطی برخو لپاره رابطی لاس ته راوړو او تاثیر خط یی رسموو.

د اتکایزو غبرگونونو د تاثیر خط کاږل (Influence line of support reactions)

۱. د ساده اتکایي گاډرونو د تاثیر خط کاږل:

مثال: ۱ د ورکړل شوي ساده اتکایي گاډر په A اتکاء د عمودي غبرگون (vertical reaction) تاثیر خط وکاږي.



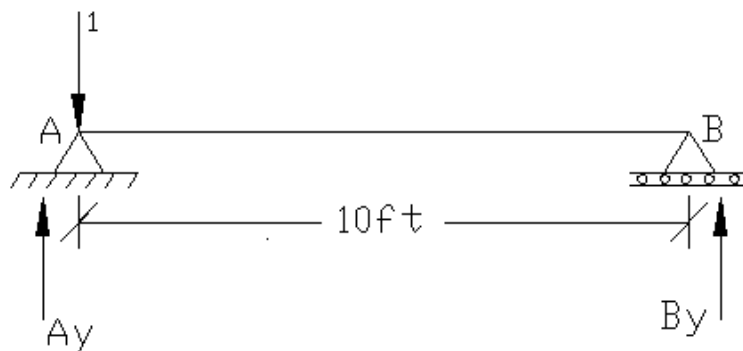
حل: کله چی $(x=0)$ وی واحد متحرک بار له امله په A ټکي کي عکس العمل (A_y) پيدا کوو.

$$\sum M_B = 0$$

$$A_y (10) - 1(10) = 0$$

$$A_y = 1$$

$$B_y = 0$$



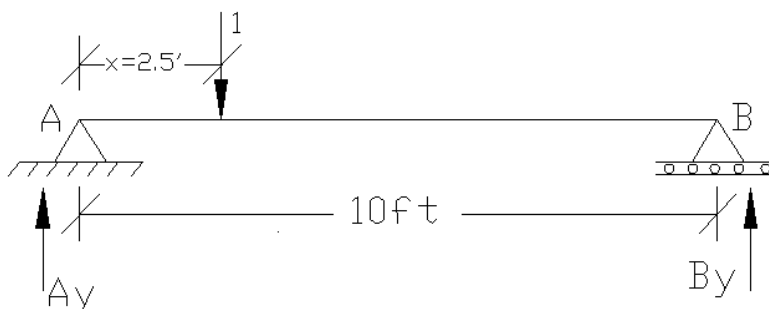
(2) کله چی $(x=2.5\text{ft})$ وی واحد متحرک بار له امله په A ټکي کي عکس العمل (A_y) پيدا کوو.

$$\sum M_B = 0$$

$$A_y (10) - 1(7.5) = 0$$

$$A_y = 0.75$$

$$B_y = 0.25$$



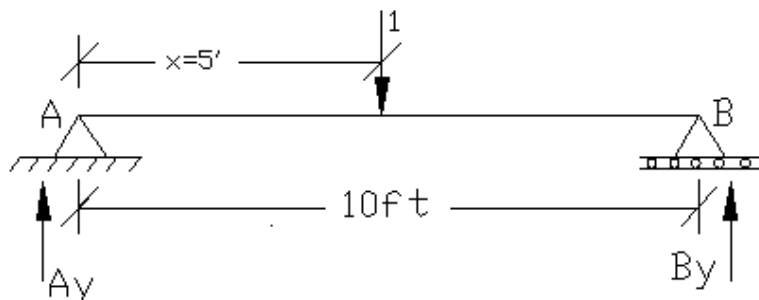
(3) کله چی $(x=5\text{ft})$ وی واحد متحرک بار له امله په A ټکي کي عکس العمل (A_y) پيدا کوو.

$$\sum M_B = 0$$

$$A_y (10) - 1(5) = 0$$

$$A_y = 0.5$$

$$B_y = 0.5$$



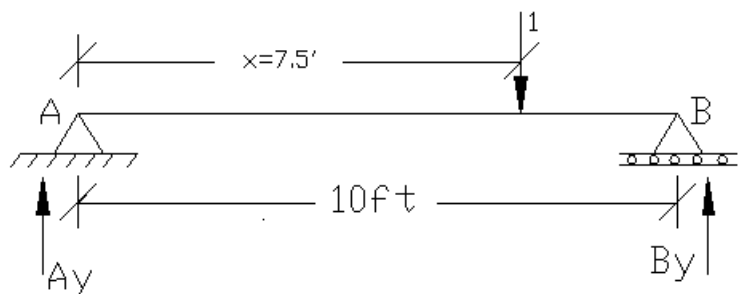
(4) کله چی $(x=7.5\text{ft})$ وی واحد متحرک بار له امله په A ټکي کي عکس العمل (A_y) پيدا کوو.

$$\sum M_B = 0$$

$$A_y (10) - 1(2.5) = 0$$

$$A_y = 0.25$$

$$B_y = 0.75$$



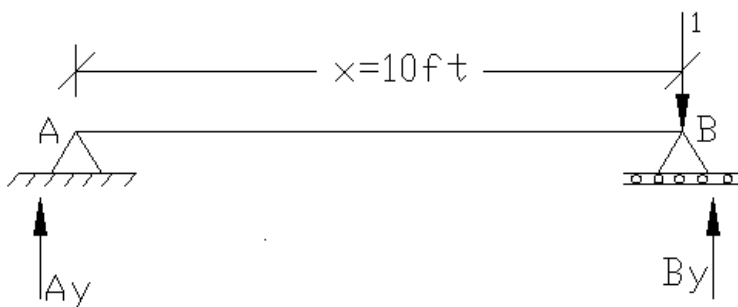
(5) کله چی $(x=10\text{ft})$ وی واحد متحرک بار له امله په A ټکي کي عکس العمل (A_y) پيدا کوو.

$$\sum M_B = 0$$

$$A_y (10) - 1(0) = 0$$

$$A_y = 0$$

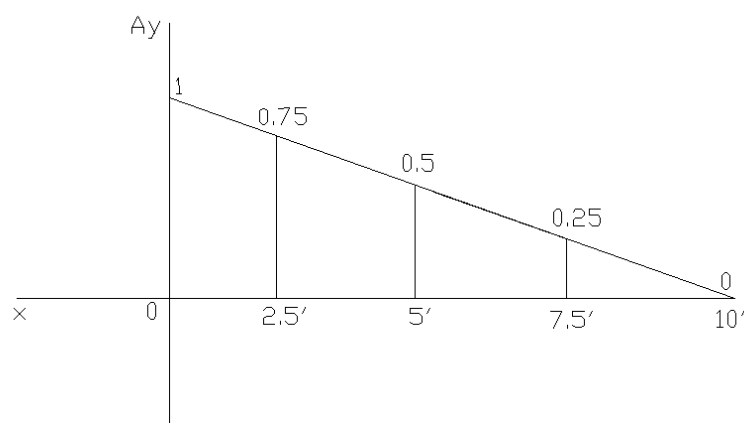
$$B_y = 1$$



جدول:

X(ft)	A_y
0	1
2.5	0.75
5	0.5
7.5	0.25
10	0

تأثير خط:

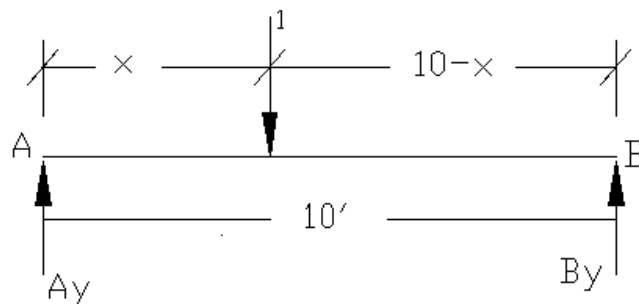


تأثير خط معادله (Influence line equation)

$$\sum M_B = 0$$

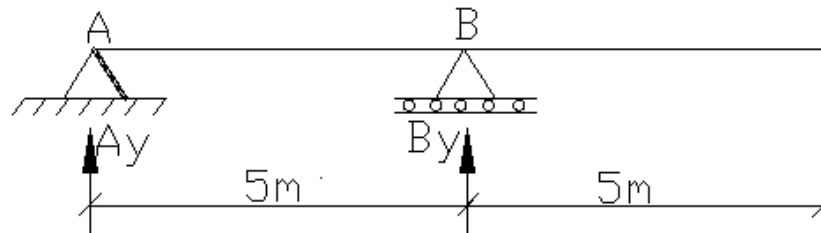
$$A_y (10) - 1(10-x) = 0$$

$$A_y = 1 - \frac{x}{10}$$



۲. کنسول لرونکي ساده اتکا لرونکي ګاډرونو تاثیر خط

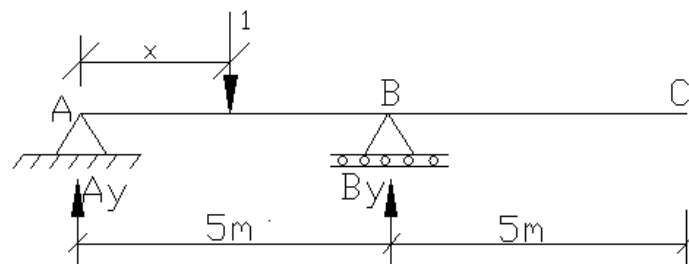
مثال: ۲ د ورکړل شوي کنسول لرونکي ساده اتکا لرونکي ګاډر په B اتکا د عمودي عکس العمل (vertical reaction) تاثیر خط وکاري.



حل:

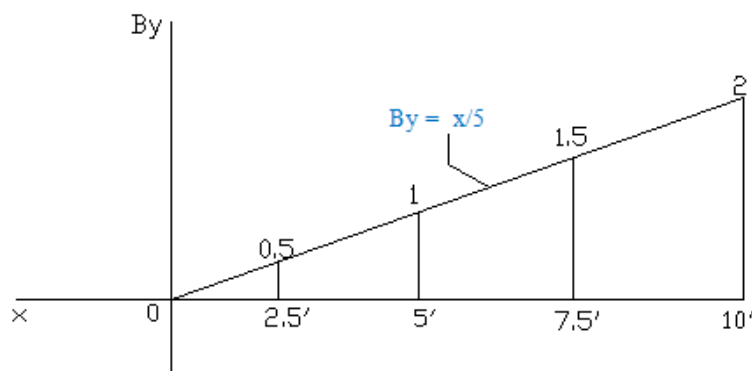
د تاثیر خط معادله (Influence line equation)

$$\begin{aligned}\sum M_A &= 0 \\ -B_y(5) + 1(x) &= 0 \\ B_y &= \frac{x}{5}\end{aligned}$$



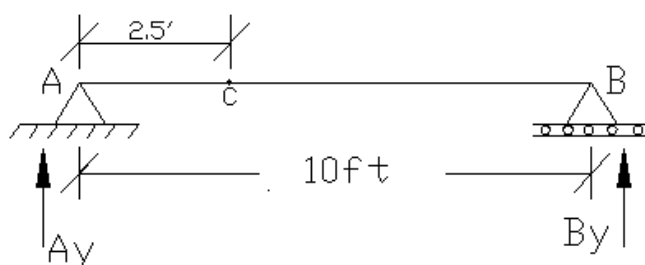
تأثير خط:

جدول:

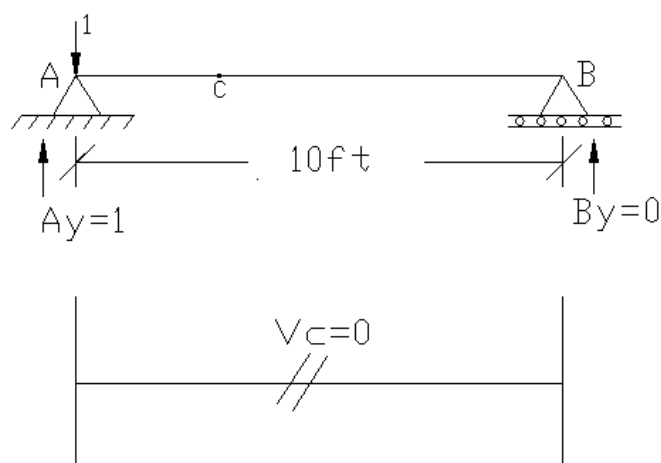


X(ft)	B _y
0	0
2.5	0.5
5	1
7.5	1.5
10	2

مثال: ۳ د ورکړل شوي بيم په C ټکي کې د عرضي قوي تاثير خط وکاري.



حل:



$$V_C = ?? \quad x = 0 \quad (1)$$

$$\sum M_A = 0$$

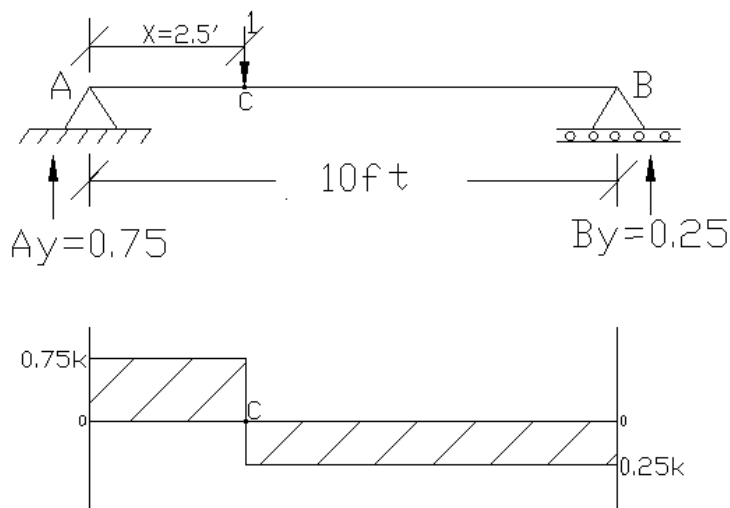
$$- B_y (10) + 1(0) = 0$$

$$B_y = 0$$

$$A_y = 0$$

$$V_C = ?? \quad X = 2.5 \text{ ft} \quad (2)$$

پوهیږو چی په C ټکی کی مثبت او منفي عرضی قوه موجوده ده لهذا اول منفي او بیا مثبت شییر پیدا کوو.



$$\sum M_A = 0$$

$$- B_y (10) + 1(2.5) = 0$$

$$B_y = 0.25$$

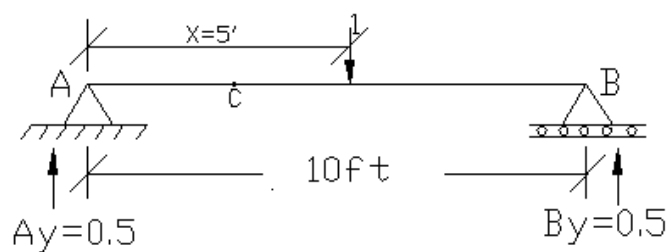
$$A_y = 0.75$$

$$X = 0$$

$$V_C = +0.75, -0.25$$

$$V_C = ??$$

$$X = 5\text{ft} \quad \textcolor{blue}{3}$$

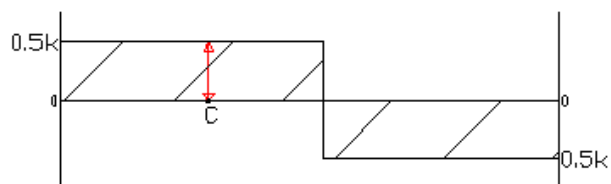


$$\sum M_A = 0$$

$$- B_y (10) + 1(5) = 0$$

$$B_y = 0.5$$

$$A_y = 0.5$$

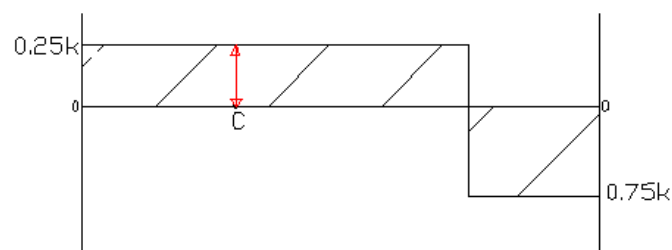
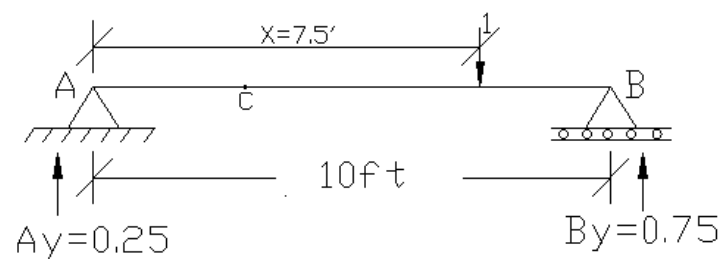


$$X = 0$$

$$V_C = + 0.5$$

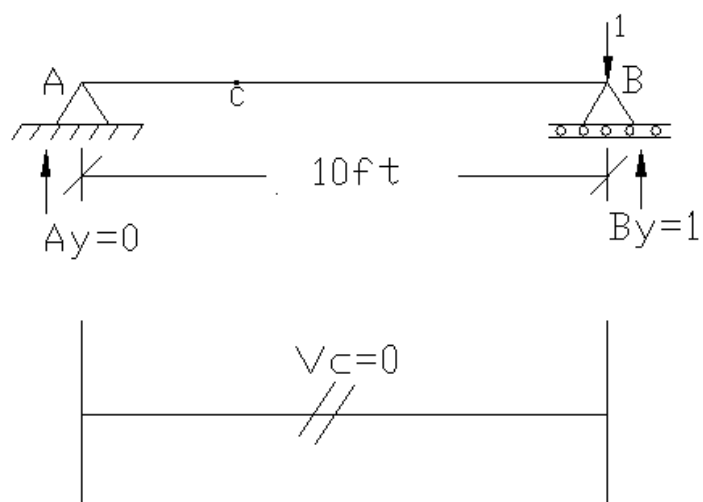
$$V_C = ??$$

$$X = 7.5\text{ft} \quad \textcolor{blue}{4}$$



$$V_C = ??$$

$$X = 10 \text{ ft} \quad 5$$



$$\sum M_A = 0$$

$$- B_y (10) + 1(0) = 0$$

$$B_y = 1$$

$$A_y = 0$$

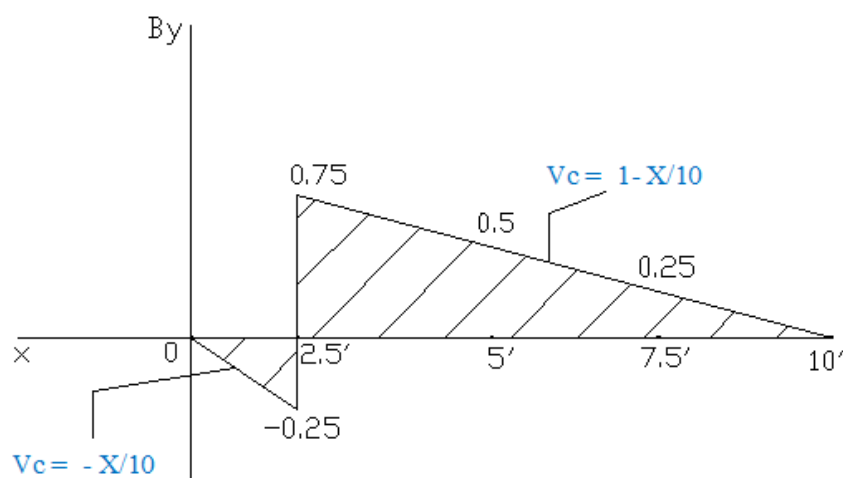
$$X = 10$$

$$V_C = 0$$

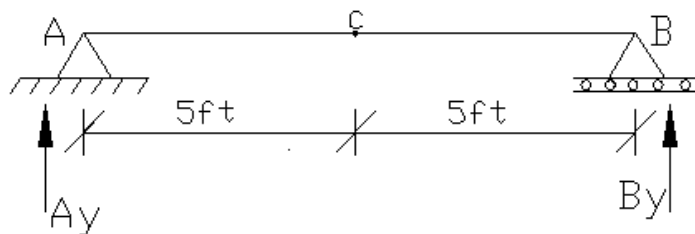
جدول:

X(ft)	V_C
0	0
2.5	-0.25, +0.75
5	0.5
7.5	0.25
10	0

V_C لپاره د تاثیر خط:



مثال: د ورکړل شوی بيم په C ټکي کي د مومنټ لپاره تاثير خط وکاري.



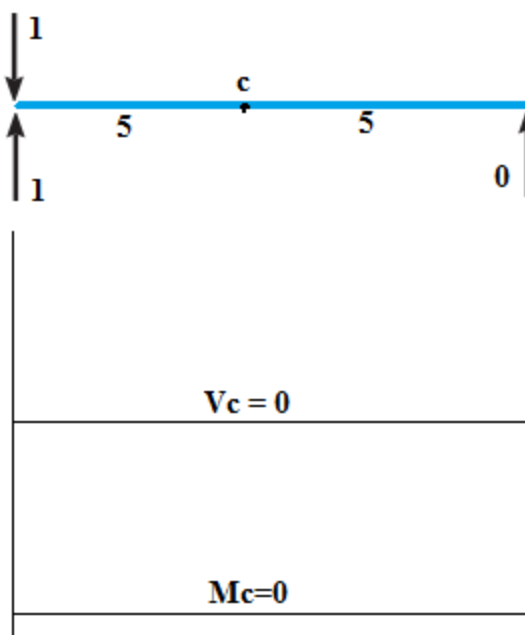
حل:

لومړی پړاو:

Apply unit load at $x=0$

$$R_A = 1$$

$$R_B = 0$$



دوئم پړاو:

Apply unit load at $x=2.5$ ft

$$\sum M_B = 0$$

$$10R_A - (1 \times 0.75) = 0$$

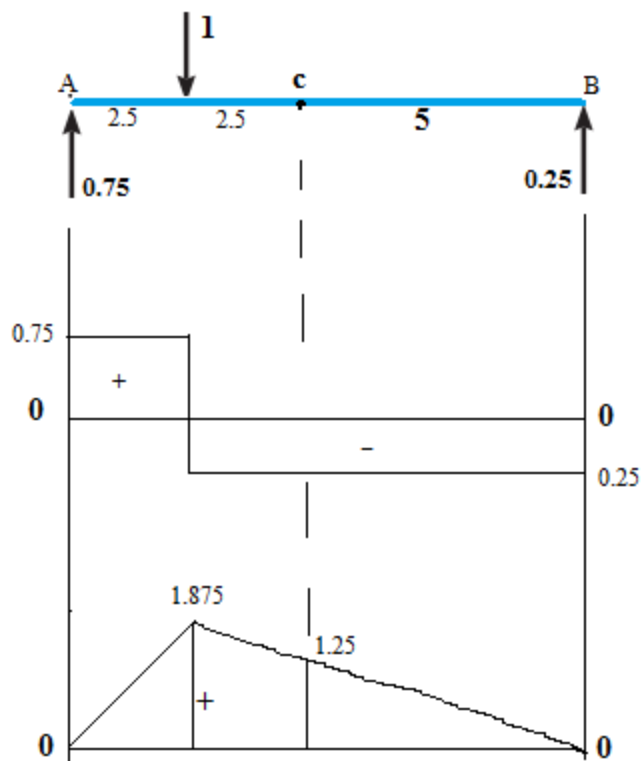
$$R_A = 0.75$$

همدارنگه

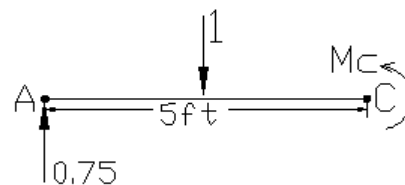
$$\sum F_y = 0$$

$$0.75 - 1 + R_B = 0$$

$$R_B = 0.25$$



Section at C



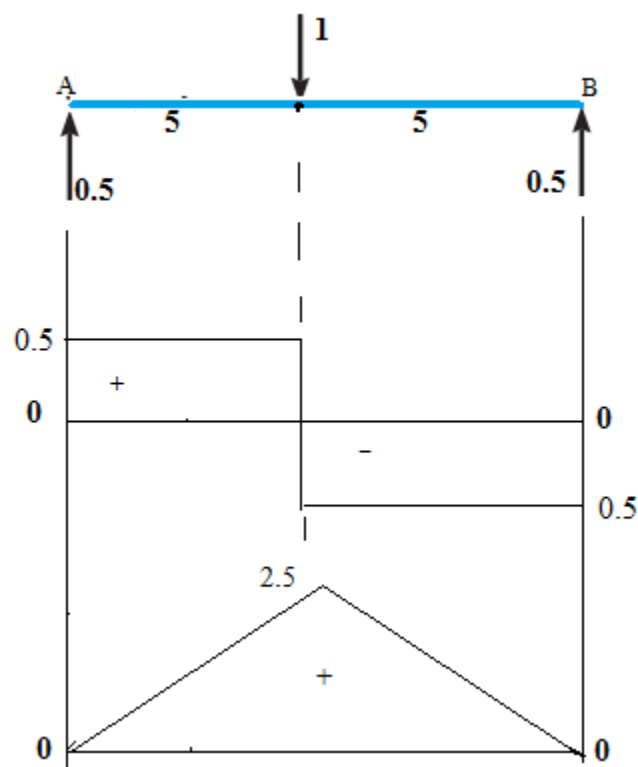
$$\sum M_C = 0$$

$$-M_C - 1(2.5) + 0.75(5) = 0$$

$$M_C = 1.25$$

دریم پراو:

Apply unit load at $x=5$ ft



$$\sum M_B = 0$$

$$10R_A - (1 \times 5) = 0$$

$$R_A = 0.5$$

$$\sum F_y = 0$$

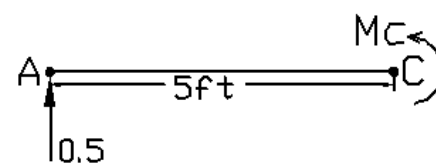
$$0.5 - 1 + R_B = 0$$

$$R_B = 0.5$$

$$\sum M_C = 0$$

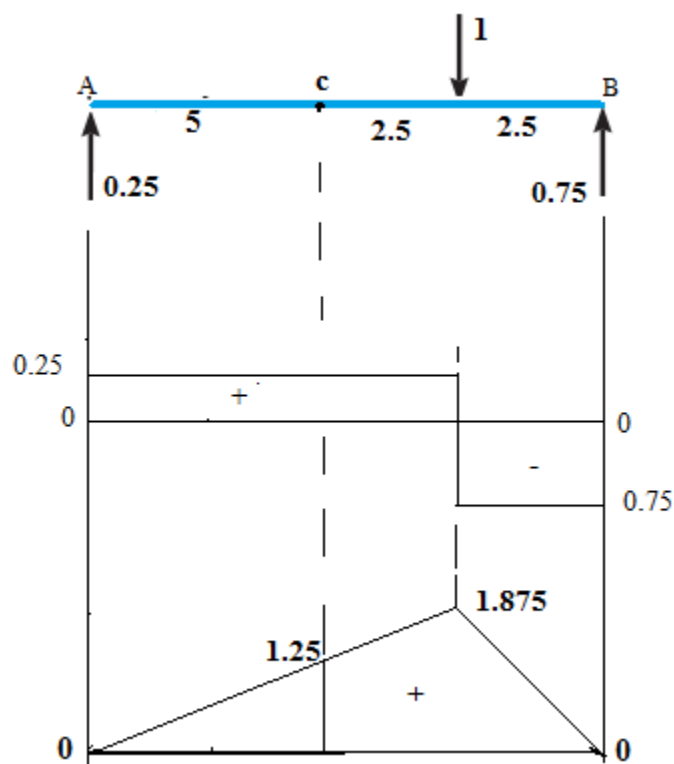
$$-M_C + 0.5(5) = 0$$

$$M_C = 2.5$$



خلورم پړاو:

Apply unit load at $x=7.5\text{ft}$



$$\sum M_B = 0$$

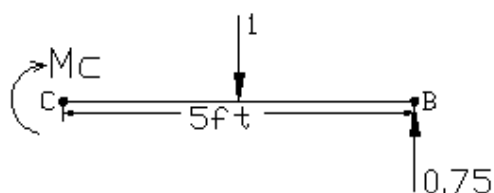
$$10R_A - (1 \times 2.5) = 0$$

$$R_A = 0.25 \quad \text{همدارنگه} \quad R_B = 0.75$$

$$\sum M_C = 0$$

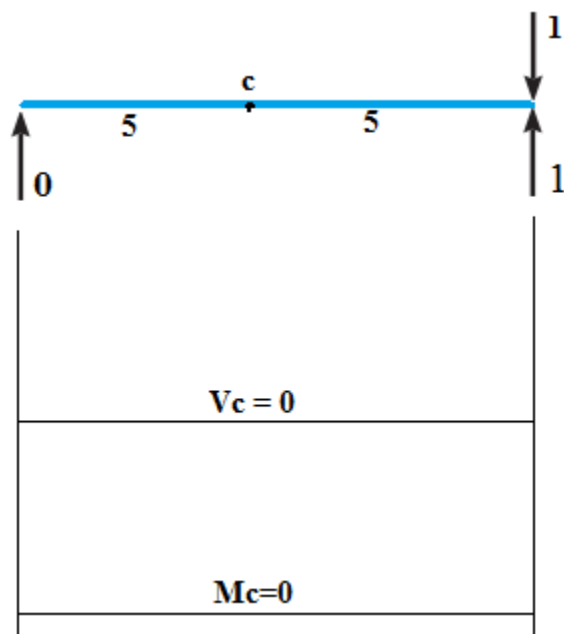
$$M_C + 2.5 - 0.75(5) = 0$$

$$M_C = 1.25$$



پنځم پړاو:

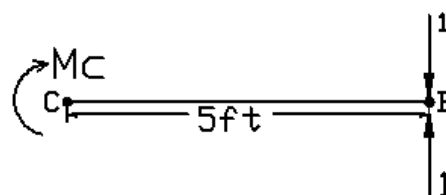
Apply unit load at $x=10\text{ft}$



$$R_A = 0 \quad \sum M_C = 0$$

$$R_B = 1 \quad M_C + 1(5) - 1(5) = 0$$

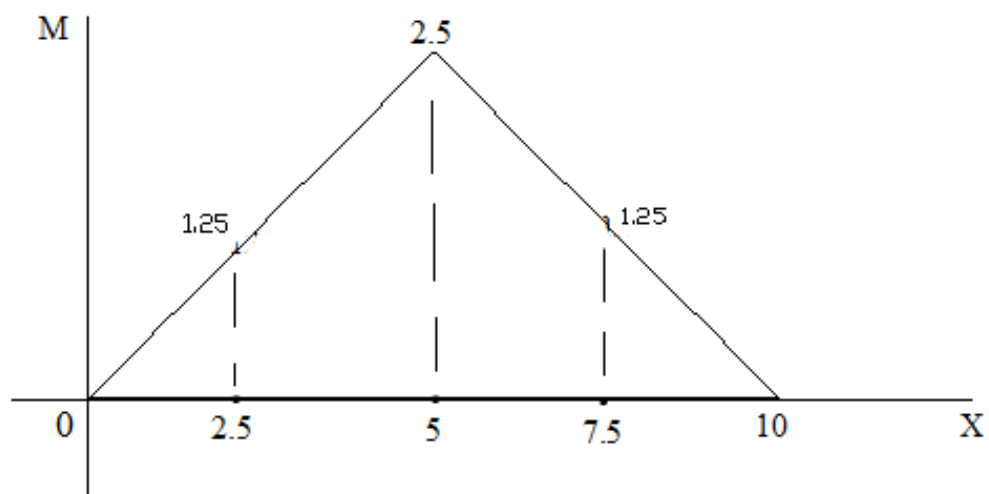
$$M_C = 0$$



جدول:

X	M_C
0	0
2.5	1.25
5	2.5
7.5	1.25
10	0

تأثير خط



د تاثیر خط کارلو لپاره د مولر برسلو قاعده (Muller-Breslau Principle)

په کال ۱۸۸۶ کی مولر برسلو د تاثیر خط په اسانۍ او چټک شکل کارلو لپاره یو قاعده وړاندې کړه چی ده عکس العمل ، عرضانی قوی ، یا ده مومنټ (Reactions, Shear, moment) تاثیر خط ده ساختمان کوږ شوی شکل (deflected shape) سره مشابهت لری کله چی پری هغه قواوی عمل وکړی د کوم لپاره چی گراف رسمول مطلوب وی.

کړنلاره (Procedure)

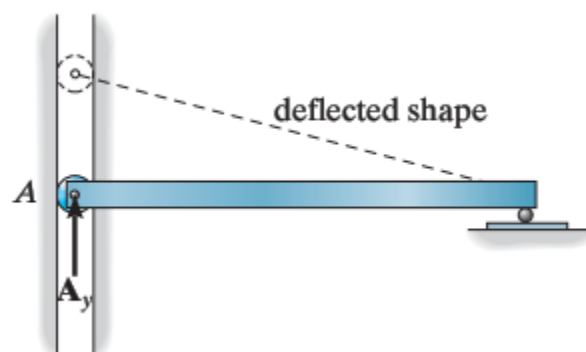
د یوی تابع (عرضانی قوی ، مومنټ ، یا عکس العمل) کوږ شوی شکل کارلو لپاره لومړی ځایر هغه ظرفیت چی نوموړی تابعگانی مزاحم کړی، د منځه وړل کیږی یعنی هغه ټکی چیرته چی تابع لپاره گراف کارل مطلوب وی د هغه ټکی څخه اتکاء د مینځه وړل کیږی (که چیرته موجوده وی) تر څو د قواو په استعمال د ځایر شکل تغیر وځوری او د تاثیر خط ئی په لاس راشی.

بیلگه:

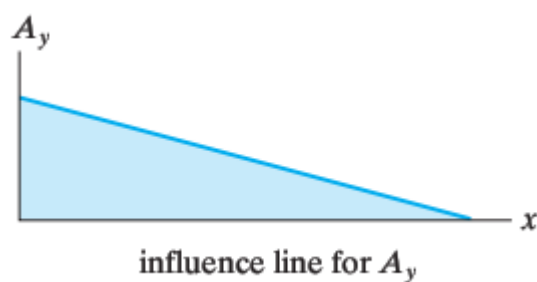
1. د ورکړل شوی ساده اتکائی ځایر په A اتکاء عمودی غبرگون لپاره که چیرته د تاثیر خط کارل غواړو، لومړی باید د A ټکی څخه اتکاء لری کړو او همدارنگه ساکنه اتکاء په عمودی رولر بدله کړو تر څو ځایر په اسانۍ سره کوږ شی.



2. کله چی د A ټکی څخه ساکنه اتکاء په عمودی رولر بدله شی او هغه عکس العمل کوم لپاره چی د تاثیر خط رسمول مطلوب وی پری ولگول شی ، ځایر د شکل په څیر کوږوالی پیدا کوی او همدا کوږ شوی شکل د تاثیر خط وی.



3. دا کوږ شوی شکل A_y لپاره د تاثیر خط عمومی شکل دی.



نوټ:

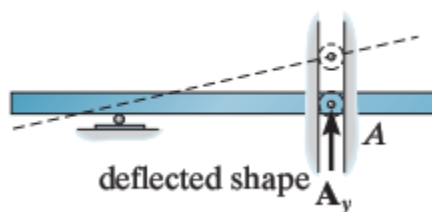
د یادونی وړ ده چی نوموړی قاعده د تاثیر خط عمومی اشکالو لپاره د استعمال وړ ده او نور هیڅ ډول معلومات نه څرگنده وی. دقیق معلوماتو لپاره پورته تشریح شوی میتودونو څخه استفاده کیږی.

مثال ۱: د ورکړل شوی بيم په A ټکي کې د عمودي غبرگون تاثیر خط وکارې. (مولر برسلو قاعده)

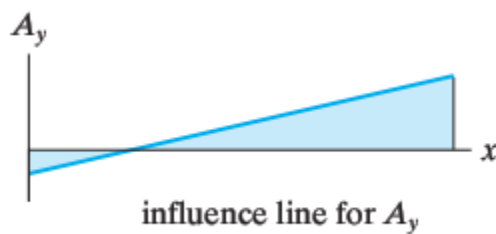


حل:

۱. د A ټکي اتکاء په يو عمودي رولر بدلېږي.

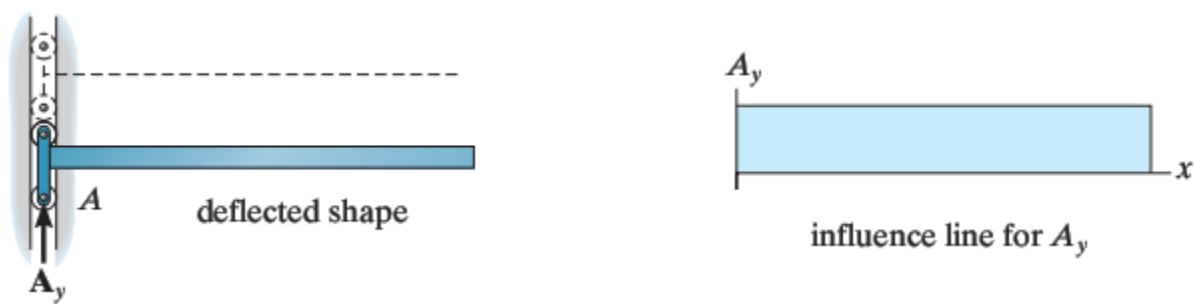


۲. دا کورېشوی شکل (Deflected shape) د نوموړي بيم د تاثیر خط دی.

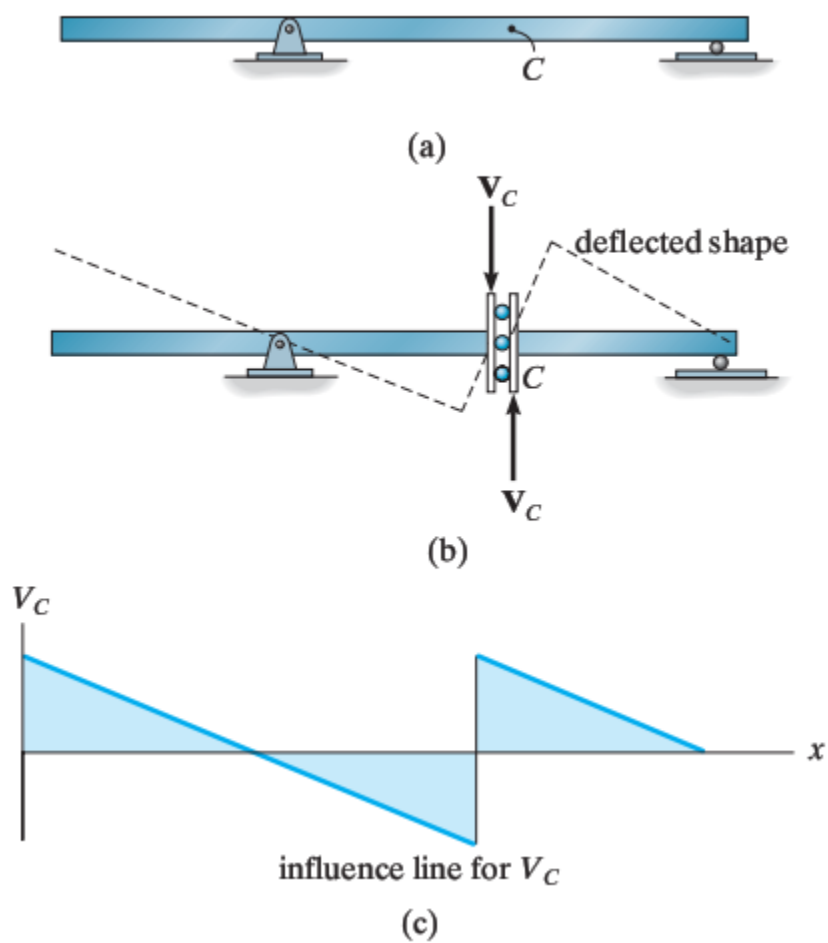


مثال ۲: د ورکړل شوی بيم په A ټکي کې د عمودي غبرگون تاثیر خط وکارې. (مولر برسلو قاعده)

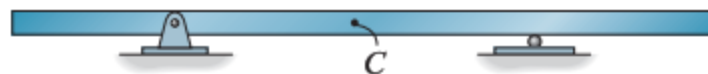




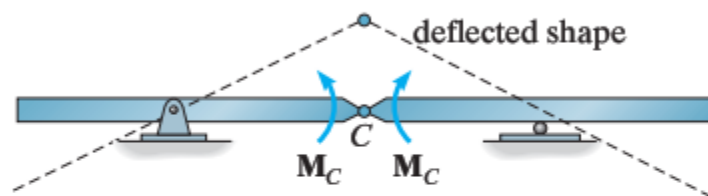
مثال ۳: د ورکړل شوی بيم په C نقطه کې د عرضي قوی تاثیر خط وکارې. (مولر برسلو قاعده)



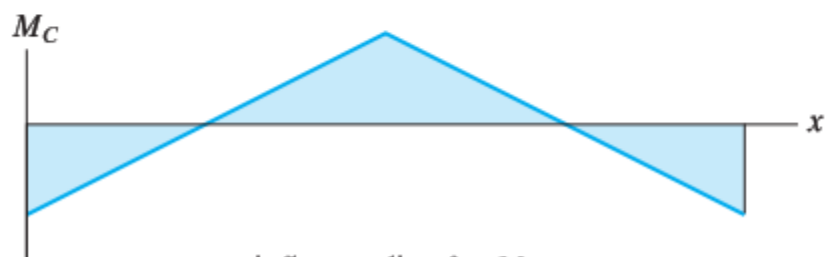
مثال ۴: د ورکړل شوی بيم په C نقطه کې د مومنټ تاثير خط وکارې. (مولر برسلو قاعده)



(a)



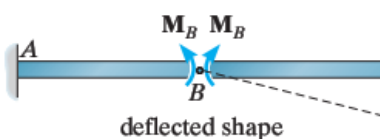
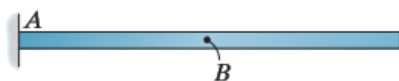
(b)



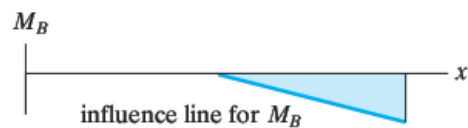
influence line for M_C

(c)

مثال ۵: د ورکړل شوی بيم په B نقطه کې د مومنټ تاثير خط وکارې. (مولر برسلو قاعده)



deflected shape



influence line for M_B

تمرین (Exercise)

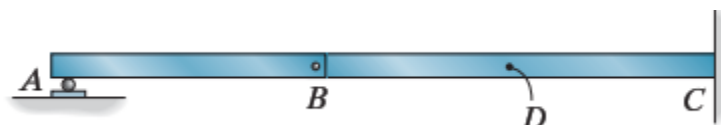
1. د مولر برسلو قاعدی څخه په استفاده، د لاندی ورکړل شوی بیم د A اتکاء د عکس العمل او په C نقطه د عرضی قوی او مومنټ تاثیر خط وکارې.



2. د مولر برسلو قاعدی څخه په استفاده، د لاندی ورکړل شوی بیم په A اتکاء د عکس العمل او په D نقطه د عرضی قوی او مومنټ تاثیر خط وکارې.

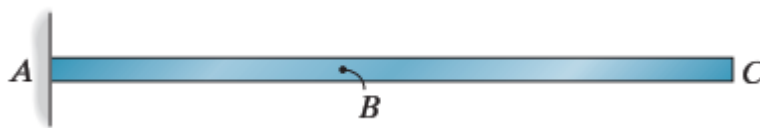


3. د مولر برسلو قاعدی څخه په استفاده، د لاندی ورکړل شوی بیم د A اتکاء د عکس العمل او په D نقطه د عرضی قوی او مومنټ تاثیر خط وکارې.



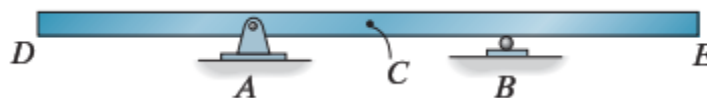
د مولر برسلو قاعدی څخه په استفاده، د لاندی ورکړل شوی بیم په A اتکاء عکس العمل او په B نقطه د عرضی قوی او مومنټ تاثیر خط وکارې.

4.



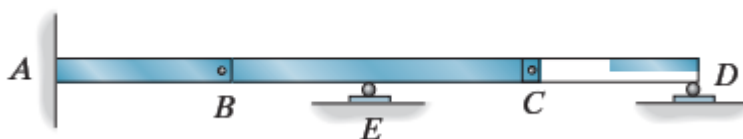
د مولر برسلو قاعدی څخه په استفاده، د لاندی ورکړل شوی بیم په A اتکاء د عکس العمل او په C نقطه د عرضی قوی او مومنټ تاثیر خط وکارې.

5.



د مولر برسلو قاعدی څخه په استفاده، د لاندی ورکړل شوی بیم په A اتکاء د عکس العمل او په A نقطه کی د مومنټ تاثیر خط وکارې.

6.

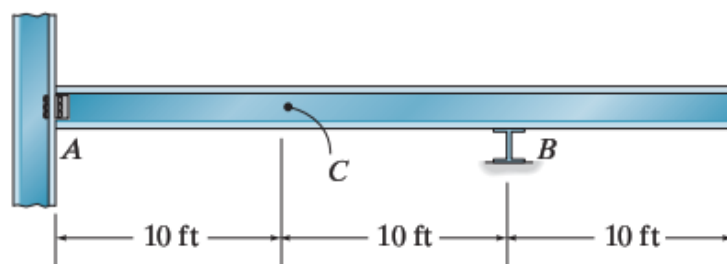


7.

د تاثیر خط رسم کری.

a. په C نقطه مومنټ لپاره

b. په B نقطه عکس العمل لپاره



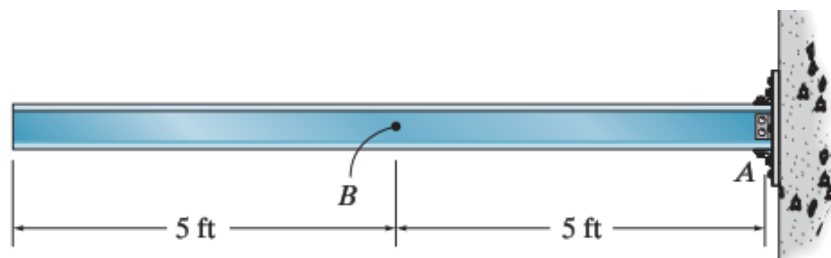
8.

د تاثیر خط رسم کری.

a. په A نقطه عکس العمل لپاره

b. په A نقطه مومنټ لپاره

c. په B نقطه شیر فورس لپاره



پنځم څپرکی

کیبلونه او زورپند پلونه

Cables and suspension bridges

کیبلونه اکثر په ساختمانونو کې د یو برخې څخه بلې برخې ته د قواو انتقال لپاره استعمالیږي. په کیبلونو کې انحنايي مومنټ او عرضاني قوی صفروي همدا رنگه فشاری قوی هم په کیبلونو کې صفروي، یواځې کششي قواوې پری عمل کوي. د ډیر زیات ارتجاعیت له امله کیبلونه د عرضاني قواو او مومنټ په مقابل کې مزاحمت نه شي ښودلی او ټول بارونه په کششي توګه پاتو او تهداب ته انتقالوي. د کیبلونو څخه په څورپند پلونو او زورپند چتونو کې ډیره استفاده کېږي چې په لاندې حالتونو کې یې تر څپر نی لاندې نیسو.

په تحلیل کې اسانتیا لپاره دا فرضیږي چې کیبل په مکمله توګه ارتجاعیت لرونکی دی او د وزن په لګیدو نې په طول کې تغیر نه راولي. ده دی سستمونو په تحلیل کې ده کیبلونو خپل وزن په نظر کې نه نیول کېږي.

1) کیبلونه د متمرکز بارونو لاندې

2) کیبلونه د منظم ویشل شوی بارونو لاندې

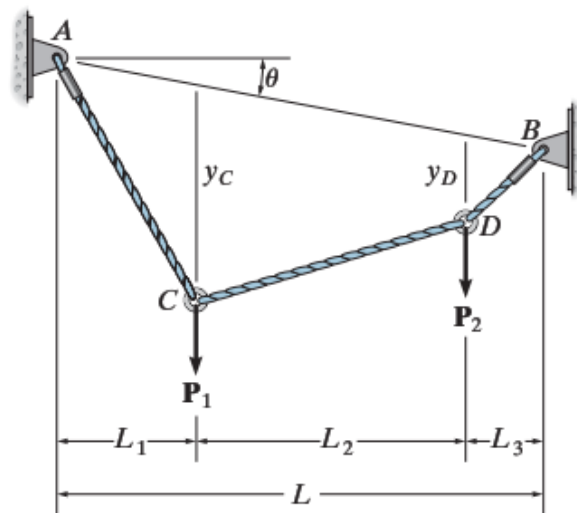
کیبلونه د متمرکز بارونو لاندې

Cables subjected to concentrated loads

کله چې په کیبل یو شمیر متمرکز بارونه عمل کوي، کیبل د شکل په څیر په مختلفو خطي برخو تقسیمېږي په کوم کې چې هره برخه د یو ثابت اندازه کششي قواو لاندې واقع کېږي. په لاندې ورکړ شوي شکل کې θ د کیبل د رسي (AB) زاویه او L د کیبل طول دی. که چیرته فاصلې L_1 ، L_2 ، او L_3 له مخکې نه معلوم وي نو بیا نهه نامعلومې قوې باید محاسبه شي.

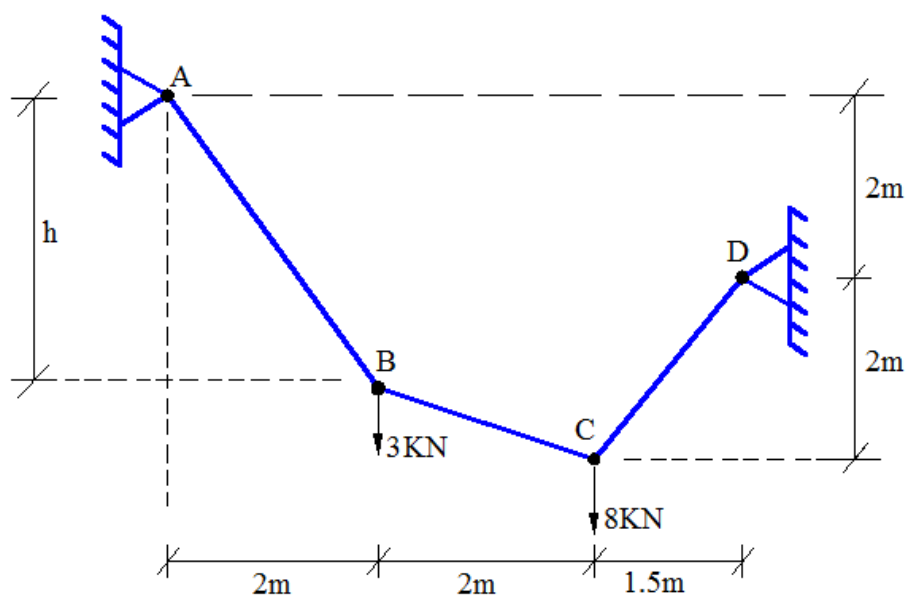
نامعلومی قوی په لاندی ډول دی.

- ✓ د کیبل د هرې برخې کششی قوه (دری)
- ✓ په A او B اتکاء د غبرگون دوه ترکیبات (خلور)
- ✓ په C او D ټکو کی کرویدنه (sag) y_C او y_D (دوه)



تحلیل لپاره د کیبل په هره نقطه کی د قواو تعادل په پام کی نیسو او هر ټکی لپاره دوه معادلی په کار راوړو تر څو مجموعی اته معادلی جوړی شی. نهمه معادله جوړولو لپاره باید د کیبل جیومیتری باره کی معلومات ولرو.

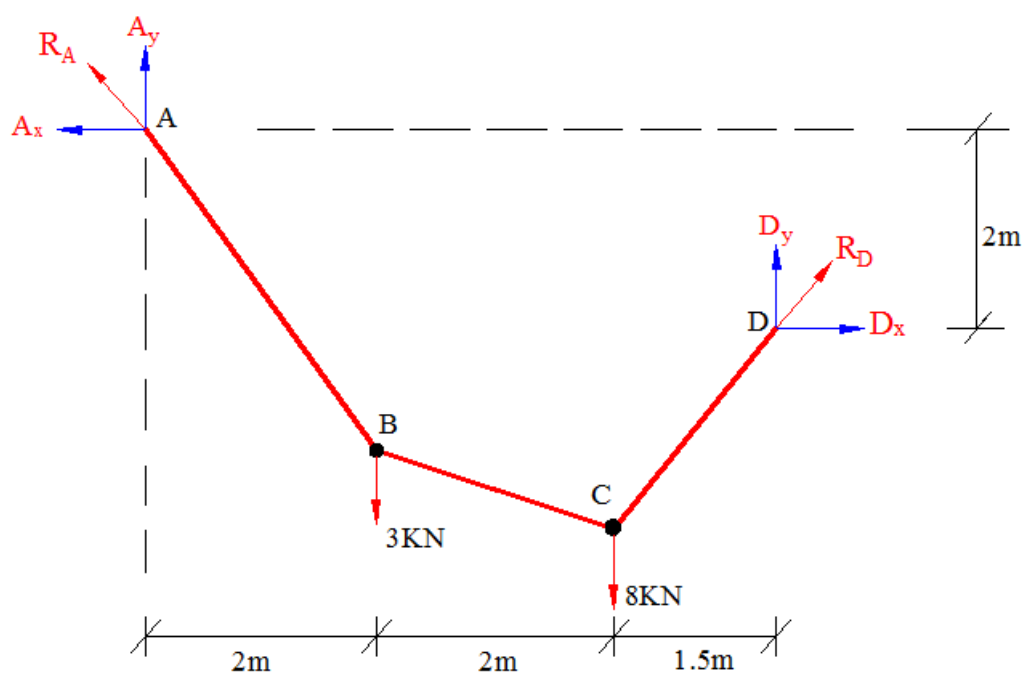
مثال 1: د ورکړ شوی کیبل په ټولو برخو کې کششی قواوې، اتکایز غیرگونونه، او د h نامعلوم لوړوالی محاسبه کړی.



$$R_A = ? \quad A_x = ? \quad A_y = ?, R_D = ? \quad D_x = ? \quad D_y = ? \quad T_{AB} = ? \quad T_{BC} = ? \quad T_{CD} = ? \quad H = ?$$

حل:

(1) اتکایز عکس العملونه:



$$\sum M_A = 0$$

$$-D_y (5.5) + 8(4) + 3(2) - D_x (2) = 0$$

$$5.5D_y + 2D_x = 38 \dots\dots\dots 1$$

$$\sum M_C = 0$$

$$D_x (2) - D_y (1.5) = 0$$

$$2 D_x - 1.5 D_y = 0 \dots\dots\dots 2$$

د 1 و 2 معادلو څخه لرو

$$D_y = 5.43 \text{KN}$$

$$D_x = 4.07 \text{KN}$$

$$R_A = \sqrt{A_x^2 + A_y^2} = \sqrt{4.07^2 + 5.57^2}$$

$$R_A = 6.9 \text{KN}$$

$$R_D = \sqrt{D_x^2 + D_y^2} = \sqrt{4.07^2 + 5.43^2}$$

$$R_D = 6.79 \text{KN}$$

$$\sum F_y = 0$$

$$A_y + D_y - 8 - 3 = 0$$

$$A_y + 5.43 - 8 - 3 = 0$$

$$\rightarrow A_y = 5.57 \text{KN}$$

$$\sum F_x = 0$$

$$D_x - A_x = 0$$

$$A_x = D_x \rightarrow A_x = 4.07 \text{KN}$$

(2) په هری برخی کی د کششی قوی پیدا کول:

$$T_{AB} = R_A = 6.9 \text{KN}$$

$$T_{DC} = R_D = 6.79 \text{KN}$$

$$\sum F_Y = 0$$

$$6.79 \sin 53.13 - 8 + T_{CB} \sin \theta_{CB} = 0$$

$$T_{CB} \sin \theta_{CB} = 2.57 \dots 1$$

$$\sum F_X = 0$$

$$6.79 \cos 53.13 - T_{CB} \cos \theta_{CB} = 0$$

$$T_{CB} = \frac{4.07}{\cos \theta_{CB}} \text{ putting in eq (1)}$$

$$4.07 \frac{\sin \theta_{CB}}{\cos \theta_{CB}} = 2.57$$

$$4.07 \tan \theta_{CB} = 2.57$$

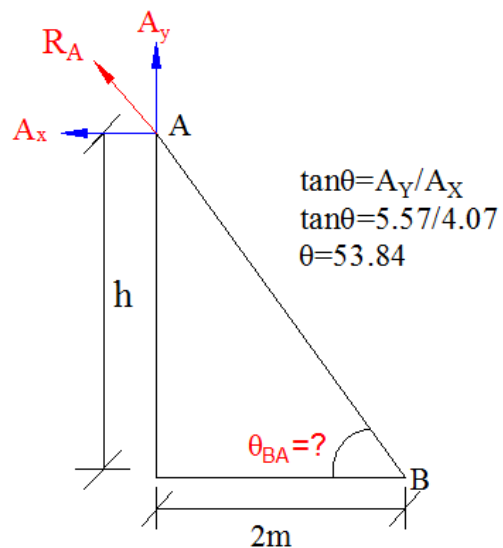
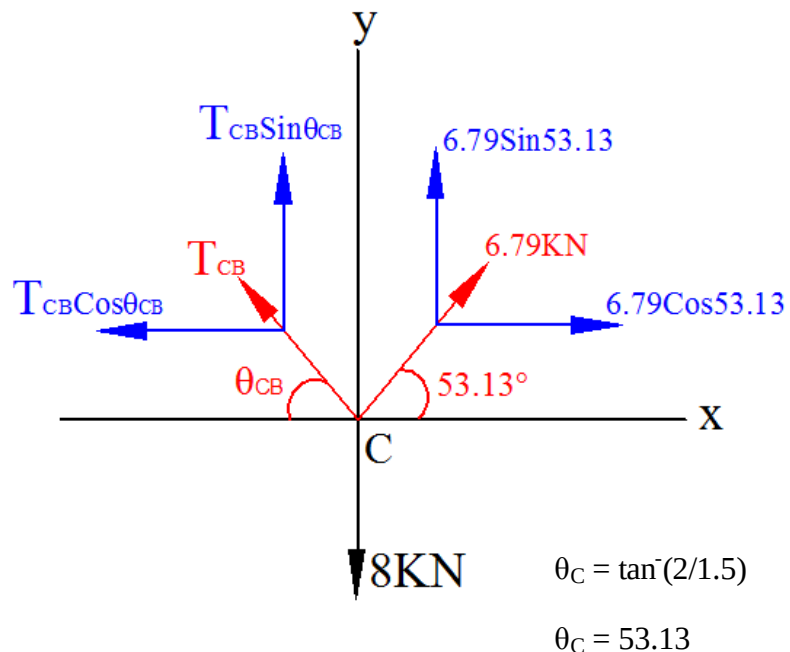
$\theta_{CB} = 32.3^\circ$ put this in above equation
to get T_{BC}

$$6.79 \cos 53.13 - T_{CB} \cos 32.3 = 0$$

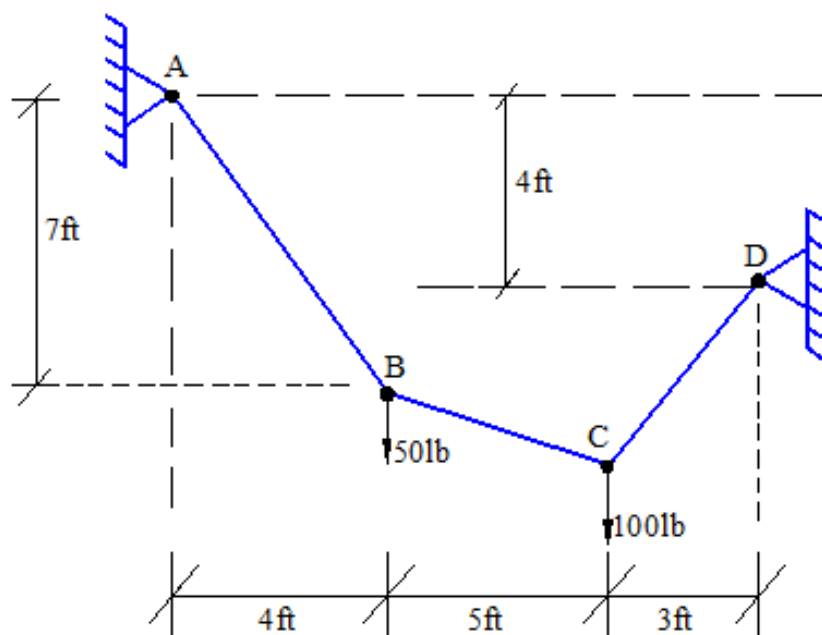
$$4.07 - 0.845 T_{CB} = 0$$

$$T_{CB} = 4.82 \text{ KN}$$

$$h = 2 \tan 53.8 = 2.74 \text{ m}$$

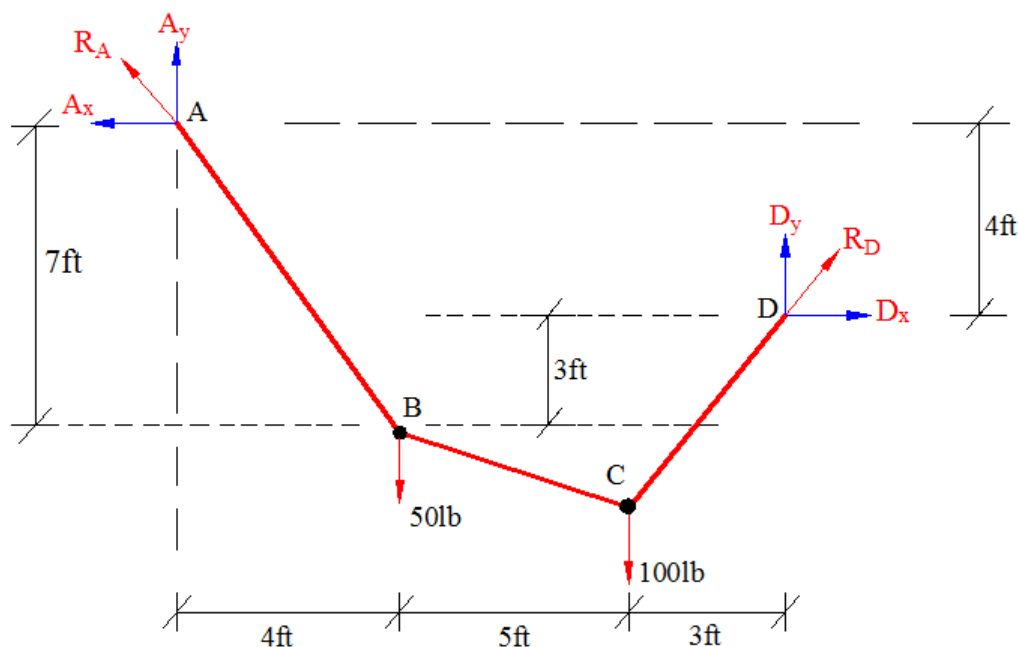


مثال 2: په شکل کی د بنودل شوی کیبل په ټولو برخو کی کششی قواوي، اتکایز غیرگونونه او د کیبل مجموعي اوږدوالي پیدا کړي



حل:

1) اتکایز عکس العملونه :



$$\sum M_A = 0$$

$$-D_y (12) + 50(4) + 100(9) - D_x (4) = 0$$

$$4D_x + 12D_y = 1100 \dots\dots\dots 1$$

$$\sum M_B = 0$$

$$D_x (3) - D_y (8) + 100(5) = 0$$

$$3D_x - 8D_y = -500 \dots\dots\dots 2$$

د 1 او 2 معادلو څخه لرو

$$D_y = 77.94 \text{ lb}$$

$$D_x = 41.2 \text{ lb}$$

$$R_D = \sqrt{D_x^2 + D_y^2} = \sqrt{41.2^2 + 77.94^2}$$

$$R_D = 88.1 \text{ lb}$$

$$\sum F_y = 0$$

$$A_y + D_y - 50 - 100 = 0$$

$$A_y + 77.94 - 50 - 100 = 0$$

$$\rightarrow A_y = 72.06 \text{ KN}$$

$$\sum F_x = 0$$

$$D_x - A_x = 0$$

$$A_x = D_x \rightarrow A_x = 41.2 \text{ KN}$$

$$R_A = \sqrt{A_x^2 + A_y^2} = \sqrt{41.2^2 + 72.06^2}$$

$$R_A = 83 \text{ lb}$$

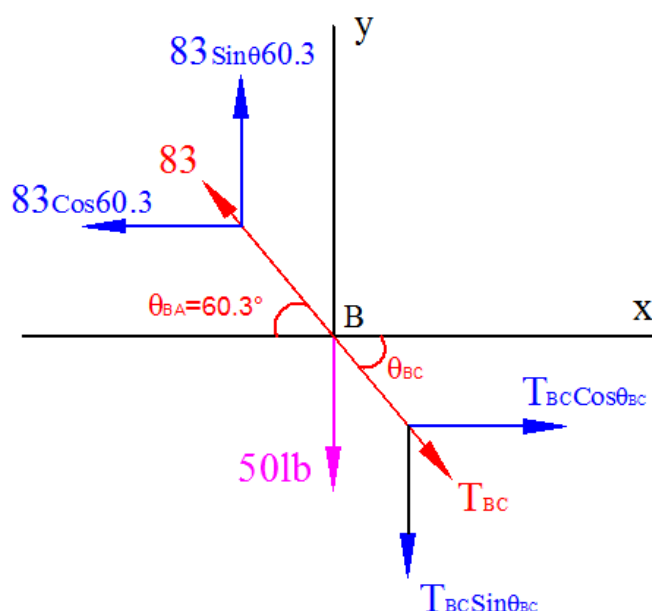
2. په هری برخه کی د کششی قوی پیدا کول:

AB برخه

$$T_{AB} = R_A = 83 \text{ lb}$$

DC برخه

$$T_{DC} = R_B = 88.1 \text{ lb}$$



BC برخه

$$\sum F_Y = 0$$

$$83\sin 60.3 - 50 - T_{BC}\sin\theta_{BC} = 0$$

$$T_{BC}\sin\theta_{BC} = 22.096 \dots\dots\dots (2)$$

$$\sum F_X = 0$$

$$-83\cos 60.3 + T_{BC}\cos\theta_{BC} = 0$$

$$T_{BC} = \frac{41.12}{\cos\theta_{BC}} \text{ putting in eq (2)}$$

$$41.12 \frac{\sin\theta_{BC}}{\cos\theta_{BC}} = 22.096$$

$$41.12\tan\theta_{BC} = 22.096$$

$$\theta = 28.252^\circ$$

$$\theta_{BC} = 28.252^\circ$$

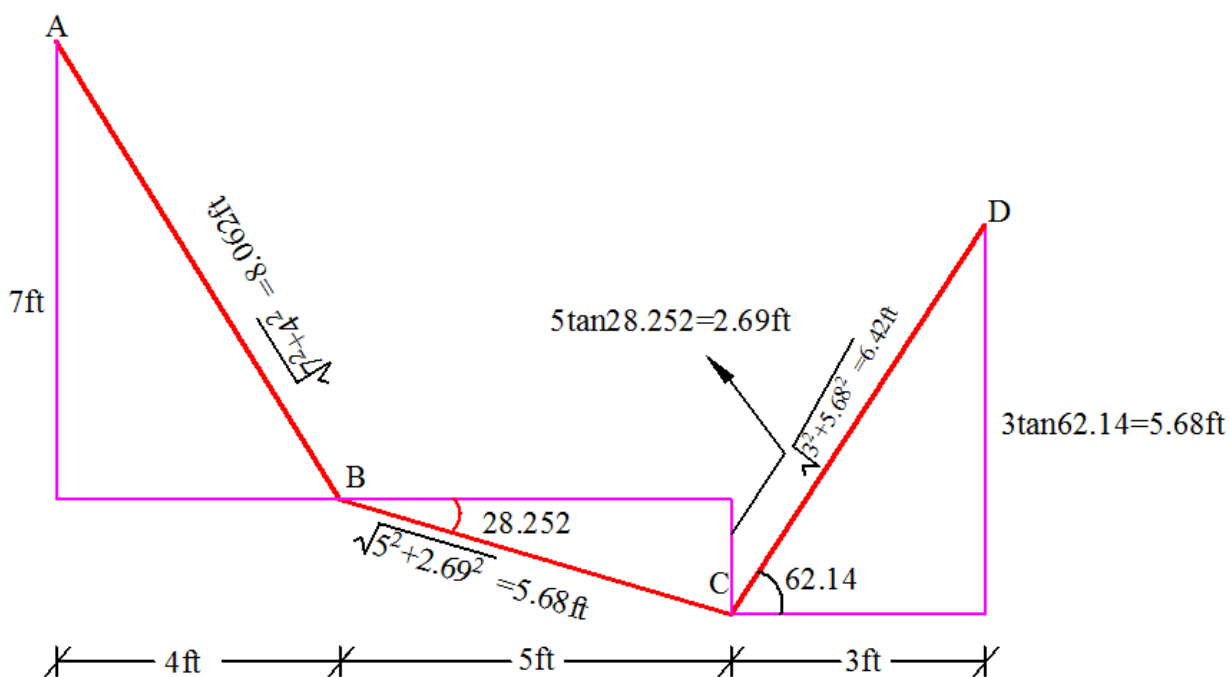
put this in above equation to get T_{BC}

$$T_{BC}\sin\theta_{BC} = 22.096$$

$$T_{BC} = 19.5/\sin 25.37$$

$$T_{BC} = 46.7 \text{ lb}$$

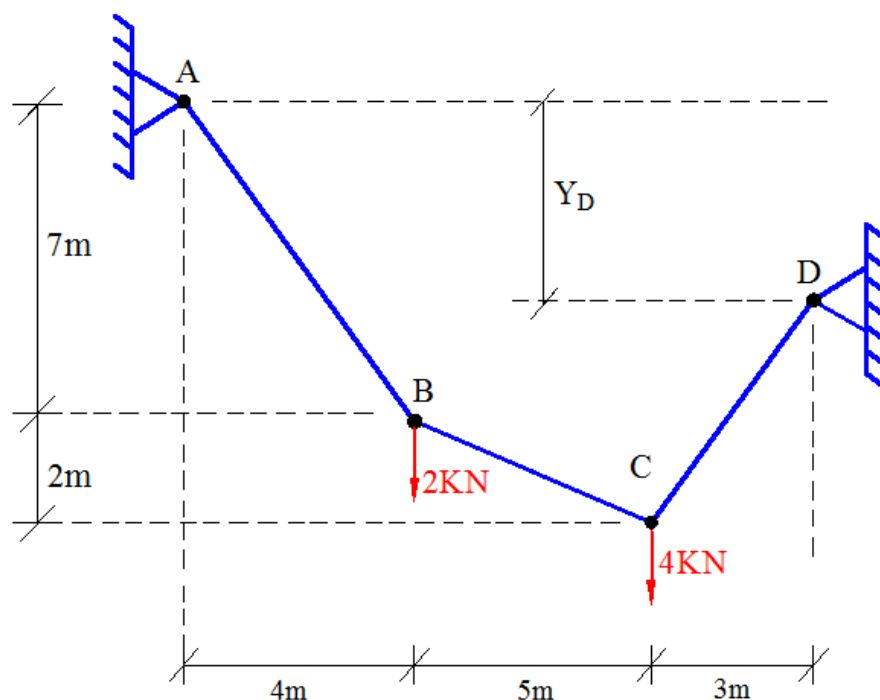
3. د کیبل مجموعی اوږدوالی:



$$\tan \theta_{CD} = \frac{D_Y}{D_X} = \frac{77.94}{41.2} \quad \theta_{CD} = 62.14$$

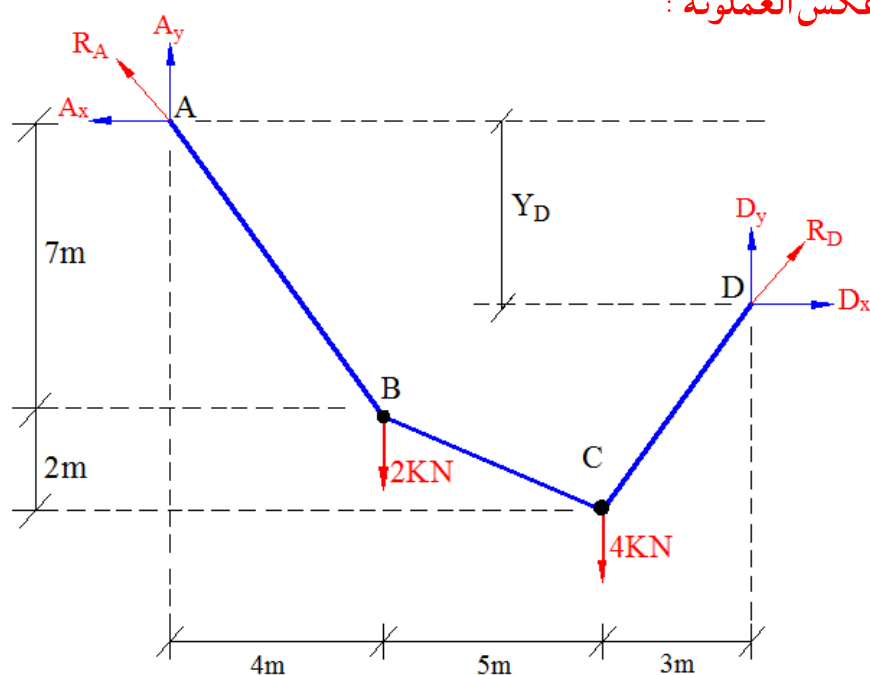
$$L = \sqrt{7^2 + 4^2} + \sqrt{5^2 + 2.69^2} + \sqrt{3^2 + 5.68^2} = 20.2 \text{ ft}$$

مثال 3: د کيبل په ټولو برخو کې کششي قواوې، اتکايي غبرگونونه، د کيبل مجموعي اوږدوالي، او د y_D نامعلومه ارتفاع پيدا کړي؟



حل:

1) اتکايي عکس العملونه:



$$\sum M_B = 0$$

$$-7A_X + 4A_Y = 0 \dots\dots\dots 1$$

$$\sum M_C = 0$$

$$-9A_X + 9A_Y - 2(5) = 0 \dots\dots\dots 2$$

د 1 او 2 معادلو څخه لرو

$$A_Y = 2.593 \text{ KN}$$

$$A_X = 1.48 \text{ KN}$$

$$R_A = \sqrt{A_X^2 + A_Y^2} = \sqrt{2.593^2 + 1.48^2}$$

$$R_A = 2.986 \text{ KN}$$

$$\sum F_Y = 0$$

$$A_Y + D_Y - 2 - 4 = 0$$

$$2.593 + D_Y - 2 - 4 = 0$$

$$\rightarrow D_Y = 3.41 \text{ KN}$$

$$\sum F_X = 0$$

$$D_X - A_X = 0$$

$$D_X = A_X \rightarrow D_X = 1.48 \text{ KN}$$

$$R_D = \sqrt{D_X^2 + D_Y^2} = \sqrt{1.48^2 + 3.41^2}$$

$$R_D = 3.72 \text{ KN}$$

2) په هری برخه کی د کششی قوی پیدا کول:

AB برخه

$$T_{AB} = R_A = 2.986 \text{ KN}$$

DC برخه

$$T_{DC} = R_D = 3.72 \text{ KN}$$

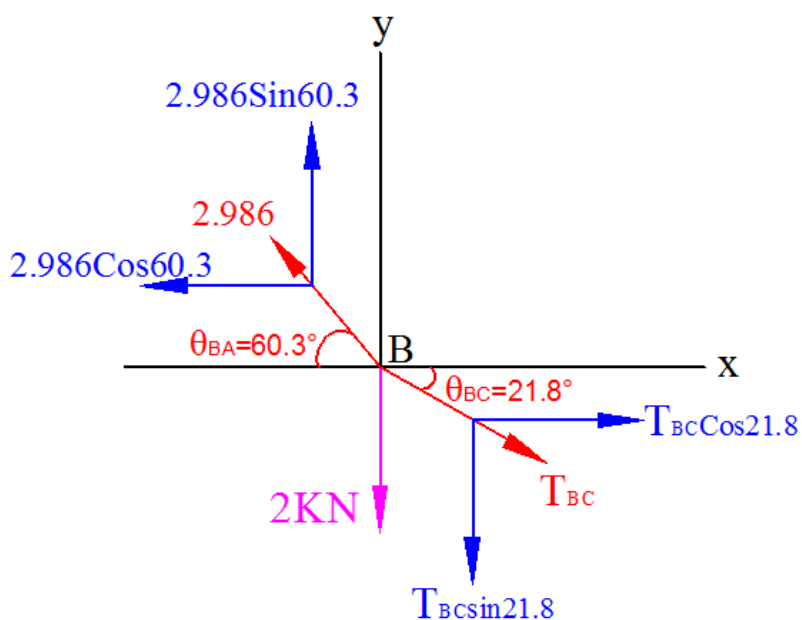
BC برخه

$$\sum F_Y = 0$$

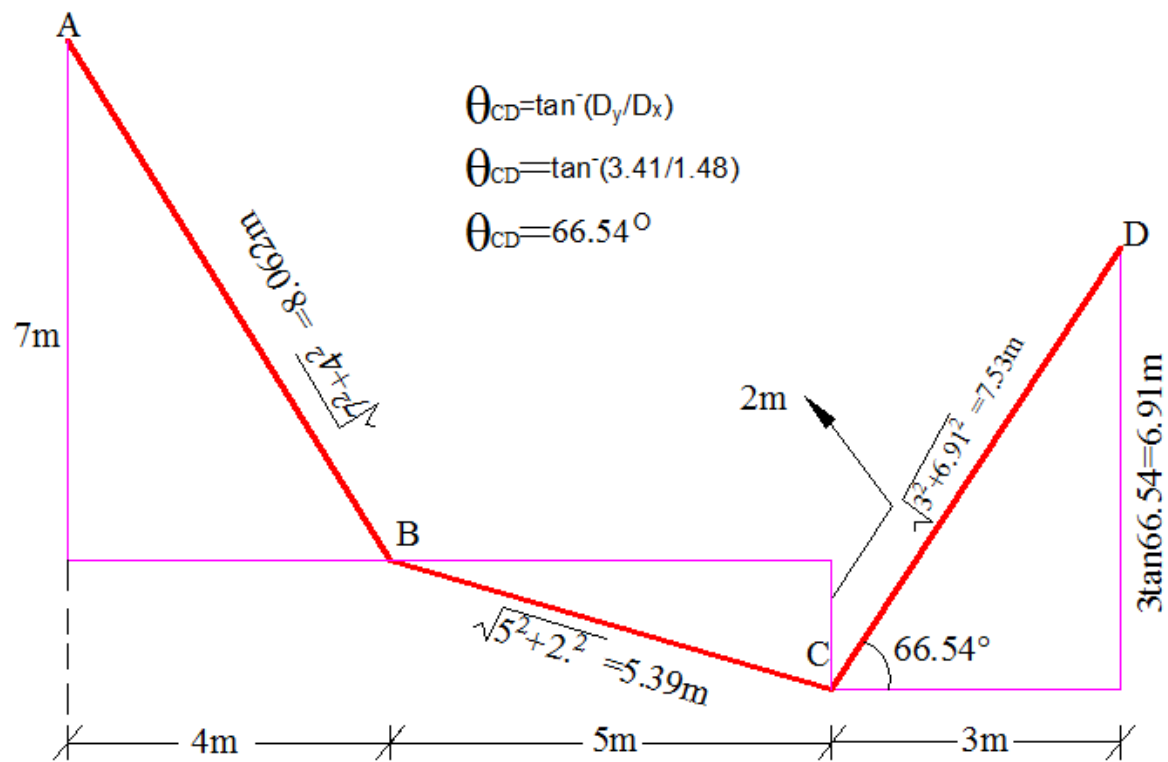
$$-T_{BC} \sin 21.8 - 2 + 2.986 \sin 60.3 = 0$$

$$0.37 T_{BC} = 0.594$$

$$T_{BC} = 1.6 \text{ KN}$$



3) د کیبل مجموعی اوږدوالي:



$$L = \sqrt{7^2 + 4^2} + \sqrt{5^2 + 2^2} + \sqrt{3^2 + 6.91^2} = 20.1m$$

4) د Y_D نامعلوم اوږدوالي:

$$Y_D + 3 \tan \theta_{CD} = 9$$

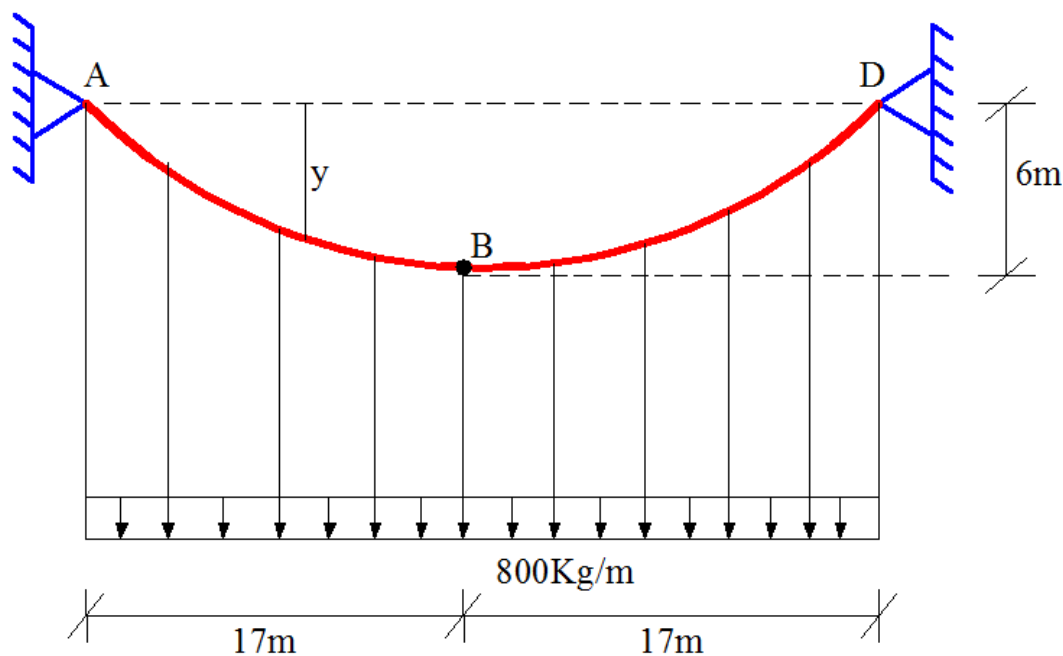
$$Y_D = 9 - 3 \tan 66.54$$

$$Y_D = 2.1m$$

کیبلونه د منظم ویشل شوی بارونو لاندې

Cables subjected to uniformly distributed load

مثال: په شکل کې ښودل شوی کیبل د 800Kg/m منظم ویشل شوی بار برداشت کولو لپاره استعمال شوی. تاسی د کیبل په A, B, D ټکو کې کششی قواوي، اتکایز غبرگونونه، Y لپاره رابطه اود کیبل مجموعی اوږدوالي پیدا کړي.



حل:

1) اتکایز عکس العملونه:

$$\sum M_y = 0$$

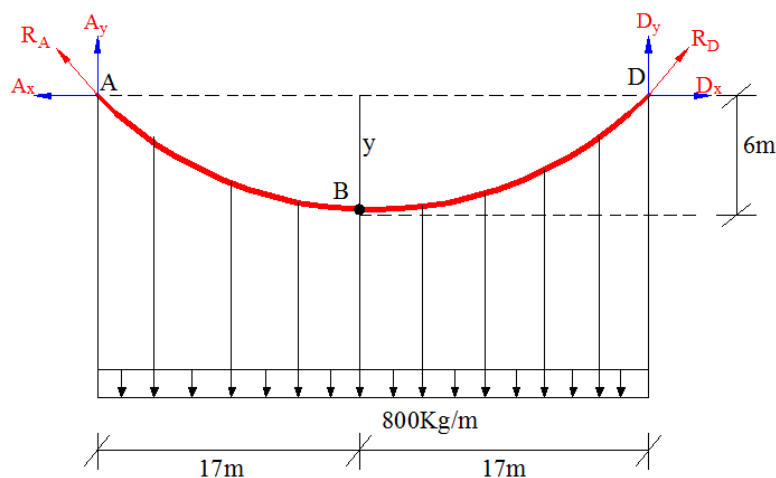
$$A_y (34) - (800 \times 34) 17 = 0$$

$$A_y = 13600\text{Kg}$$

$$\sum F_y = 0$$

$$13600 + D_y - (800 \times 34) = 0$$

$$D_y = 13600\text{Kg}$$



$$\sum M_B = 0$$

$$-6A_x + (13600 \cdot 17) - (800 \cdot 17 \cdot 8.5) = 0$$

$$A_x = 19266.7 \text{ kg}$$

$$\sum F_x = 0$$

$$-A_x + D_x = 0$$

$$A_x = D_x = H$$

$$D_x = A_x \rightarrow D_x = 19266.7 \text{ kg}$$

$$R_A = \sqrt{A_x^2 + A_y^2} = \sqrt{19266.7^2 + 13600^2}$$

$$R_A = 23583.2 \text{ Kg}$$

$$R_D = \sqrt{D_x^2 + D_y^2} = \sqrt{19266.7^2 + 13600^2}$$

$$R_D = 23583.2 \text{ Kg}$$

2) کششی قوی پیدا کول:

$$T_A = R_A = 23583.2 \text{ Kg}$$

$$T_D = R_B = 23583.2 \text{ Kg}$$

$$T_B = H = 19266.7 \text{ kg}$$

$$A_x = D_x = H$$

3) Y لپاره رابطه جوړول:

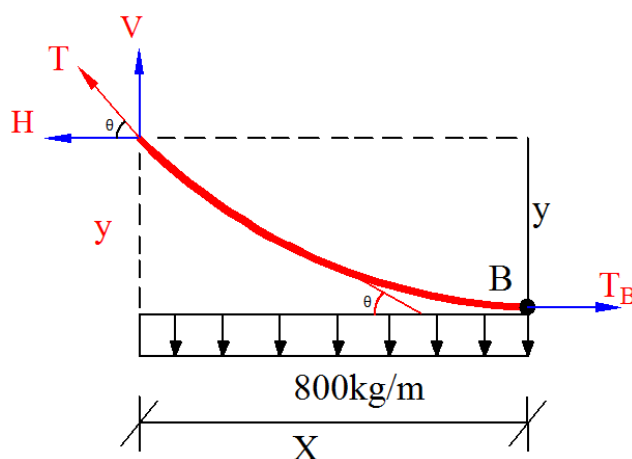
$$\sum F_y = 0$$

$$V - 800X = 0 \rightarrow V = 800X$$

$$\sum F_x = 0$$

$$-H + T_B = 0 \rightarrow T_B = H$$

$$\sin \theta = \frac{V}{T} \rightarrow V = T \sin \theta$$



$$V = T \sin \theta \rightarrow 800X = T \sin \theta \rightarrow \sin \theta = \frac{800X}{T}$$

$$\cos \theta = \frac{H}{T}$$

$$\tan \theta = \frac{\sin \theta}{\cos \theta} \rightarrow \frac{\frac{800X}{T}}{\frac{H}{T}} = \frac{800X}{H}$$

$$\tan \theta = \frac{800X}{H} \quad \text{پوهیرو چي} \quad \tan \theta = \frac{dy}{dx}$$

$$\frac{dy}{dx} = \frac{800X}{H} \rightarrow \int \frac{dy}{dx} = \int \frac{800X}{H} \cdot dx \rightarrow = \frac{800x^2}{2H} = \frac{400x^2}{H}$$

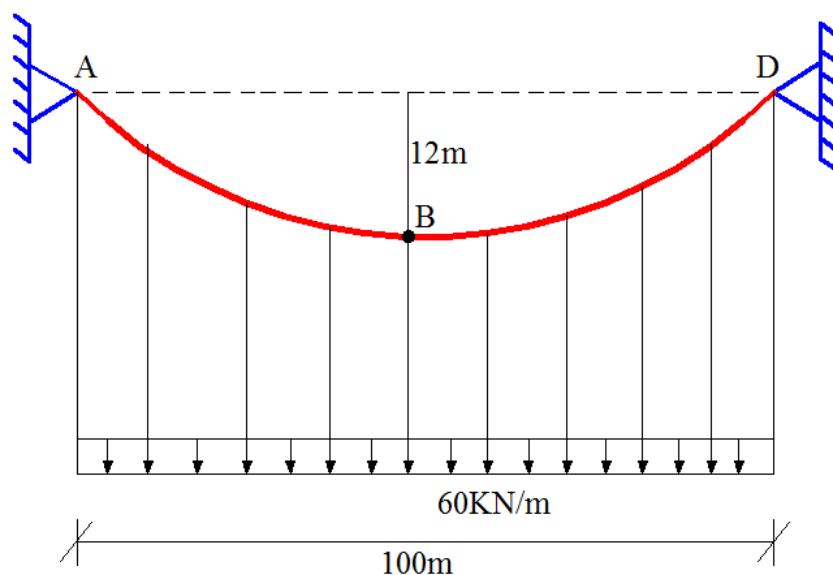
$$Y = \frac{400x^2}{H} \quad \text{د H قیمت وضع کوو} \quad Y = \frac{400x^2}{19266.7} = 0.021X^2$$

$$Y = 0.02076X^2$$

4، د کیبل اوږدوالي:

$$\text{اوږدوالي} = L + \frac{8H_B^2}{3L} = 34 + \frac{8.6^2}{3.34} = 36.8\text{m}$$

مثال: په شکل کی بنودل شوې کیبل کی اعظمی او اصغری کششی قواوي پیدا کړي؟؟



حل:

1) اتکایز عکس العملونه :

$$\sum M_D = 0$$

$$A_y (100) - (60 \cdot 100 \cdot 50) = 0$$

$$A_y = 3000 \text{ KN}$$

$$\sum F_y = 0$$

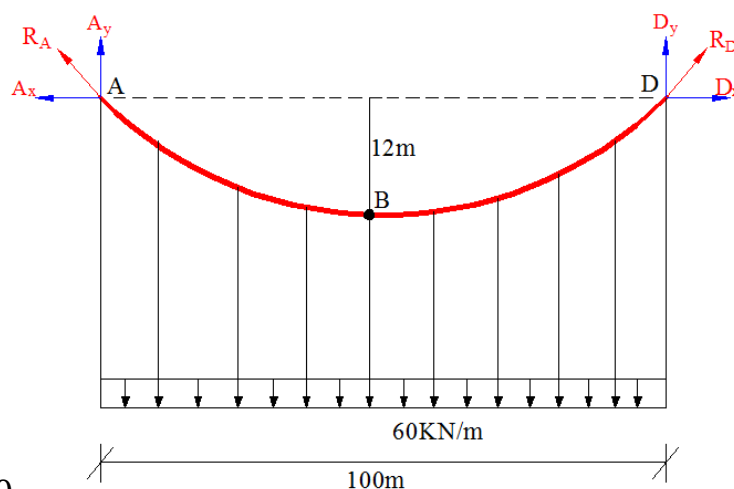
$$3000 + D_y - (60 \cdot 100) = 0$$

$$D_y = 3000 \text{ KN}$$

$$\sum M_B = 0$$

$$-12A_x + (3000 \cdot 50) - (60 \cdot 50 \cdot 25) = 0$$

$$A_x = 6250 \text{ KN}$$



$$\sum F_x = 0$$

$$-A_x + D_x = 0$$

$$D_x = A_x \rightarrow D_x = 6250 \text{KN}$$

$$H = D_x = A_x = 6250 \text{KN}$$

$$R_A = \sqrt{A_x^2 + A_y^2} = \sqrt{6250^2 + 3000^2}$$

$$R_A = 6932.7 \text{KN}$$

$$R_D = \sqrt{D_x^2 + D_y^2} = \sqrt{6250^2 + 3000^2}$$

$$R_D = 6932.7 \text{KN}$$

2) اصغری کششی قوه

خرنگه چي پوهیږو تر ټولو کوچنی کششی قواوی په هغه ټکی کی موجود وی چیرته چي د کیبل میلان (Slope) صفروی نوموړی سوال کی تر ټولو کوچنی قواوی په B نقطه کی موجود دی او دا محاسبه شوی H سره مساوی کیږی.

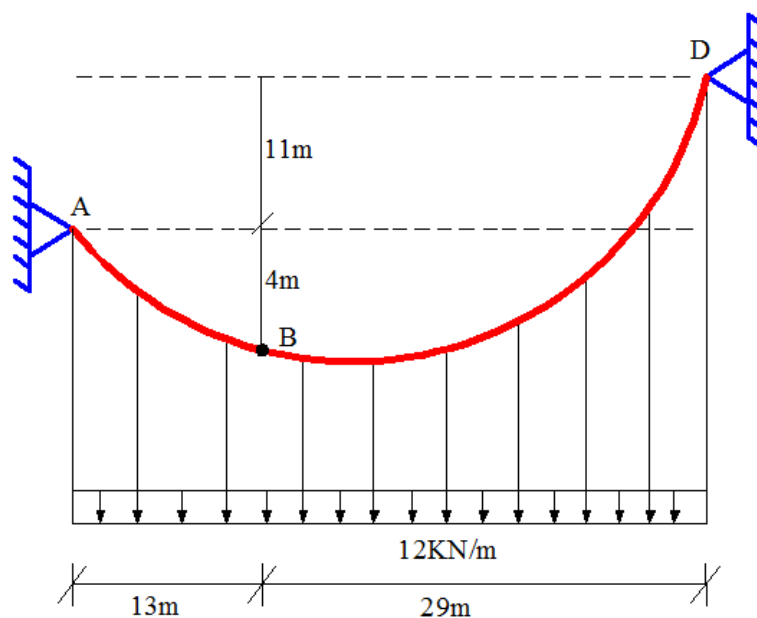
$$T_{\text{Min}} = H = 6250 \text{KN}$$

3) اعظمی کششی قوه

په نوموړی سوال کی دواړه اتکاگانی په یو لیول موجود دی لهذا کششی قواوی به هغه برخو کی اعظمی وی کوم چي له اتکاگانو سره تړلي وی او په لاندی ډول پیدا کیږی .

$$T_{\text{Max}} = R_A = R_D = 6932.7 \text{KN}$$

مثال: په شکل کی د ښودل شوی کیبل اتکایز غبرگونونه او اصغری او اعظمی کششی قواوی محاسبه کړی؟



حل:

1) اتکایز عکس العملونه :

$$\sum M_D = 0$$

$$A_y (42) + A_x (11) - (12 \times 42 \times 21) = 0$$

$$42A_y - 11A_x = 10584 \dots\dots 1$$

$$\sum M_B = 0$$

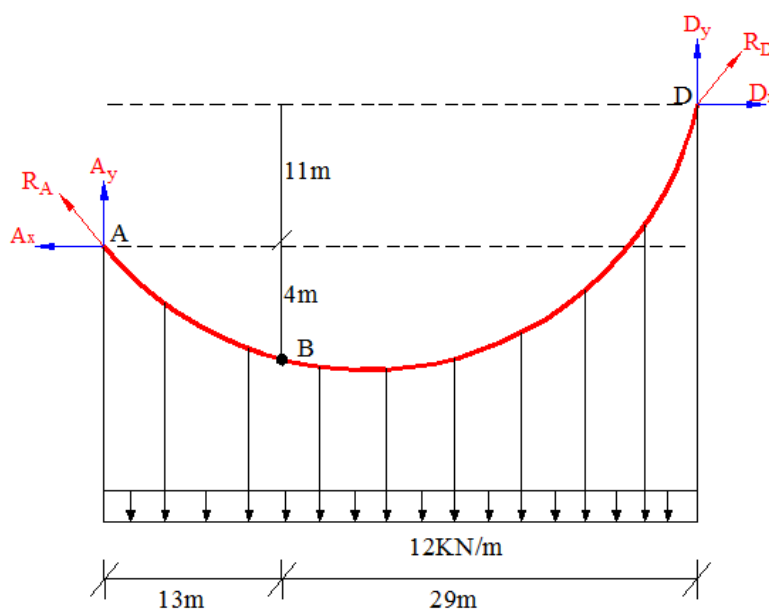
$$-4A_x + (A_y \times 13) - (12 \times 13 \times 6.5) = 0$$

$$13A_y - 4A_x = 1014 \dots\dots 2$$

د لومړۍ او دوهمې معادلې حلولو څخه لرو

$$A_x = 305.5 \text{ kN}$$

$$A_y = 172 \text{ kN}$$



$$\sum F_y = 0$$

$$172 + D_y - (12 \times 42) = 0$$

$$D_y = 332 \text{ KN}$$

پوهیږو چې A_x او D_x سره مساوی دی. ($\sum F_x = 0$)

$$D_x = 305.5 \text{ KN}$$

(2) اصغری کششی قواوی:

$$T_A = \sqrt{A_x^2 + A_y^2} = \sqrt{305.5^2 + 172^2}$$

$$R_A = 351 \text{ KN}$$

(3) اعظمی کششی قواوی:

$$T_D = \sqrt{D_x^2 + D_y^2} = \sqrt{305.5^2 + 332^2}$$

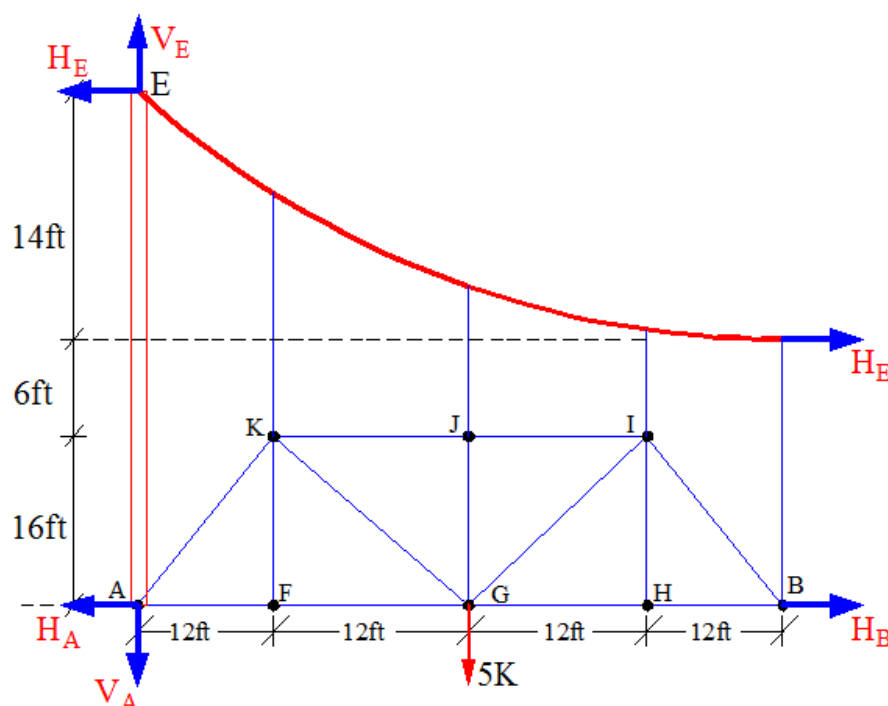
$$R_D = 451.2 \text{ KN}$$

$$\sum M_M = 0$$

$$-96V_A - (5 \cdot 72) - (4 \cdot 36) - 36H_E + 96V_E + 36H_D = 0$$

خرنگه چي پوهيږو $H_D = H_E$

$$96V_E - 96V_A = 504 \dots\dots\dots(1)$$



$$\sum M_B = 0$$

$$-48V_A - (5 \cdot 24) - 36H_E + 48V_E + 22H_E = 0$$

$$48V_E - 48V_A - 14H_E = 120 \dots\dots\dots(2)$$

$$96V_E - 96V_A = 504 \dots\dots\dots(1)$$

$$48V_E - 48V_A - 14H_E = 120 \dots\dots\dots(2)$$

$$H_E = 9.43K$$

د ۱ او ۲ معادلو حلولو وروسته

د اعظمي کششي قوی پيدا کولو لپاره د w_0 قيمت پيدا کوو.

$$W_0 = \frac{2 \cdot H_E \cdot h}{Z^2}$$

پورتنی معادلی کی H_E د پائی پہ سر کی افقی عکس العمل h د کیبل ژوروالی Z د A او B تر منحن فاصلہ ده.

$$W_0 = \frac{2 \cdot H_E \cdot h}{Z^2} = \frac{2 \cdot 9.43 \cdot 14}{48^2} = 0.115 \text{K/ft}$$

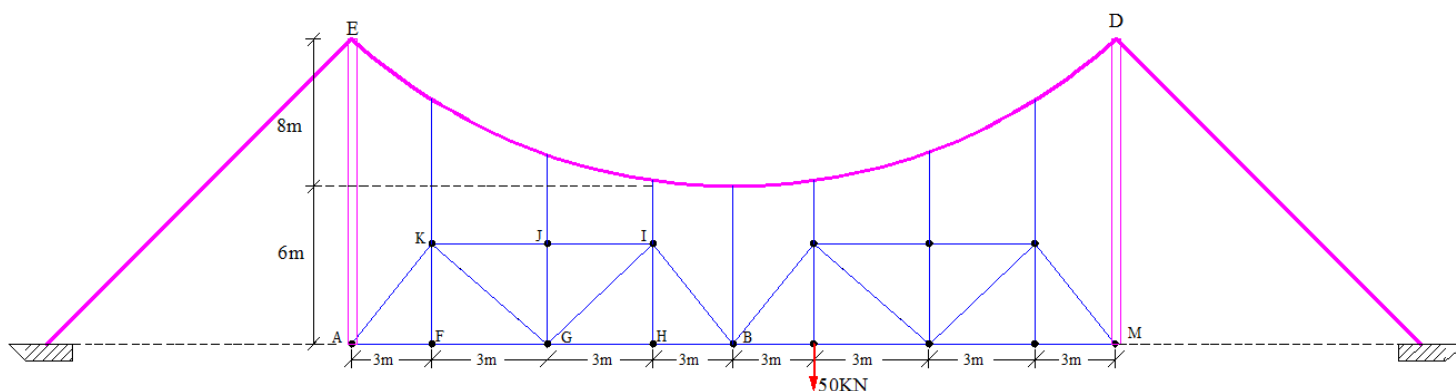
د اعظمی کششی قوولپاره فورمول لرو

$$T_{\max} = w_0 \cdot Z \left\{ \sqrt{1 + \left(\frac{Z}{2 \cdot h} \right)^2} \right\}$$

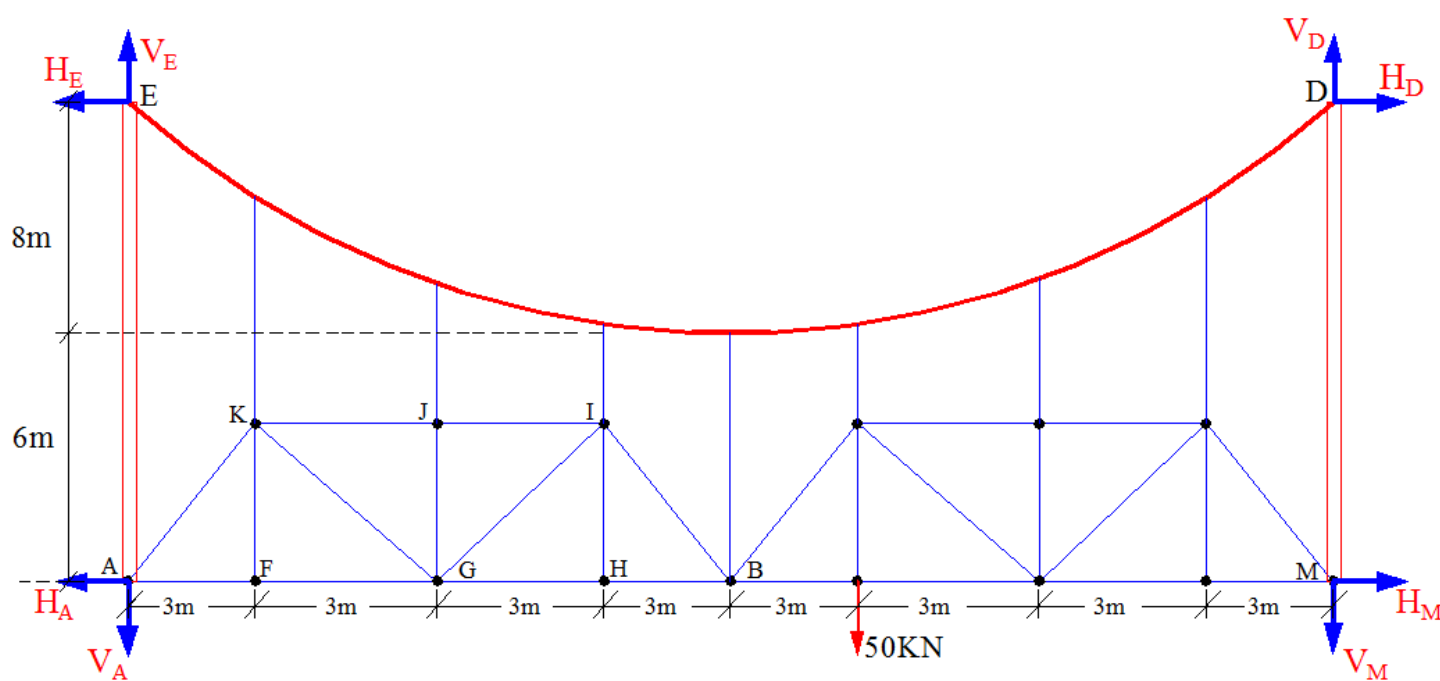
$$T_{\max} = 0.115 \cdot 48 \left\{ \sqrt{1 + \left(\frac{48}{2 \cdot 14} \right)^2} \right\} = 10.9 \text{K}$$

$$T_{\max} = 10.9 \text{K}$$

مثال: یوزوړند پل د ترسونو یو سیستم څخه جوړځت موندلی ، که چیری په پل 50KN متمرکز بار عمل کړی وی تاسی ئی د کیبل په ED برخه کی اعظمی کششی قوه محاسبه کړی؟



حل:

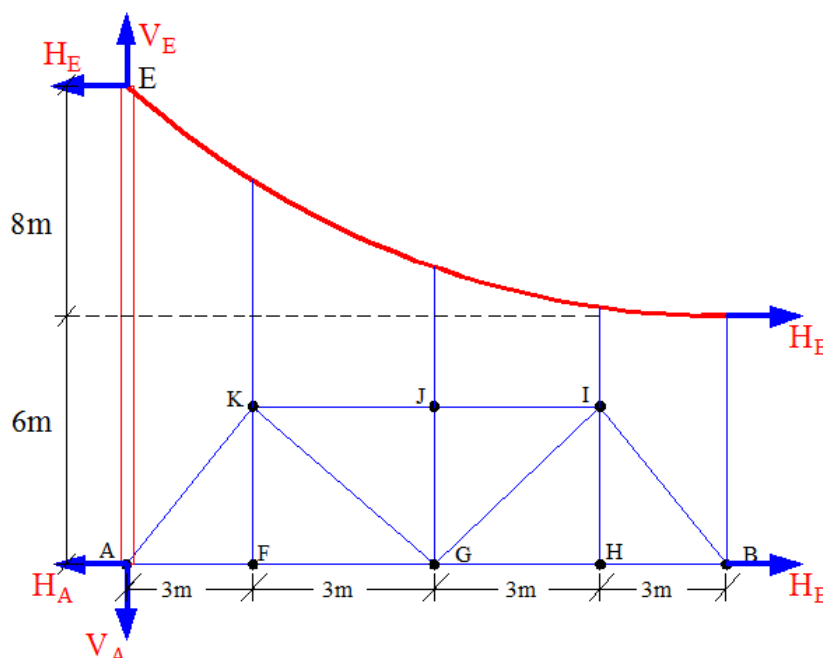


$$\sum M_M = 0$$

$$-24V_A - (50 \times 9) - 14H_E + 24V_E + 14H_D = 0$$

څرنگه چی پوهیږو $H_D = H_E$

$$24V_E - 24V_A = 450 \dots\dots\dots(1)$$



$$\sum M_B = 0$$

$$-12V_A - 14H_E + 12V_E + 6H_E = 0$$

$$12V_E - 12V_A - 8H_E = 0 \dots\dots\dots(2)$$

$$24V_E - 24V_A = 450 \dots\dots\dots(1)$$

$$12V_E - 12V_A - 8H_E = 0 \dots\dots\dots(2)$$

$$H_E = 28.13 \text{ KN}$$

د ۱ او ۲ معادلو حلولو وروسته

د اعظمی کششی قوی پیدا کولو لپاره د w_0 قیمت پیدا کوو.

$$w_0 = \frac{2 \cdot H_E \cdot h}{Z^2}$$

پورتنی معادلی کی H_E د پائی په سر کی افقی عکس العمل h د کیبل ژوروالي Z د A او B تر منځ فاصله ده.

$$W_0 = \frac{2 \cdot H_E \cdot h}{Z^2} = \frac{2 \cdot 28.13 \cdot 8}{12^2} = 3.13 \text{KN/m}$$

د اعظمی کششی قوولپاره فورمول لرو

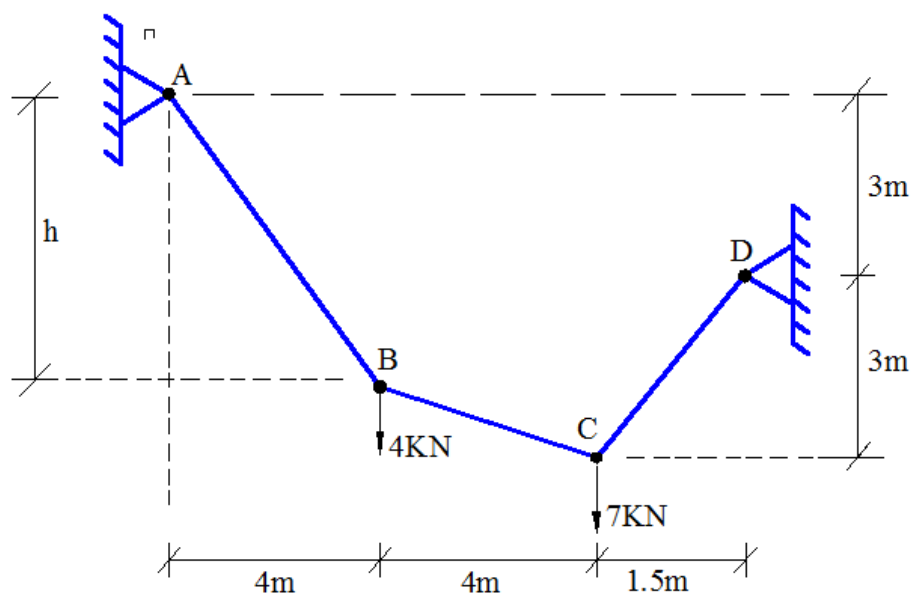
$$T_{\max} = w_0 \cdot Z \left\{ \sqrt{1 + \left(\frac{Z}{2 \cdot h} \right)^2} \right\}$$

$$T_{\max} = 3.13 \cdot 12 \left\{ \sqrt{1 + \left(\frac{12}{2 \cdot 8} \right)^2} \right\} = 10.9 \text{K}$$

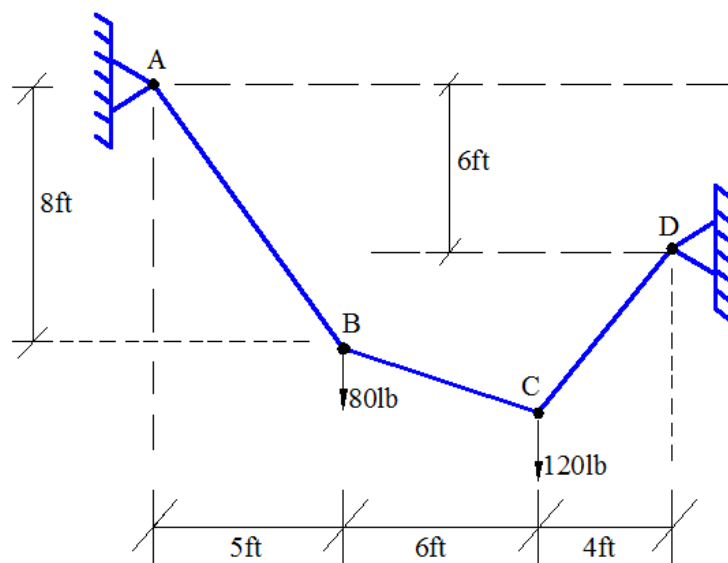
$$T_{\max} = 46.9 \text{KN}$$

تمرین (Exercise)

(1) د ورکړ شوی کیبل په ټولو برخو کې کششی قواوې، اتکایز غبرگونونه، او د h نامعلوم لوړوالی محاسبه کړی.



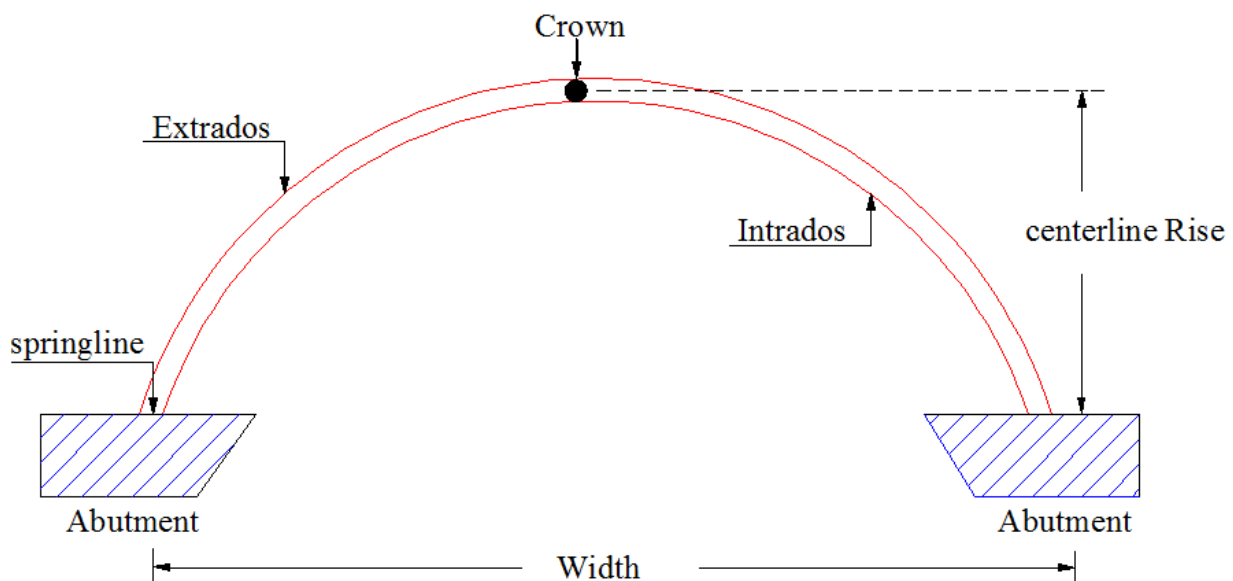
(2) د ورکړ شوی کیبل په ټولو برخو کې کششی قواوې، او اتکایز غبرگونونه پیدا کړی؟



شپږم څپرکی کمانونه (Arches)

د کیبلونو په څیر کمانونه هم په اوږدو وائی لرونکی ساختمانونو کې د کوږوالی مومنت کمولو لپاره استعمالیږي. کمان په شکل کې سرچپه کیبلونو ته ورته دی او خپلې قواوې په فشاري توګه زغمي او تهداب ته یې انتقالوي.

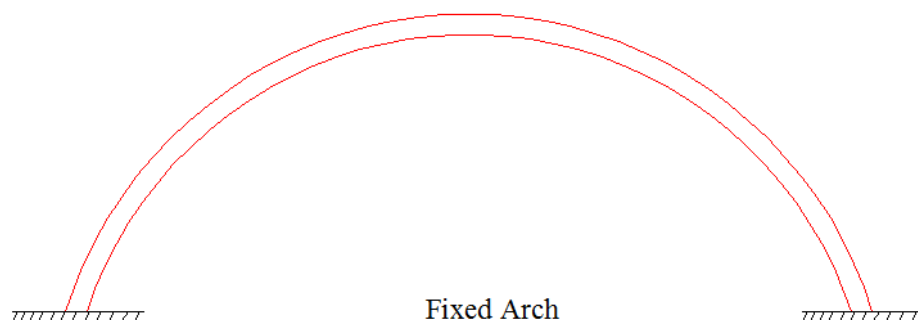
د کمان ظرفیت د هغه شخوالي، شکل او د بارونو نوعیت پورې اړه لري. که چیرې یو کمان پرابولایي شکل ولري او منظم ویشل شوی بارونه پری عمل وکړي (د کیبلوونو تحلیل څخه پوهیږو) چې نوموړی کمان به یې فقط د فشاري قواو د زغم صلاحیت ولري، په د حالت کې نوموړی کمان د Funicular Arch په نامه یادېږي ځکه هیڅ ډول عرضي قواوې یا د کوږوالی مومنت پکې حضور نه لري. په لاندې شکل کې د کمان مختلفې برخې ښودل شوي دي.



د بارونو زغم لپاره مختلف ډول کمانونه استعمالیږي لکه Fixed arch ، Two hinge arch ، Tied arch ، او Three hinge arch .

1) په دواړو انجامونو کی کلک تړل شوی کمانونه یا شخ کمانونه (Fixed Arch)

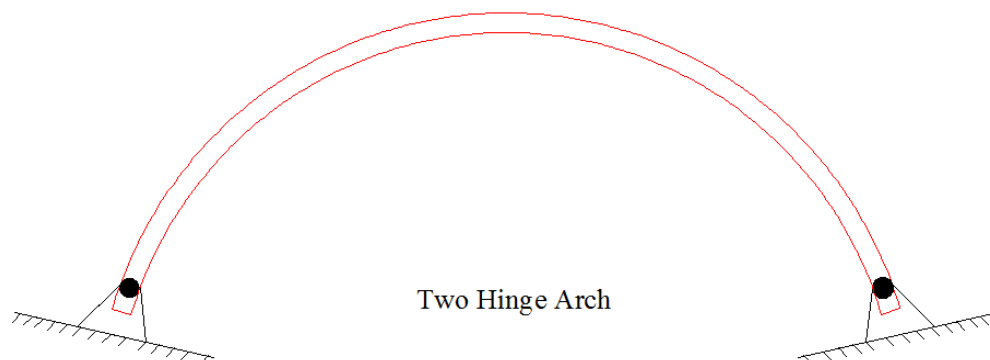
دا ډول کمانونه زیاتره د اوسپنیز کانکریتو شخه جوړیږي او د نورو کمانونو پر تله کم مواد غوښتونکی وی. په دواړو انجامونو کی سختی اتکاء له امله دا کمانونه درې درجې نامعین وی.



2) دوه مفصلی کمانونه (Two hinge Arches)

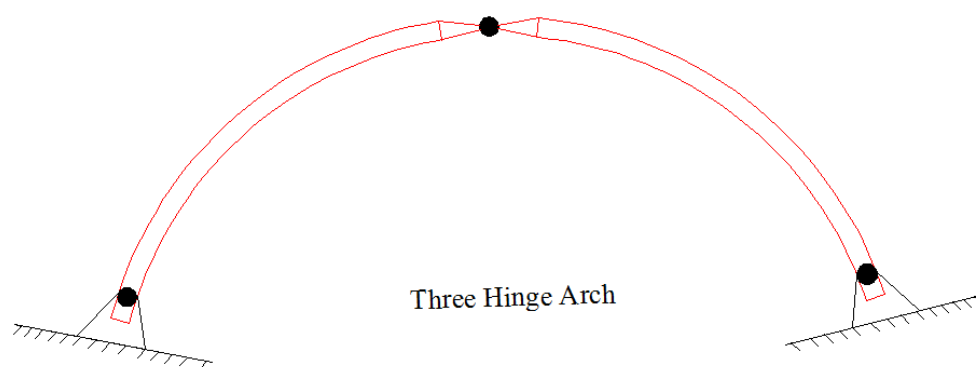
په عمومي توګه دا ډول کمانونه د فلز یا لرګو (Metal or timber) شخه جوړیږي او یوه درجه ستاتیکی نامعین والی لری. سره ددې چې د سختو کمانونو پرتله کم شخوالې لری بیا هم د ناستی پر ضد قوی مقاومت لرونکی دی.

که غواړو د ډول ساختمانونه په معین ستاتیکی ساختمانونو تبدیل کو باید یوه ساکنه اتکاء ټی په متحرکی اتکاء بدله کړو، خو د دی په کولو سره ساختمان په اوږدو کی د کوږوالی مومنت په مقابل کی خپل صلاحیت د لاسه ورکوی او د یو منځنی ګاډر شکل اختیاروی.



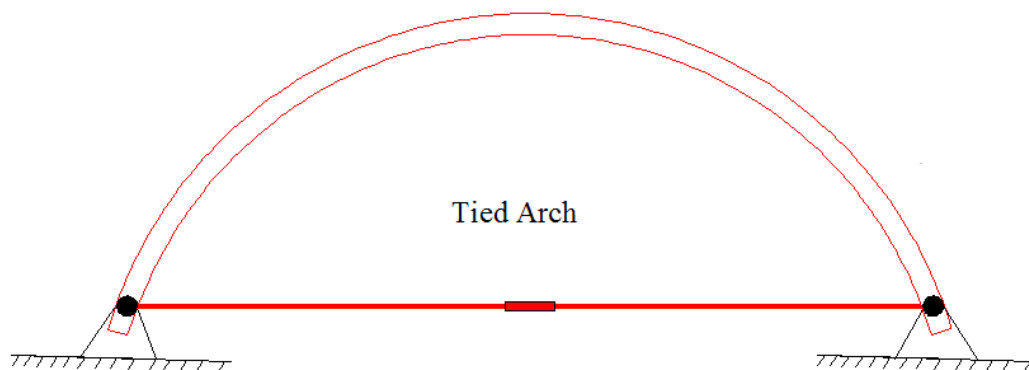
3. دری مفصلی کمانونه (Three Hinge Arches)

دا کمانونه هم د فلز یا لرگو (Metal or timber) څخه جوړ وی او تحلیل له نظره معین ستاتیکی وی. ددی کمانونو ځانگړتیاوی دا دی چی هیڅ ډول اتکائی ناسته یا د تودوخی تغیرات پری اغیزه نه لری څرنګه چی په نامعین ستاتیکی کمانونو کی ئی شتون لرلو.



4. تړلې کمانونه (Tied Arches)

دی ډول کمانونو کی دواړه اتکاګانی د یو افقی میلې په واسطه تړل شوی چی کمان د خارجی قواو پر ضد د ځانه مقاومت وښائی او د افقی زورونو او اتکائی ناستی مخنیوی وکړی. دی کمانونو څخه هغه وخت ډیره استفاده کیږی کله چی کمان لپاره د غټو تهدابونو جوړولو اړتیا نه وی.



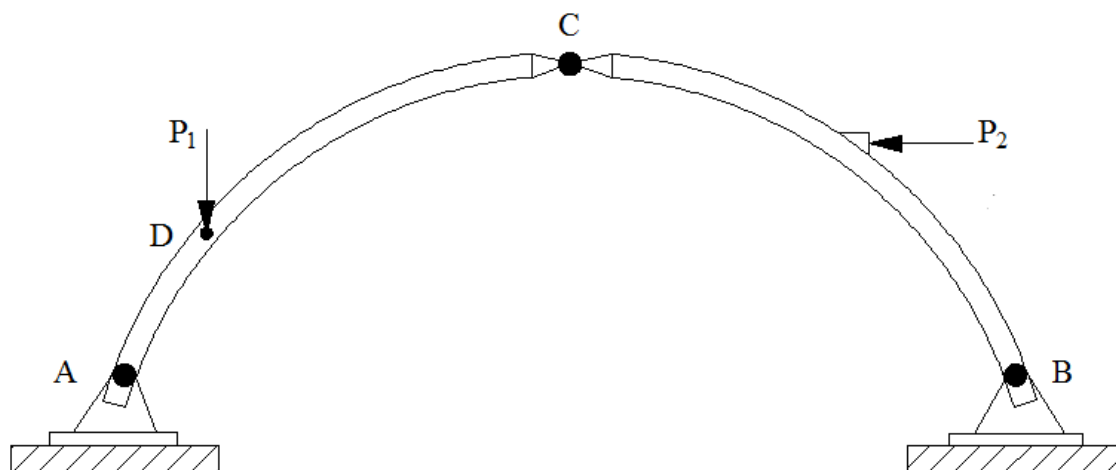
کمانونو څخه زیاتره په هغه وختونو کې ډیره استفاده کېږي کله چې ساختمان د زیات بار لاندې واقع وي او یا هم د ساختمان مهندسي بنکلاته اړتیا وي .
په دې فصل کې د نامعین کمانونو تحلیل څخه تیروږو او صرف د معین کمانونو تحلیل په نظر کې نیسو ، (درې مفصلی کمانونه)



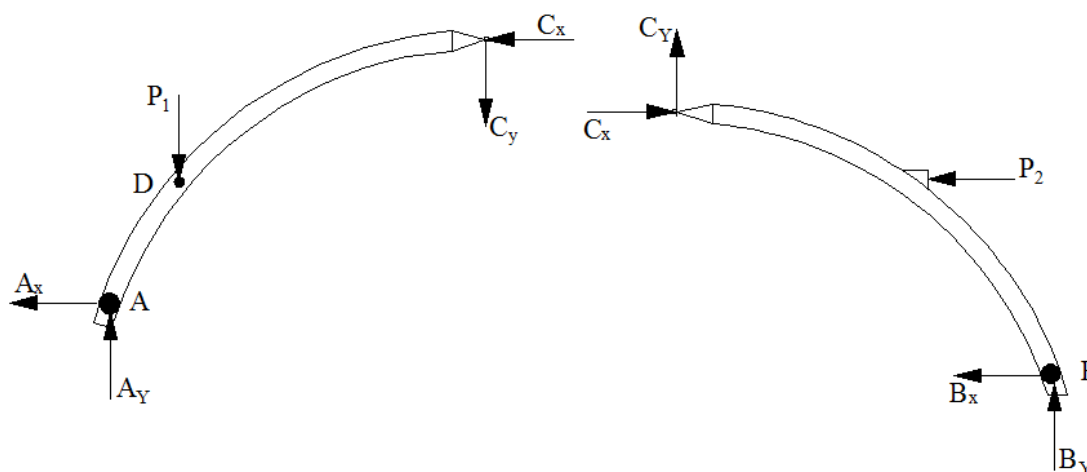
د دري مفصلي کمانونو تحليل

Analysis of three hinge arch

کمانونه څرنگه خپل بارونه انتقالوي ، پوهيدو لپاره يو دري مفصلي کمان په نظر کې نيسو .
دري مفصلي کمان عبارت دی له له هغه منحنی گاپرونو څخه کوم چی د یو مفصل په واسطه سره
مینځ کی تړل کیږي او په دواړو انجامونو متکی وی .
د نوموړي کمان دريم مفصل د کمان اعظمی ارتفاع لرونکی ټکی (Crown) سره تړلی وی .



اتکائي عکس العملونه پيدا کولو لپاره لومړی کمان په دوو برخو ویشل کیږي او هرې برخې لپاره
تعادل په پام کې نیولو سره نامعلومې قوې پيدا کیږي .



په د حالت کی مونږ سره شپږ نامعلومې قواوې موجود دي $C_Y, C_X, B_Y, B_X, A_Y, A_X$

کړنلاره :

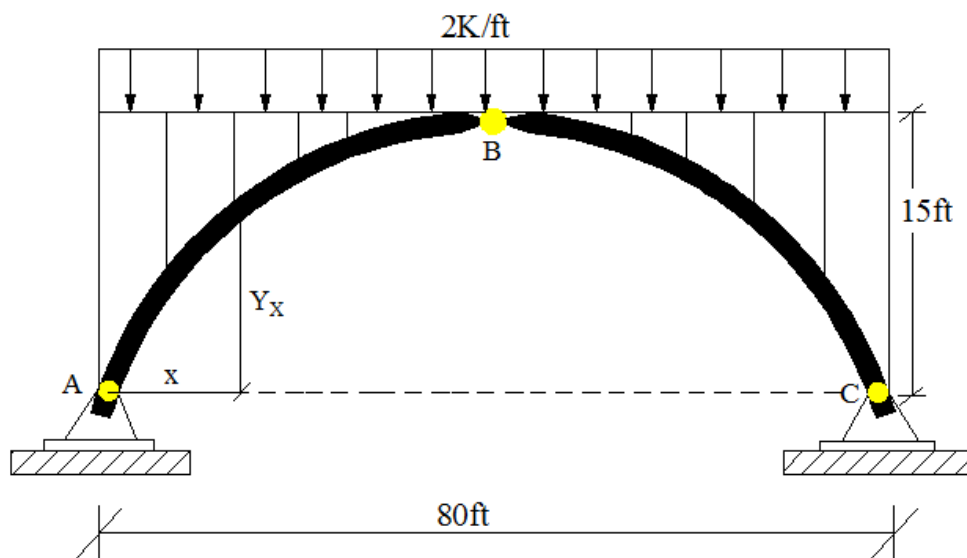
د کمان په A په ټکی کی مومنټ صفر کولو سره یو ه معادله لاس ته راوړو همدارنگه په B نقطه کی مومنټ صفر کولو سره دوئم ه معادله لاس ته راځی او د دواړو معادلو د حل څخه C_Y او C_X پیدا کوو . په ورته ډول نور اتکائی غبرگونونه هم پیدا کیږی . وروسته له دی یو قطع اخلو او نور داخلي نامعلومې قوې (عرضی قوه ، نارملی قوه او مومنټ) محاسبه کوو .

$$y = \frac{4y_c}{L^2} x(L - x)$$

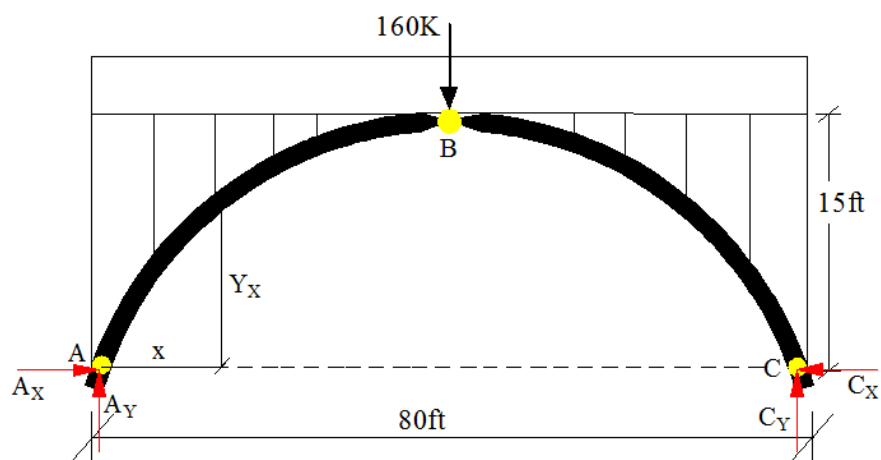
$$H = \frac{\int_0^L M_x \cdot y \, dx}{\int_0^L y^2 \, dx}$$

$$M = M_x - HY$$

مثال 1: د ورکړل شوی دری مفصلی کمان اتکائی عکس العملونه پیدا کړی؟



حل:



$$\sum M_A = 0$$

$$-80C_y + (160 \times 40) = 0$$

$$C_y = 80K$$

$$\sum M_C = 0$$

$$-80A_y + (160 \times 40) = 0$$

$$A_y = 80K$$

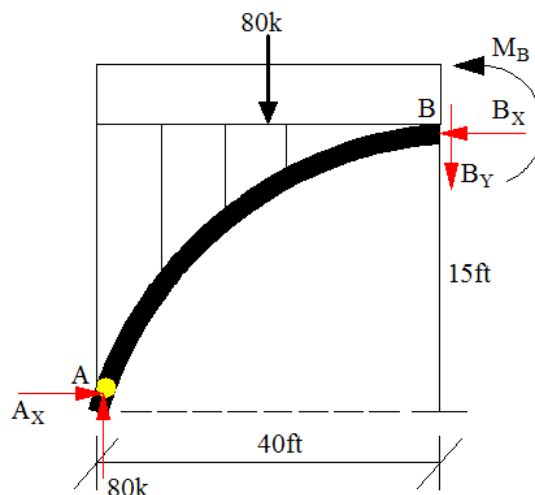
$$\sum M_B = 0$$

$$(80 \times 40) - 15A_x - (80 \times 20) = 0$$

$$A_x = 107K$$

We know that

$$A_x = C_x = 107K$$



کولی شود فورمول په واسطه پورتنی سوال حل کولومړی د A اتکا څخه په x فاصله د کمان لوړوالی Y_x پیدا کوو.

$$y = \frac{4y_c}{L^2} x(L - x)$$

$$y_x = \frac{4.15}{80^2} x(80 - x)$$

$$Y_x = 0.75x - 0.0094x^2$$

په x فاصله مومنت M_x

$$M_x = -(2 \cdot x \cdot x / 2) + 80x$$

$$M_x = 80x - x^2$$

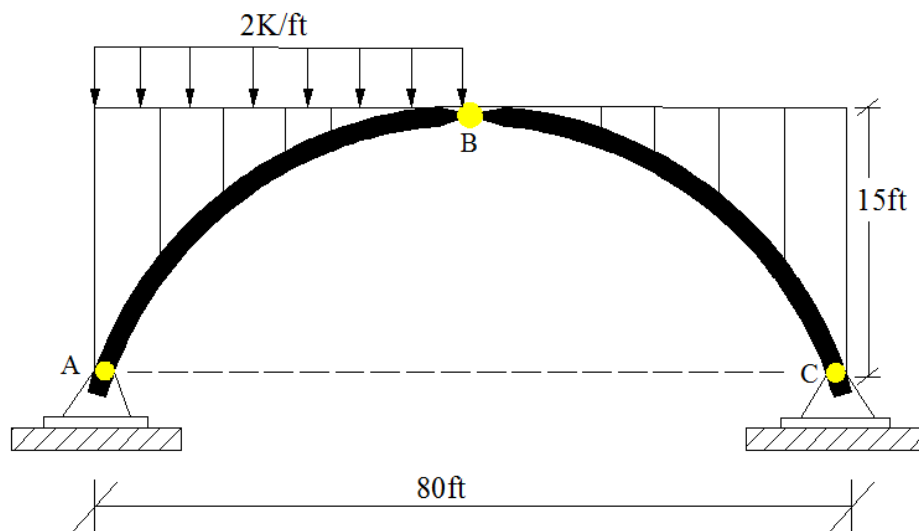
$$H = \frac{\int_0^L M_x \cdot y \, dx}{\int_0^L y^2 \, dx} \rightarrow H = \frac{\int_0^{80} (80x - x^2)(0.75x - 0.0094x^2) \, dx}{\int_0^{80} (0.75x - 0.0094x^2)^2 \, dx} = \frac{1019900}{95236} = 107K$$

$$H = A_x = C_x = 107K$$

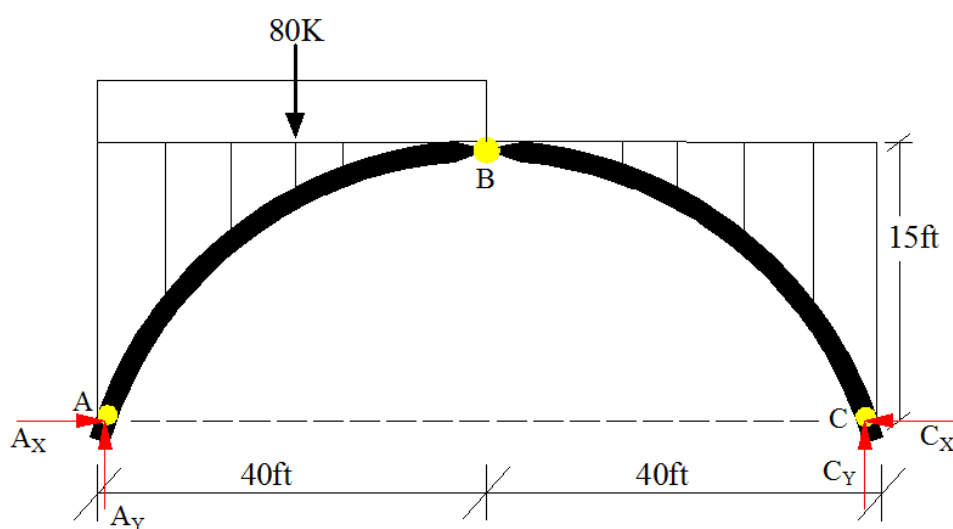
چیک

$$H = \frac{wl^2}{8y_c} \Rightarrow H = \frac{2 \cdot 80^2}{8 \cdot 15} = 107K$$

مثال 2 یو دري مفصلي کمان چي 80 فټ وایي لرونکي ده. تاسي يي د اتکایزو غبرگونونو قیمت پیدا کړی؟

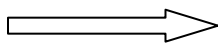


حل:



$$\sum M_C = 0$$

$$80A_Y - (80 \cdot 60) = 0$$



$$A_Y = 60K$$

$$\sum F_y = 0$$

$$A_Y + C_Y - (80) = 0$$

$$A_Y + C_Y = 80 \implies C_Y = 80 - 60 = 20K \quad C_Y = 20K$$

$$\sum M_B = 0$$

$$-15A_X + (60 \cdot 40) - (80 \cdot 20) = 0$$

$$-15A_X + 2400 - 1600 = 0$$

$$15A_X = 800$$

$$A_X = 53.3K \quad \text{and} \quad C_X = 53.3K$$

چیک:

$$H = \frac{WL^2}{16Y_C} \implies \frac{2(40)^2}{16.15} = 53.3K$$



مثال: 3 په انځور کې ښودل شوی پل درې مفصل لرونکی

کمان څخه جوړ دی او پرابولیک شکل لري. که چیرې د

پل واته 30m وی، او 50kN/m منظم ویشل شوی بار

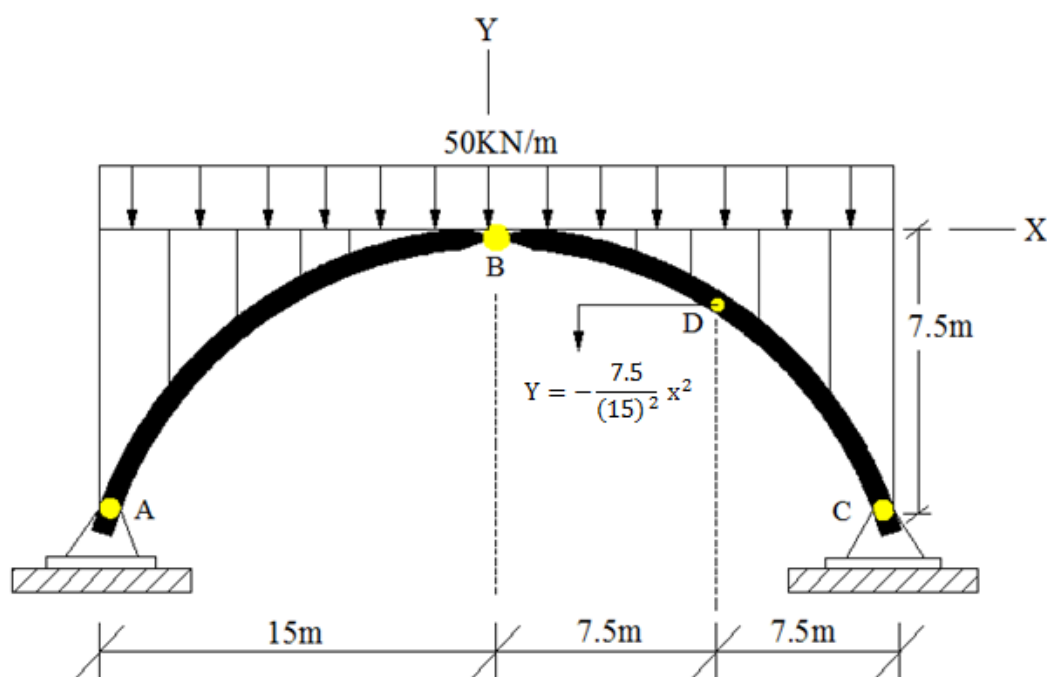
لپاره ډیزاین مطلوب وی، تاسې د نوموړي کمان اتکایز

عکس العملونه، په D نقطه کې نارملې فشاري قوه

(N_D) عرضي قوه (V_D) او مومنټ (M_D) محاسبه کړي؟ او ښایي چې کمان د فشاري قواو لاندې

واقع دی او که نه؟

حل:



دلته دواړه اتکاګانې په مساوي لیول واقع دي. اتکائی عکس العملونه پیدا کوو

$$\sum M_A = 0$$

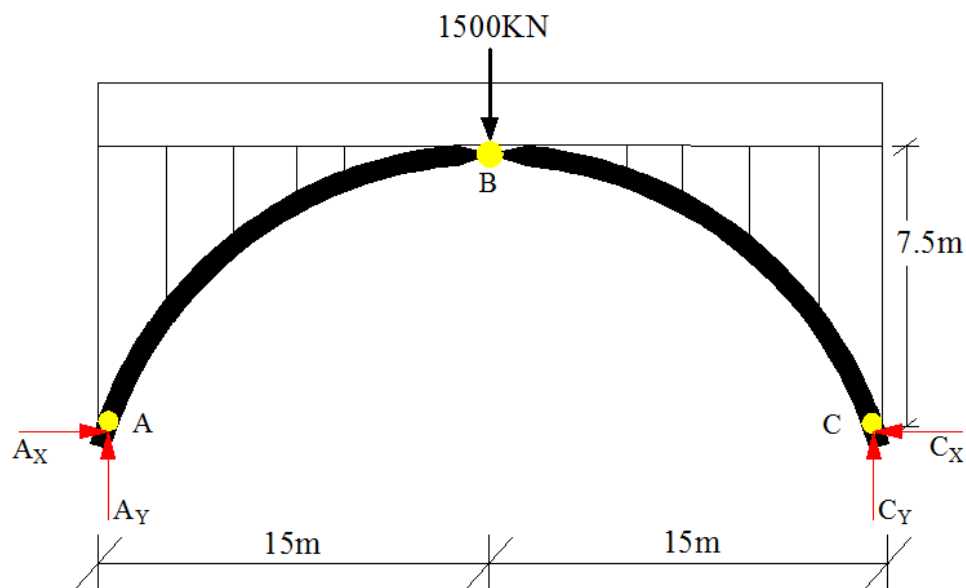
$$-30C_Y + (1500 \times 15) = 0$$

$$C_Y = 750 \text{ kN}$$

$$\sum M_B = 0$$

$$-(750 \times 15) + (50 \times 15 \times 7.5) + 7.5C_X = 0$$

$$C_X = 750 \text{ kN}$$



د کمان BC برخه :

$$\sum F_x = 0$$

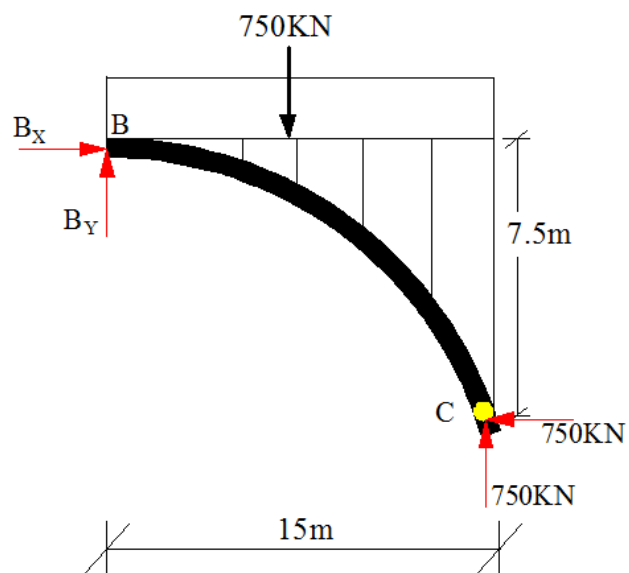
$$B_x - 750 = 0$$

$$B_x = 750 \text{ kN}$$

$$\sum M_C = 0$$

$$15B_y + (750 \times 7.5) - (750 \times 7.5) = 0$$

$$B_y = 0$$



د B نقطې څخه D پوری قطع اخلو او غوښتل شوی قوی پیدا کوو . ($x=7.5\text{m}$ from B)

$$X = 7.5\text{m}$$

$$Y_D = \frac{-7.5}{(15)^2} x^2 = \frac{-7.5}{(15)^2} 7.5^2$$

$$Y_D = -1.875\text{m}$$

$$\tan\theta = \frac{dy}{dx} = \frac{d}{dx} \left(\frac{-7.5}{(15)^2} x^2 \right)$$

$$\tan\theta = \frac{-7.5}{(15)^2} \cdot 2x \text{ put } x=7.5$$

$$\tan\theta = \frac{-7.5}{(15)^2} \cdot 2(7.5) = -0.5$$

$$\theta = 26.6^\circ$$

$$\sum F_x = 0$$

$$-N_D \cos 26.6 - V_D \sin 26.6 + 750 = 0$$

$$-0.894N_D - 0.45V_D + 750 = 0 \dots\dots\dots (1)$$

$$\sum F_y = 0$$

$$N_D \sin 26.6 - V_D \cos 26.6 - 375 = 0$$

$$0.5N_D - 0.894V_D - 375 = 0 \dots\dots\dots (2)$$

د 1 او 2 معادلو حل څخه لرو.

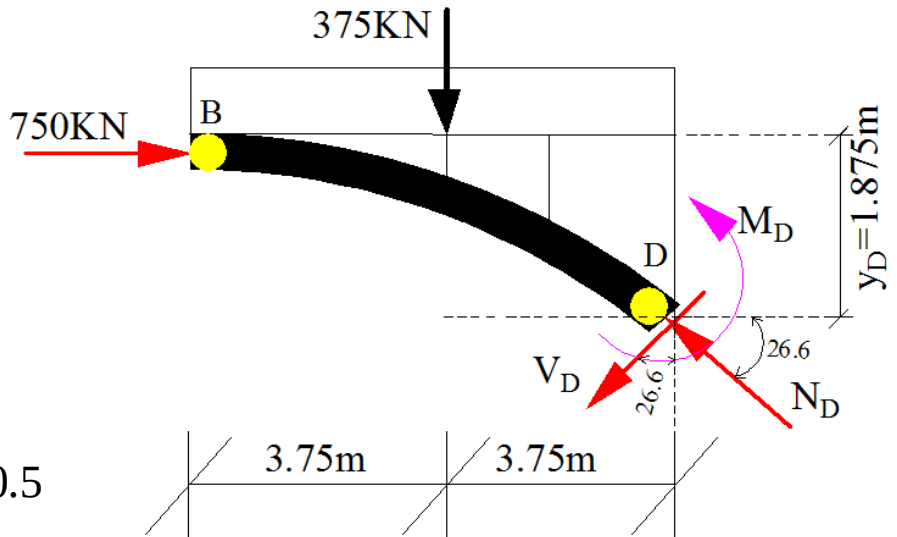
$$N_D = 838\text{KN}$$

$$V_D = 0$$

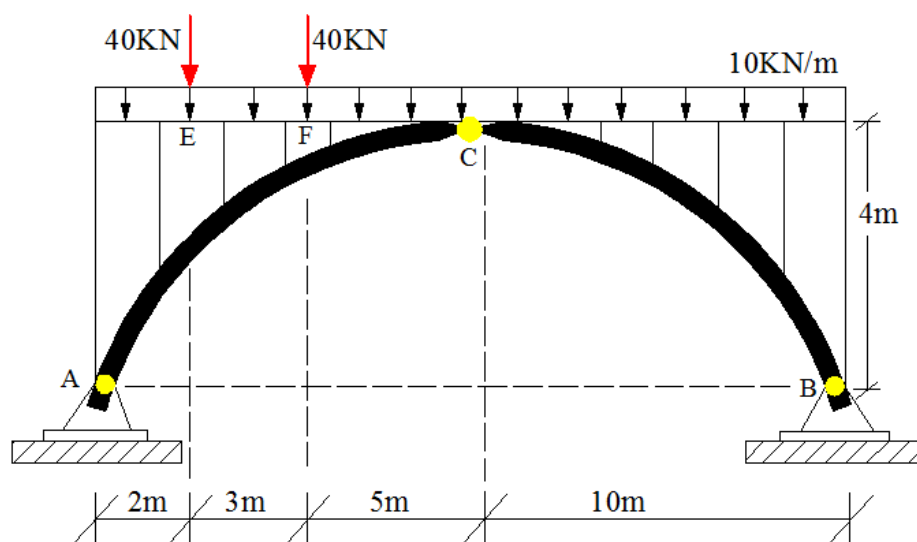
$$\sum M_D = 0 \rightarrow (750 \cdot 1.875) - (375 \cdot 3.75) - M_D = 0$$

$$M_D = 0$$

په D نقطه کې عرضي قوه او مومنټ صفر دی یعنې په کمان کې صرف فشاري قواوې (N_D) موجود دي.



مثال 4 یو دري مفصلي کمان چي 20 متره وایي لرونکي ده تاسي يي د اتکایزو غبرگونونو قیمت پیدا کړی که چیرته په کمان بنودل شوی بارونو عمل کړی وی.



حل:

$$\sum M_B = 0$$

$$20A_Y - (40 \times 18) - (40 \times 15) - (10 \times 20 \times 10) = 0$$

$$A_Y = 166 \text{ kN}$$

$$\sum F_Y = 0$$

$$166 + B_Y - 40 - 40 - (10 \times 20) = 0$$

$$B_Y = 114 \text{ kN}$$

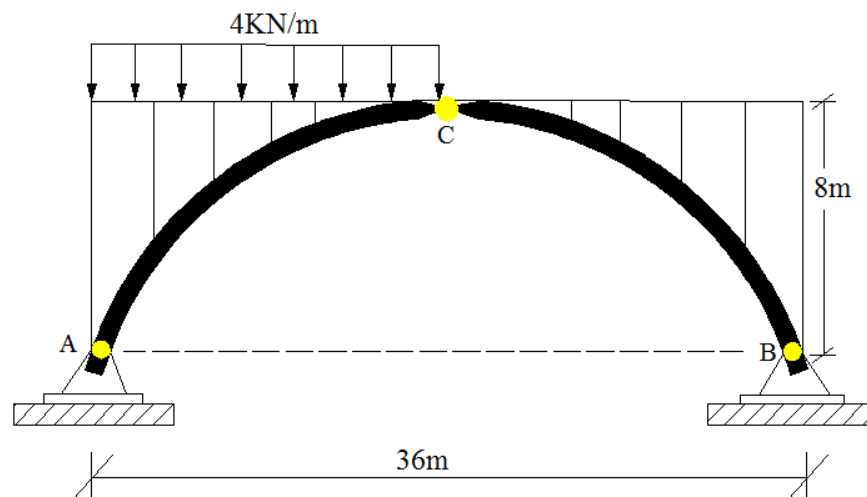
$$\sum M_C = 0$$

$$(166 \times 10) - 4A_X - (40 \times 8) - (40 \times 5) - (10 \times 10 \times 5) = 0$$

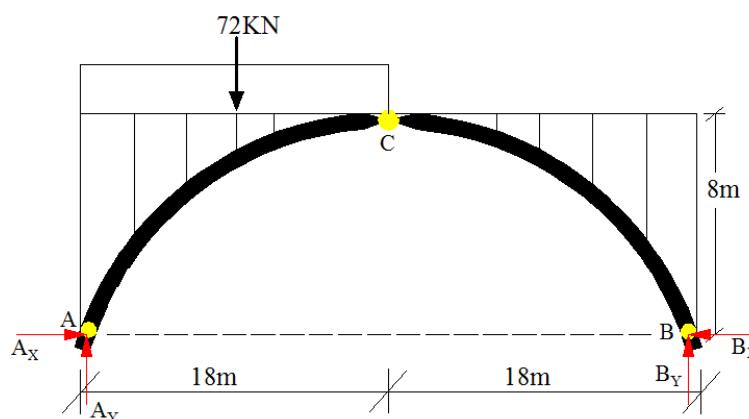
$$A_X = 160 \text{ kN}$$

$$\text{Also } A_X = B_X = 160 \text{ kN}$$

مثال 5 یو دري مفصلي کمان چي 36 متره وایئ لرونکي ده. تاسي يي د اتکایز غبرگونونو قیمت ، په C ټکی کی عرضی قوه (V_C) ، نارملی قوه (C_x) او مومنټ (M_C) پیدا کړی.



حل:



1. اتکائی عکس العملونه :

$$\sum M_B = 0$$

$$36A_y - (72 \times 27) = 0$$

$$A_y = 54 \text{ kN}$$

$$\sum M_C = 0$$

$$(54 \times 18) - (8A_x) - (72 \times 9) = 0$$

$$A_x = 40.5 \text{ kN}$$

we know that

$$\sum F_y = 0$$

$$54 + B_y - 72 = 0$$

$$B_y = 18 \text{ kN}$$

$$B_x = 40.5 \text{ kN}$$

$$M_C, N_C, V_C \quad (2)$$

$$C_X = 40.5 \text{ kN}$$

$$\sum F_Y = 0$$

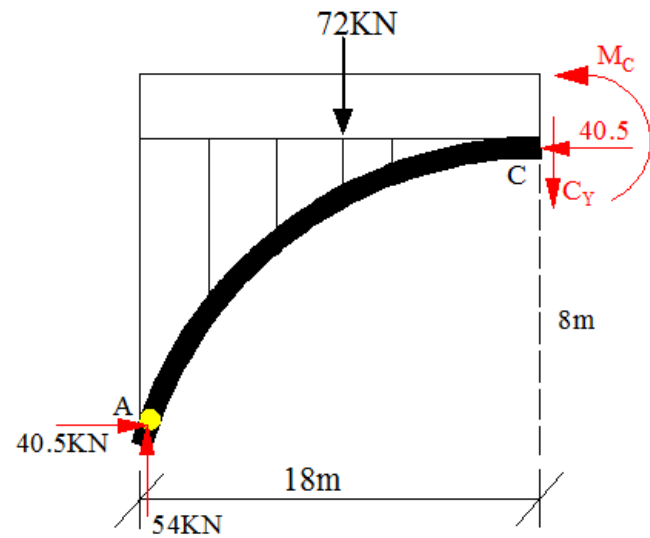
$$54 - 72 - C_Y = 0$$

$$C_Y = -18 \text{ kN}$$

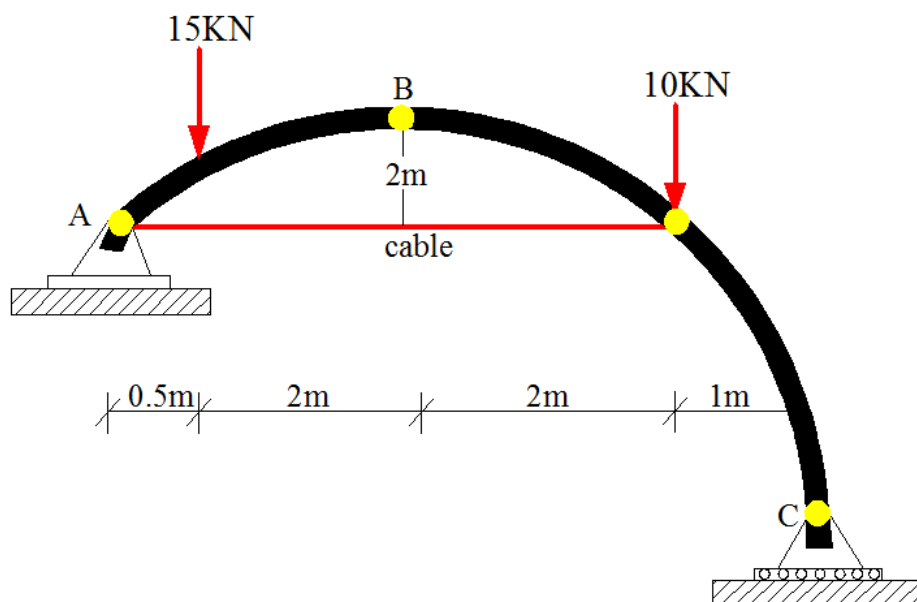
$$\sum M_C = 0$$

$$-M_C + (54 \times 18) - (40.5 \times 8) - (72 \times 9) = 0$$

$$M_C = 0$$



مثال 6 یوتپل شوی دری مفصلي کمان چي 5.5 متره وائے لری تاسي يي د اتکایزو غبرگونونو قیمت او په تپل شوی کیبل کی کششی قوه پیدا کړي



حل:

$$\sum M_A = 0$$

$$-5.5C_Y + (10 \times 4.5) + (15 \times 0.5) = 0$$

$$C_Y = 9.55 \text{ kN}$$

$$\sum F_y = 0$$

$$A_Y + 9.55 - 15 - 10 = 0$$

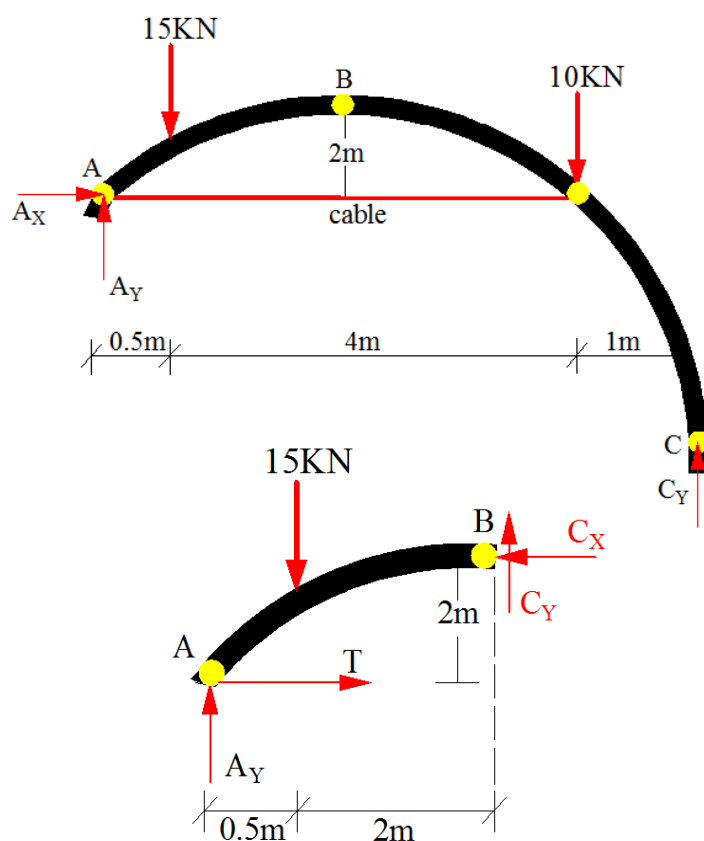
$$A_Y = 15.5 \text{ kN}$$

Section AB

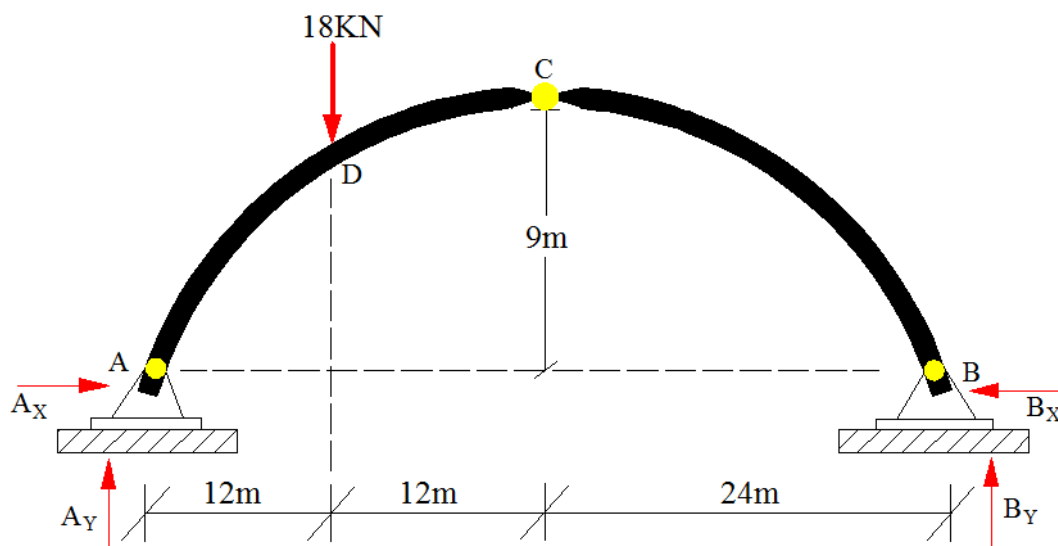
$$\sum M_B = 0$$

$$(15.5 \times 2.5) - (2T) - (15 \times 2) = 0$$

$$T = 4.32 \text{ kN}$$



مثال 7 د ورکړ شوی دری مفصل لرونکی پارابولي کمان د انحنائی مومنت دیاگرام رسم کړی؟؟



حل:

$$\sum M_B = 0 \rightarrow 48A_Y - (18 \cdot 36) = 0 \rightarrow A_Y = 13.5 \text{ kN}$$

$$\sum M_A = 0 \rightarrow -48B_Y + (18 \cdot 12) = 0 \rightarrow B_Y = 4.5 \text{ kN}$$

$$\sum F_X = 0 \rightarrow A_X = B_X$$

$$\sum M_C = 0 \rightarrow -9A_X - (18 \cdot 12) + (13.5 \cdot 24) = 0 \rightarrow A_X = B_X = H = 12 \text{ kN}$$

د X او Y ترمنځ رابطه.

$$y = \frac{4y_c}{L^2} \cdot x \cdot (L - x)$$

$$y = \frac{4.9}{48^2} \cdot x \cdot (48 - x) = 0.75x - 0.0156x^2$$

$$y_{12} = 0.75(12) - 0.0156(12)^2 = 6.75 \text{ m}$$

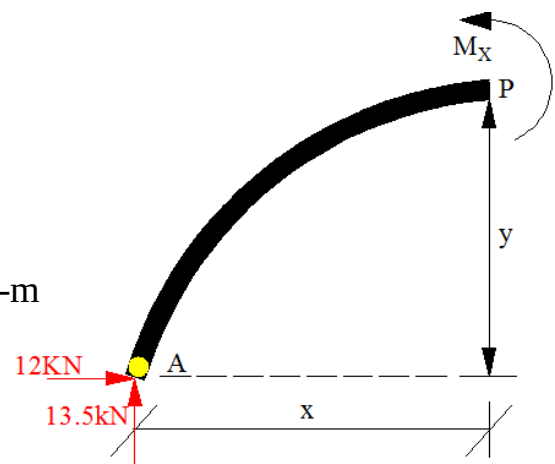
A او D ترمنځ قطع:

$$\sum M_P = 0 \rightarrow 13.5x - 12y - M_X = 0 \rightarrow M_X = 13.5x - 12y$$

$$M_X = 13.5x - 12y \rightarrow 0 \leq x \leq 12 \text{ او } 0 \leq y \leq 6.75$$

$$\left. \begin{matrix} x = 0 \\ y = 0 \end{matrix} \right\} M_A = 13.5x - 12y = 0$$

$$\left. \begin{matrix} x = 12m \\ y = 6.75m \end{matrix} \right\} M_D = (13.5 \cdot 12 - 12 \cdot 6.75) = 81 \text{ KN-m}$$



D او C تر منځ قطع:

$$\sum M_P = 0 \rightarrow 13.5(12+x) - 12(6.75+y) - 18x - M_x = 0$$

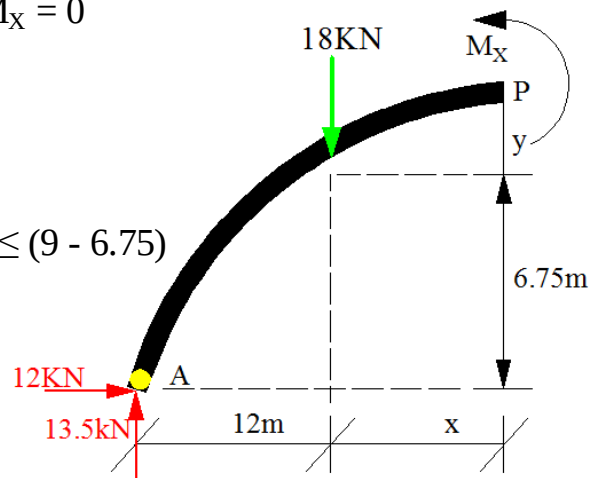
$$\rightarrow M_x = 162 + 13.5x - 81 - 12y - 18x$$

$$M_x = -4.5x - 12y + 81$$

$$M_x = -4.5x - 12y + 81 \rightarrow 0 \leq x \leq 12 \text{ او } 0 \leq y \leq (9 - 6.75)$$

$$\left. \begin{matrix} x = 0 \\ y = 0 \end{matrix} \right\} M_D = 81 \text{ KN-m}$$

$$\left. \begin{matrix} x = 12m \\ y = 2.25m \end{matrix} \right\} M_C = 0$$



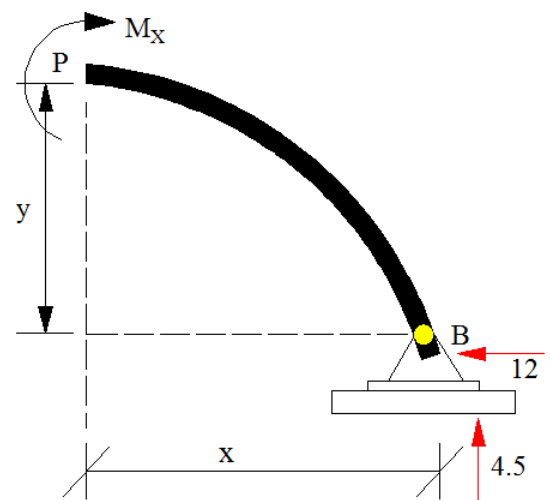
B او C تر منځ قطع:

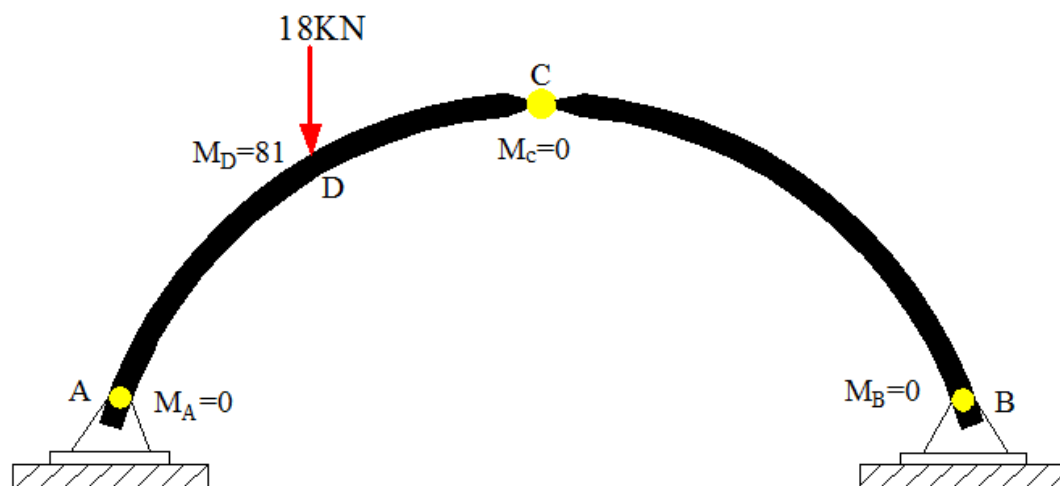
$$\sum M_P = 0 \rightarrow -4.5x + 12y + M_x = 0$$

$$M_x = 4.5x - 12y \quad 0 \leq x \leq 24 \text{ او } 0 \leq y \leq 9$$

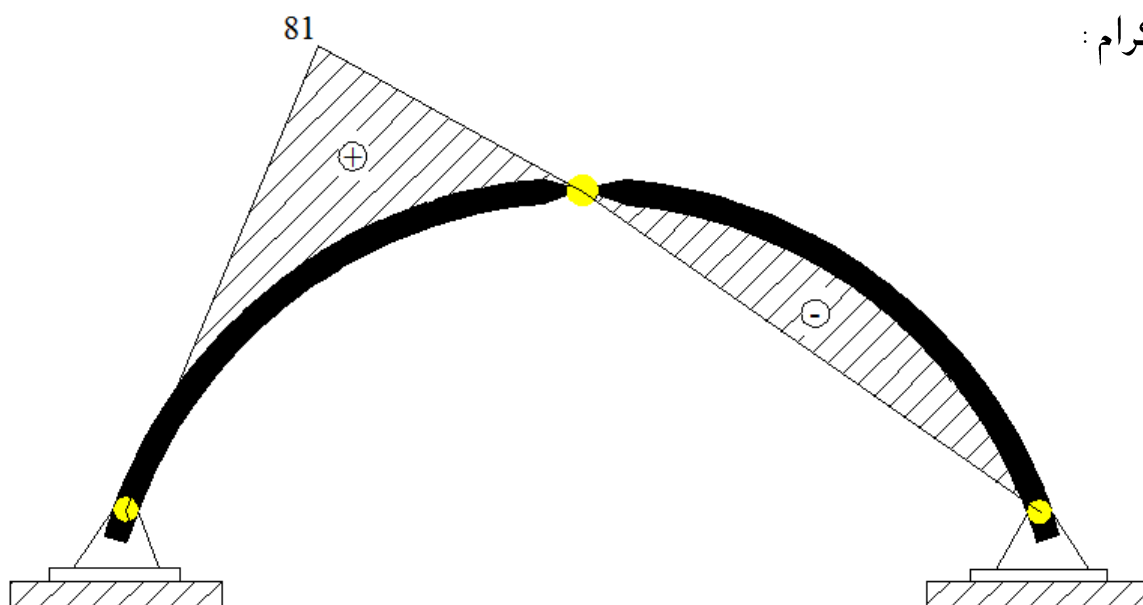
$$\left. \begin{matrix} x = 24m \\ y = 9m \end{matrix} \right\} M_C = 0$$

$$\left. \begin{matrix} x = 0 \\ y = 0 \end{matrix} \right\} M_B = 0$$



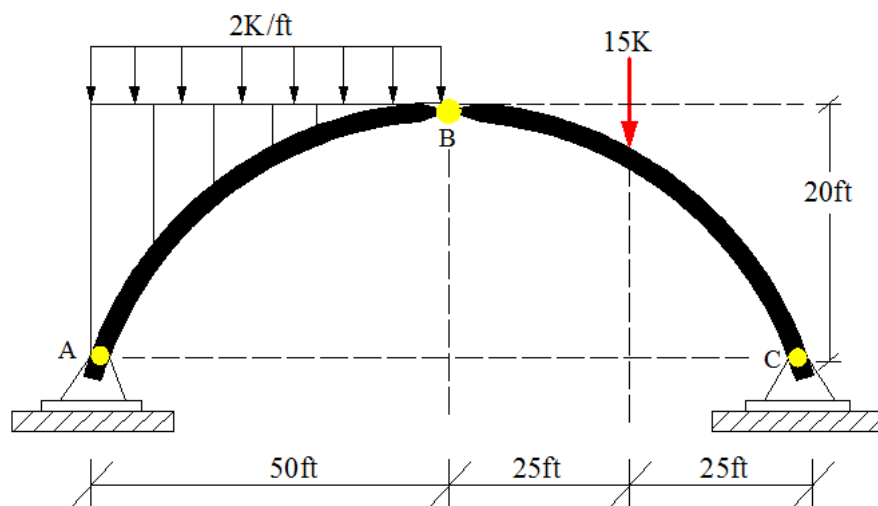


دیاگرام :

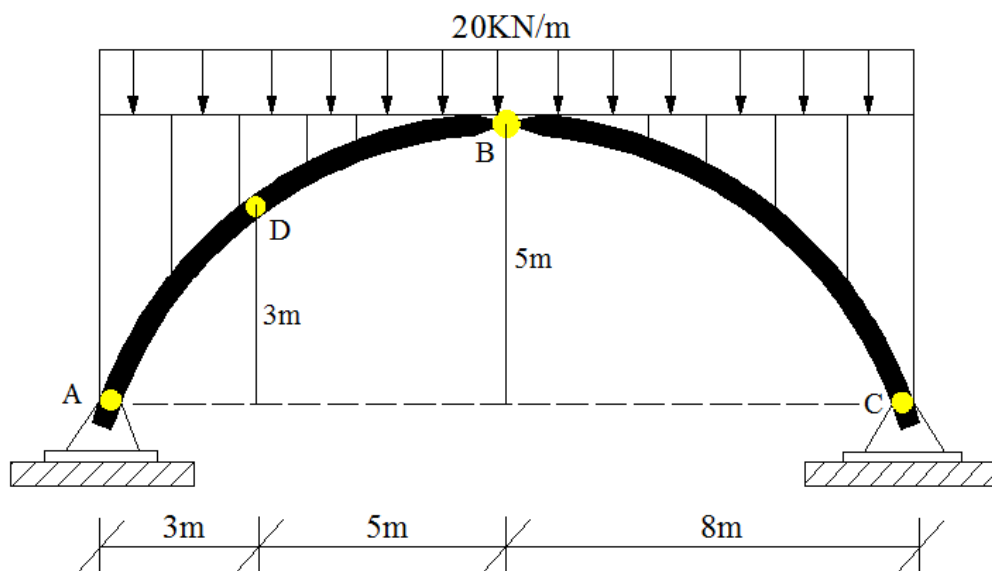


تمرین (Exercise)

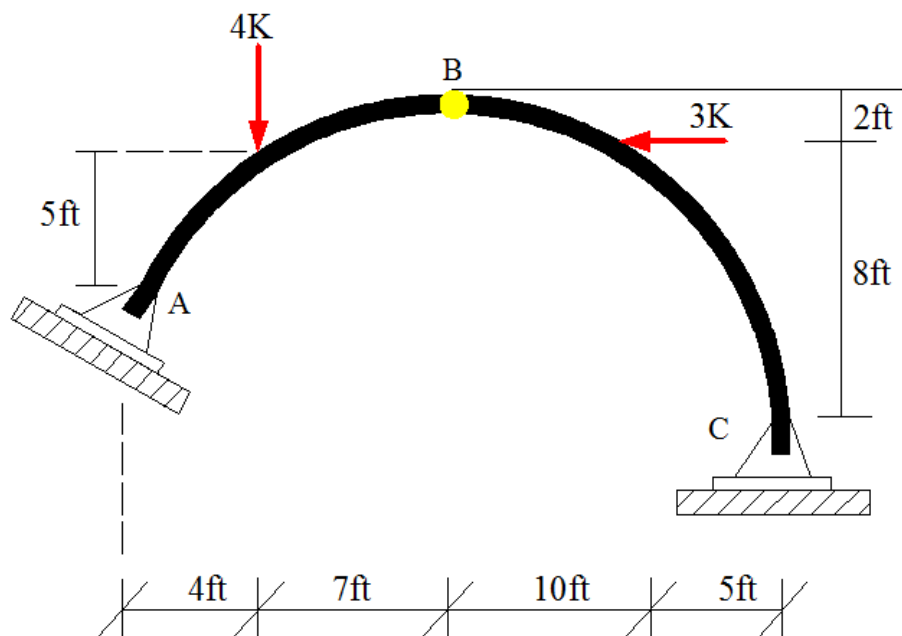
(1) د کمان اتکائی عکس العملونه پیدا کړی؟



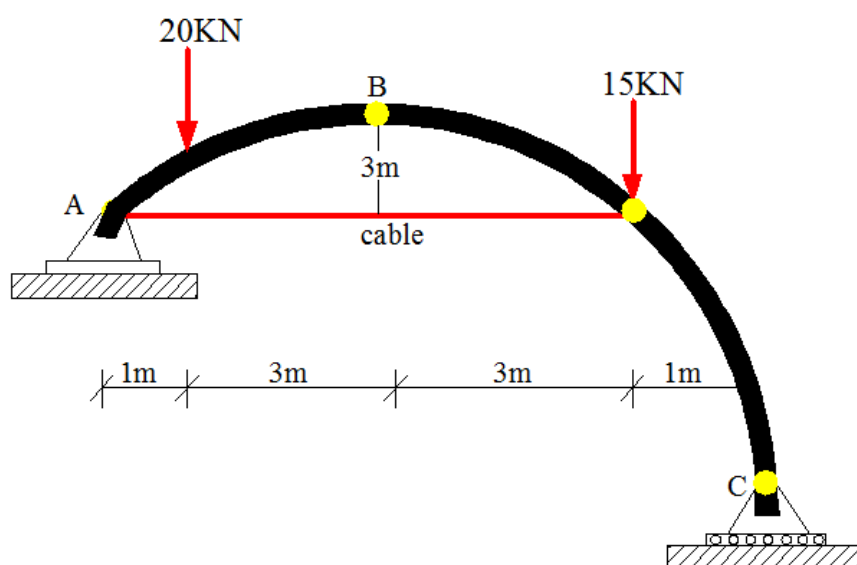
(2) د ورکړل شوی دری مفصلی کمان په D نقطه کی داخلی مومنټ پیدا کړی که چیری کمان د 20KN/m منظم ویشل شوې بار لاندی واقع وی؟



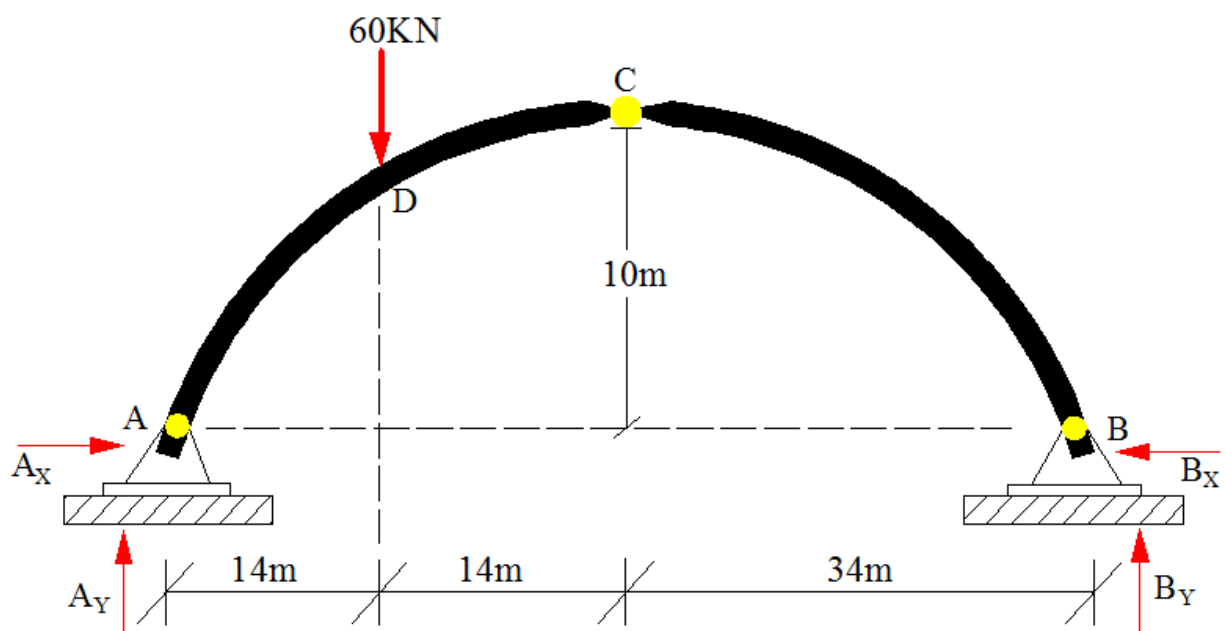
(3) د ورکړل شوی دری مفصلی کمان په A ، B ، C ټکو کی اتکائی عکس العملونه پیدا کړی



(4) یو تړل شوی دری مفصلی کمان چي 8 متره وائهلری تاسي يي د اتکایزو غبرگونونو قیمت او په تړل شوی کیبل کی کششی قوه پیدا کړي



(5) د ورکړ شوی درې مفصل لرونکی پرابولی کمان د انحنائی مومنټ دیاگرام رسم کړی؟؟



اووم خپرکی

د معین ستاتیکی ترسونو تحلیل

(Analysis of statically determinate Trusses)

په د فصل کی د معین ستاتیکی ترسونو تحلیل تر خپرنی لاندی نیسو او د ترسونو په مختلفو برخو کی کششی یا فشاری قواوی پیدا کولو لپاره د غوتو او قطعې میتود تشریح کوو.

ترس (Truss)

د مثلی برخو څخه جوړ هغه ساختمانی جوړخت چي د فلز یا لرگو (Metal and Wood) نري میلی پکې په مثلی شکل یو ځای شوي وي او دا میلی د کششی یا فشاری قواو لاندی واقع وی عبارت دی له ترس څخه.

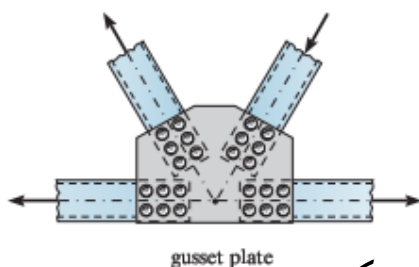
په ترس کې ټولي قواوي په محوري بڼه اساس ته انتقالیږي.

ترسونه په هغه ساختمانونو کې استعمالیږي، چي وایه یي لوي وي او د ګادرونو استعمال پکې غیر اقتصادي وي.

ترس ته په ګادر هله فوقیت ورکول کیږي که مونږ د ساخمان په طول کې دلچسپي ولرونه په ژوروالي کې دا به ډیر اقتصادي وي که مونږ ترس د 9m څخه 30m فاصله کې استعمال کو، اګرچي دي نه زیات فاصلی ته هم استعمالیږي.

په ترسونو کې د عناصرو د هندسي شکله ترتیب له امله کوم بار چي د ترس د کوډوالي لامل کیږي، د ترسونو په عناصرو کې په کششی او فشاری قواو بدلیږي.

ګزټ پلیټ (Gusset Plate)



د فلزی موادو هغه پلیټ کوم څخه چي په غوتو (Joints) کی استفاده

کیږي او د وصل شویو میلو په خپل ځای ساتلو لپاره په جوائنټ کی کوشیر کیږي.

د ترسونو ډولونه (Types of Trusses)

1. په چتونو کې استعمالیدونکې ترسونه (Roof Trusses)



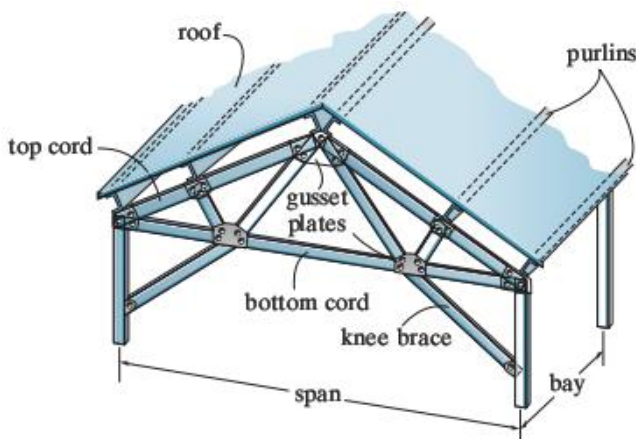
دا ډول ترسونه زیاتره د صنعتي تعمیراتو یا فابریکو په چتونو کې د مکمل ساختمان یوې برخې په حیث کار کوي لکه څرنگه چې په انځور کې ښودل شوی .

دلته د چت خپل وزن او نور چاپیریالي بارونه لومړی د پرلنډ (purlins) د لاری غوتو (Joints) ته انتقالیږي او او د غوتو څخه تړل شویو میلو ته. دا ډول ترس سره د تکیه گانو د بینټ (Bent) په نامه یادېږي .

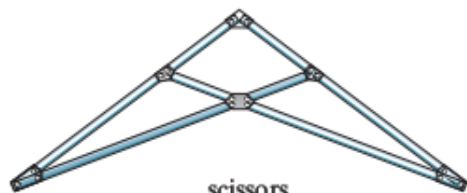
دوه گاونډي بینټونو ترمنځ فاصلې ته bay وئیل کیږي. اقتصادي ډیزائن لپاره باید لاندې نورمونه په پام کې ونیسو .

که چیرې ترس 18m وائی لرونکي وي باید د bay اوږدوالی ئی 4.6m وي .

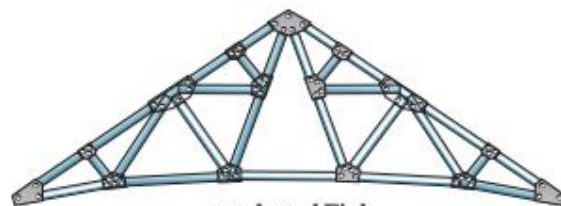
که چیرې ترس 30m وائی لرونکي وي باید د bay اوږدوالی ئی 6.1m وي .



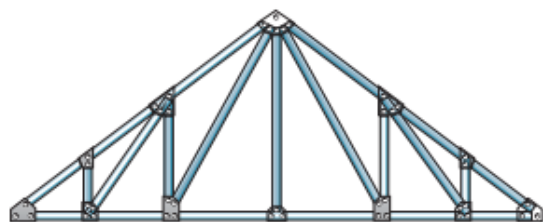
کله چې یو ساختمان لپاره ترس مشخص کیږي د ټولو مخه د ساختمان وائ، د چت میلان (slope) او مواد ټاکل کیږي اودغه مشخصات په پام کې نیولو سره د مناسب ترس انتخاب کیږي. په چتونو کې د کوم ډول ترسونو څخه چې استفاده کیږي، لاندې ښودل شوی دی.



scissors
(a)



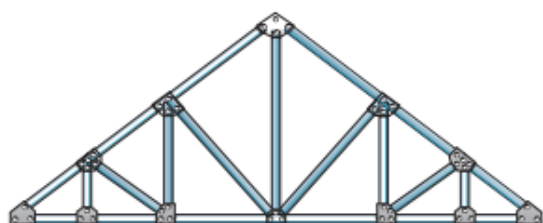
cambered Fink
(f)



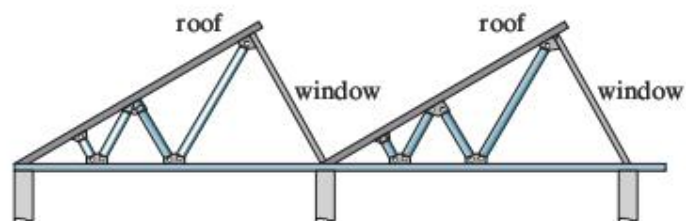
Howe
(b)



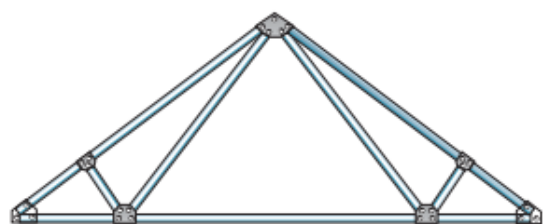
Warren
(g)



Pratt
(c)



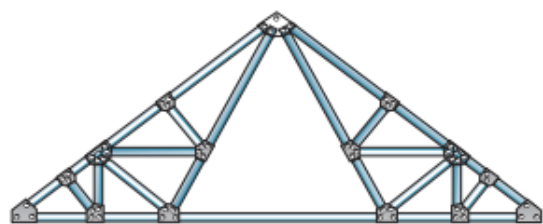
sawtooth
(h)



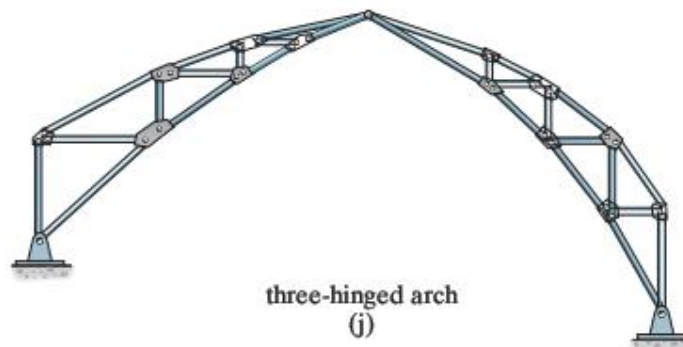
fan
(d)



bowstring
(i)

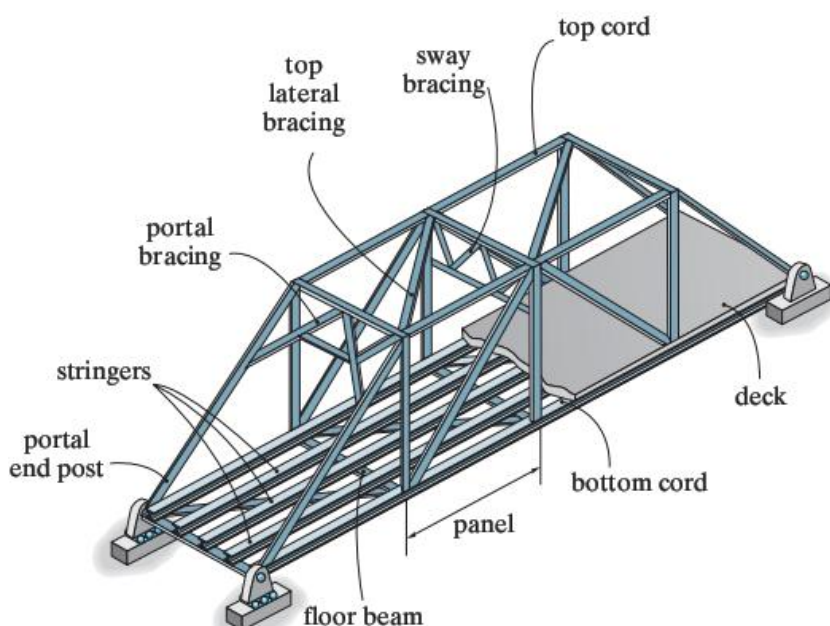


Fink
(e)



three-hinged arch
(j)

2, په پلونو کې استعمالیدونکي ترسونه (Bridge Trusses)



په پلونو کې استعمالیدونکي ترسونو مهم غړي په شکل کې ښودل شوي. د بارونو انتقال :

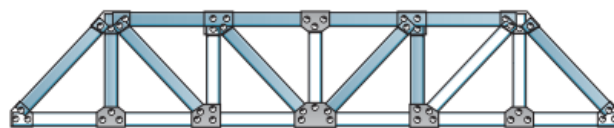
په د ډول ترسونو کې لومړي د عراده جاتو وزن د پل سلب ته انتقالیږي د سلب (deck) څخه طولی ګاډرونو (stringers) ته ، عرضی ګاډرونو (Floor Beams) ته او په ورته ډول غوتو (joints) ته انتقالیږي همدارنګه

ټول بارونه په منظم ډول غوتو سره وصل شويو میلو ته او په ورستیو کې اتکاګانو ته انتقالیږي. په نوموړیو ترسونو کې پورتنۍ او لاندینۍ میلی خپل مینځ کې د افقی قواو (Wind ,EQ) زغملو لپاره تړل کېږي کوم چي د lateral Bracing په نامه بلل کېږي.

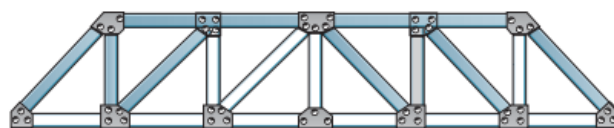


دا چي تودوڅي له امله پيدا شوي اوږدیدنه د پل ويجاړتيا لامل ونه ګرځي په عملي ساحه کې د پل یوې خوا ته متحرکه اتکاء نسب کېږي .

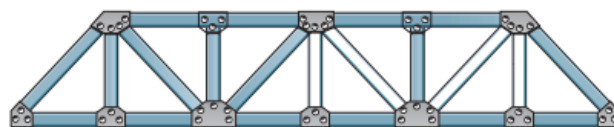
لاندی ورکر شویو ترسونو خخه په پلونو کی استفاده کیږی .



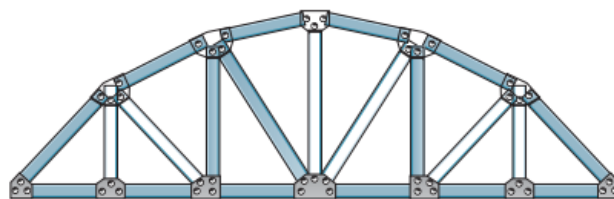
Pratt
(a)



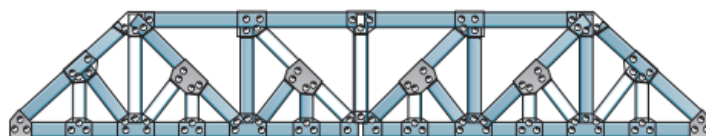
Howe
(b)



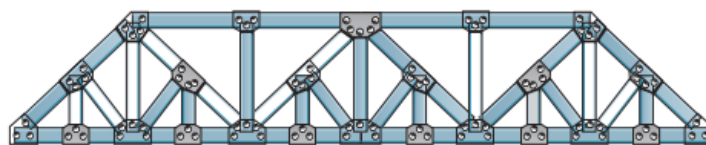
Warren (with verticals)
(c)



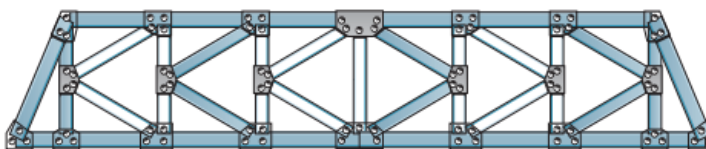
Parker
(d)



Baltimore
(e)



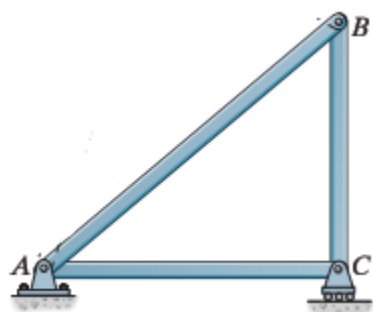
subdivided Warren
(f)



K-truss
(g)

د تحلیل له نظره ترسونه په لاندې ډولونو ویشل کېږي .

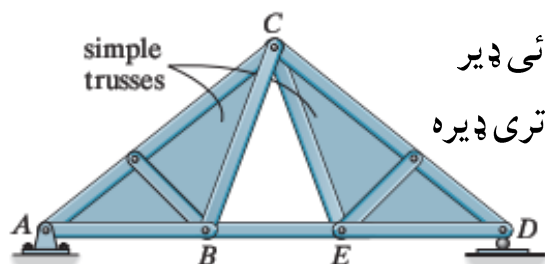
(1) ساده ترسونه (Simple trusses)



د ډول ترسونه ساده او بنيادی مثلثي غړيو څخه جوړ وي لکه څرنګه چې په شکل کې ښودل شوی. د ويجاړتيا مخنيوی لپاره باند ترس څخه او هندسي تغیر نه منونکي وي .
د ترسونو سټیبلټي دوئم فصل کې په تفصیل سره تشریح شوی .

(2) مرکبي ترسونه (compound Trusses)

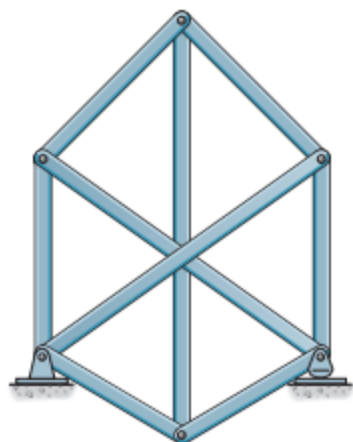
کله چې دوه یا دوو څخه ډیر ساده ترسونه خپل مینځ کې د بارونو زغملو لپاره وصل کړي شي ، عبارت دی له مرکبي ترسونو څخه .



دی ډول ترسونو جوړښت ډیراسان او بارونو زغملو ظرفیت یې ډیر زیات وي همدا وجه ده په عملي ساحه کې اوږدو واولپاره تری ډیره استفاده کېږي .

(3) پیچلي ترسونه (Complex Trusses)

د ډول ترس ساده او مرکبي ترسونو سره ډیر توپیر لري او تحلیل یې ساده ترسونو په څیر نه کېږي



په ترسونو کې صرف نارملې کششي یا فشاري قوی په داخل د میلو کې پیدا کېږي او هیڅ ډول کوډوالی مومنت یا هم عرضی قوه پکې حضور نه لري .

د ترس په میلو کې داخلي قوی پیدا کولو لپاره لاندې طریقې لرو

۱. د غوتو طریقه (Method of joints)

۲. د قطعي طریقه (Method of section)

۳. گرافیکي طریقه (Graphical Method)

د معین ستاتیکي ترسونو تحلیل (د غوتو طریقه)

(Analysis of Truss using Method of joint)

د تحلیل کړنلاره: (Procedure for Analysis)

✓ لومړۍ بانداتکائی غبرگونونه پیدا کړو .

✓ د هغه غوتې Free body diagram کارو چې یو یا له یو څخه زیاتې معلومې قوې ولري .

✓ د قوو اجزا بیلولو لپاره باند X او Y محور مشخص کو .

✓ تعادلي معادلو څخه په استفاده نامعلومې قوې پیدا کوو. $\sum F_X$ ، $\sum F_Y$

✓ مثبت او منفي علامت د قوو جهت بنایي. مثبت کشش لپاره او منفي فشار لپاره .

✓ تحلیل لپاره باند هغه غوتې ته فوقیت ورکول شی کوم چې کم نه کم یو او زیات نه زیات

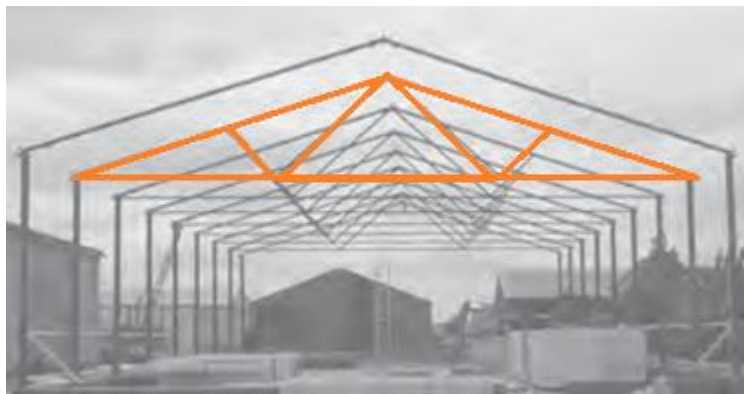
دوه معلومې قوې ولري .

✓ کله چې د یو میلی په سر کې نامعلومه قوه محاسبه شي د میلی په دوئم سر کې همدا قیمت

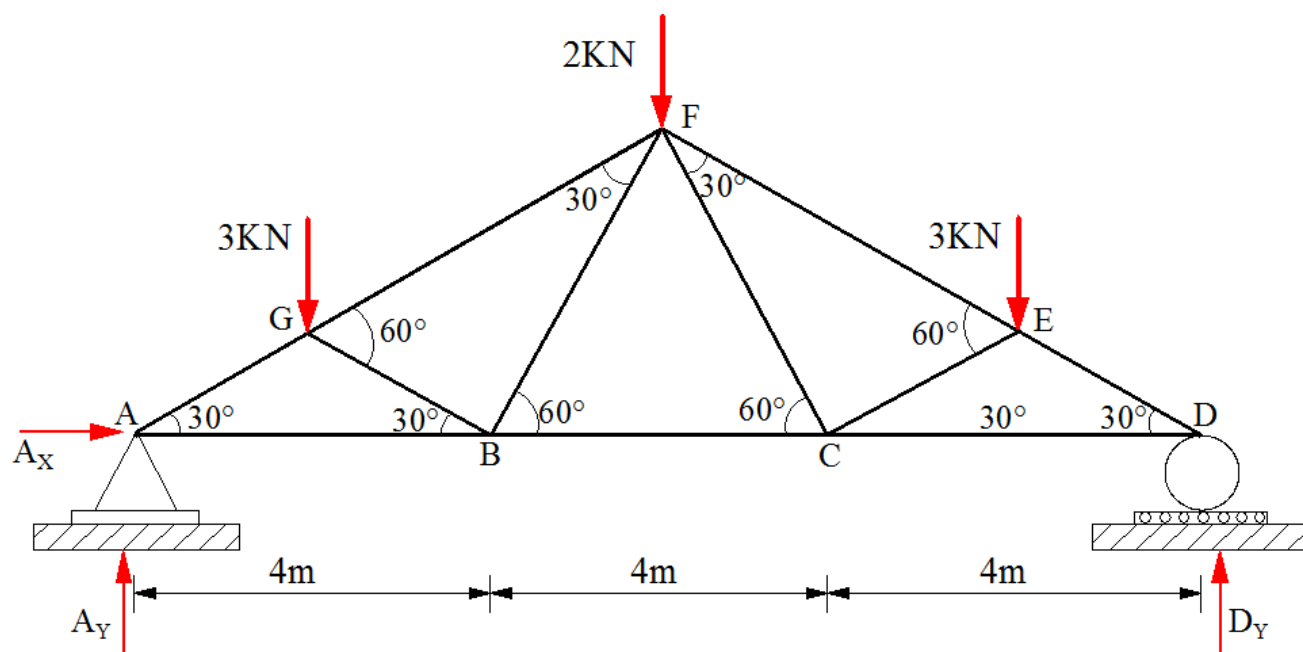
استعمالیږي (فقط جهت ئی تغیر خوري)

✓ کله چې میله په کشش کې واقع وي غوتې به ئی فشار کې وي

✓ کله چې میله په فشار کې واقع وي غوتې به ئی کشش کې وي



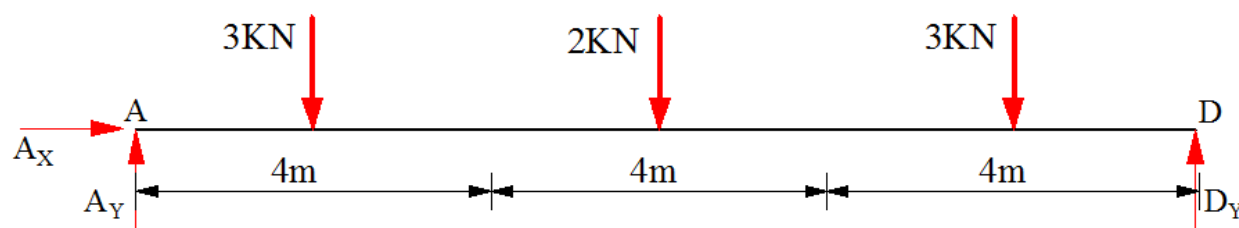
1. مثال: په انځور کې د ښودل شوی ترس (Roof Truss) د ټولو میلو داخلی قوی محاسبه کړی او وښائی کومه برخه په کشش یا فشار کې واقع ده. نور معلومات په لاندې ډول دی.



حل:

دا چي ترس د قوو او هندسي شکل دواړو د لحاظه مشابهه دی نو صرف یواځې نې تحلیل کوو

1. اتکائي غبرگونه



$$\sum M_D = 0 \rightarrow 12A_Y - (3 \cdot 10) - (2 \cdot 6) - (3 \cdot 2) = 0 \rightarrow A_Y = 4 \text{ kN}$$

$$\sum F_Y = 0 \rightarrow 4 + D_Y - 3 - 2 - 3 = 0 \rightarrow D_Y = 4 \text{ kN}$$

$$\sum F_X = 0 \rightarrow A_X = 0$$

Joint A:

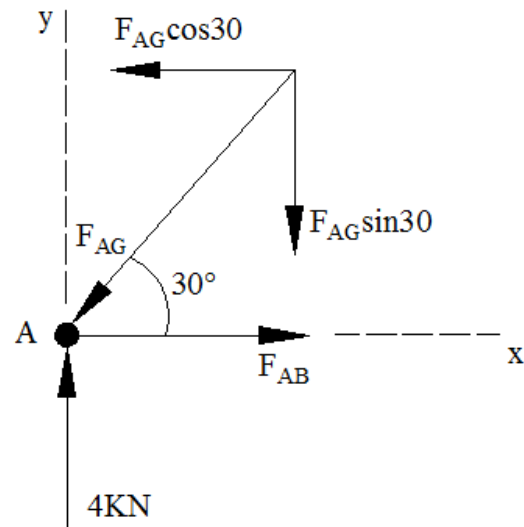
$$\sum F_Y = 0 \rightarrow 4 - F_{AG} \sin 30 = 0$$

$$F_{AG} = 8 \text{ kN (compression)}$$

$$\sum F_X = 0 \rightarrow F_{AB} - F_{AG} \cos 30 = 0$$

$$F_{AB} = 8 \cos 30$$

$$F_{AB} = 6.93 \text{ kN (Tension)}$$



Joint G:

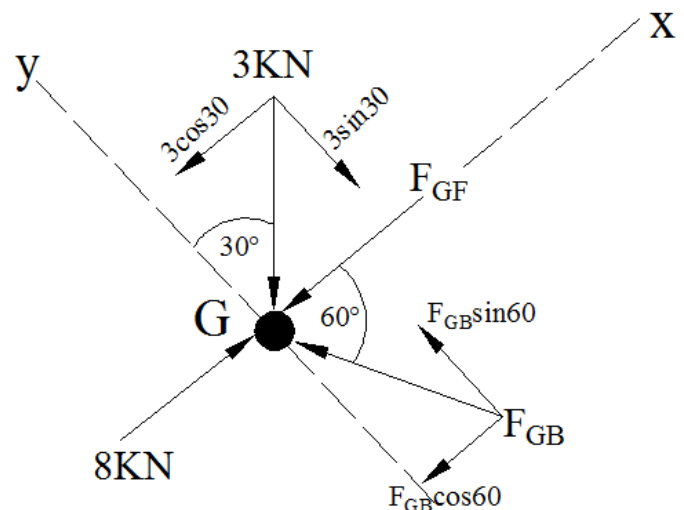
د محور اتوپه تغیر کولو سره سوال د اوږدې محاسبې څخه ژغورل کیږي.

$$\sum F_Y = 0 \rightarrow F_{GB} \sin 60 - 3 \sin 30 = 0$$

$$F_{GB} = 3 \text{ kN (compression)}$$

$$\sum F_X = 0 \rightarrow 8 - F_{GF} - 3 \cos 30 - 3 \cos 60 = 0$$

$$F_{GF} = 5 \text{ kN (compression)}$$



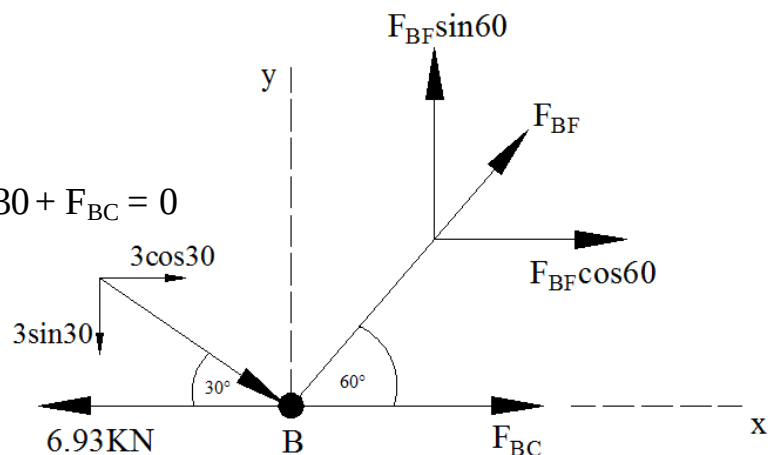
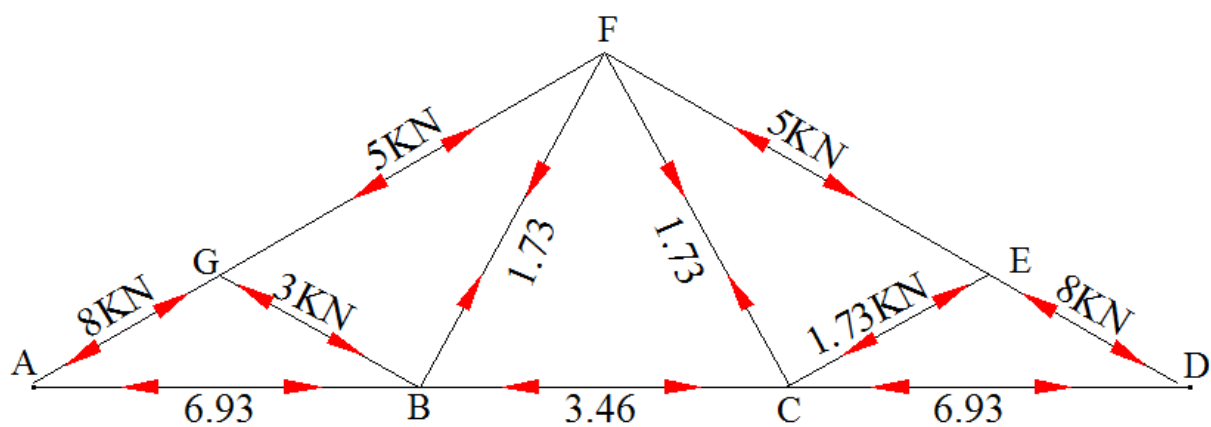
Joint B:

$$\sum F_Y = 0 \rightarrow F_{BF} \sin 60 - 3 \sin 30 = 0$$

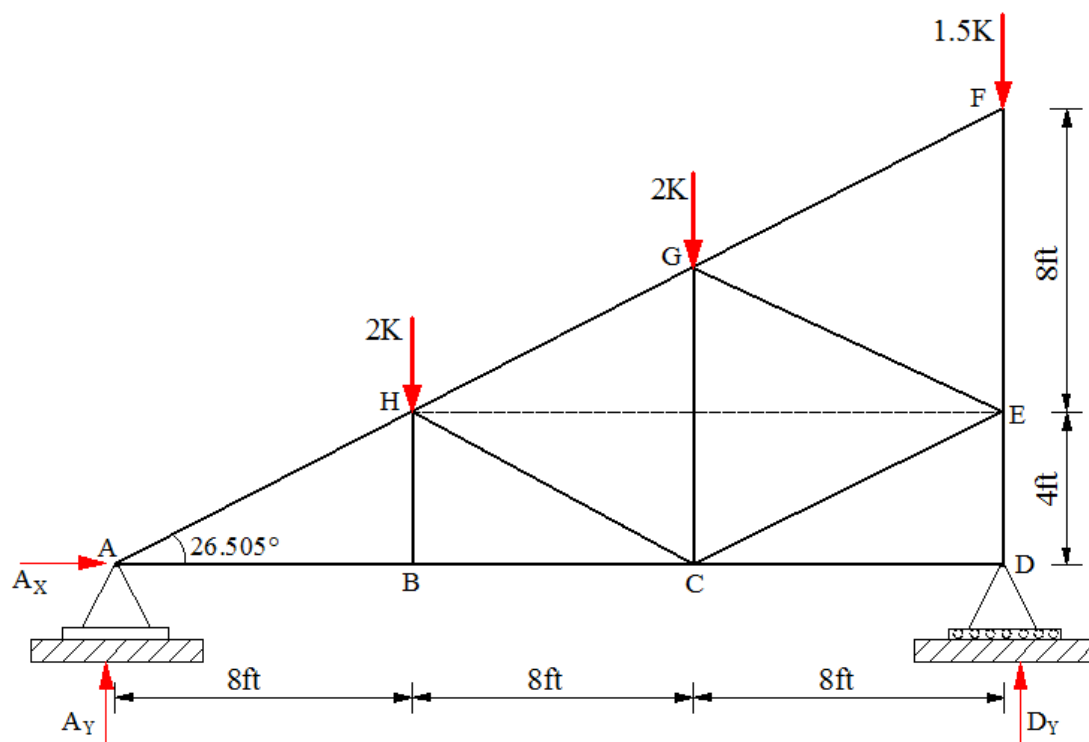
$$F_{BF} = 1.73 \text{ kN (Tension)}$$

$$\sum F_X = 0 \rightarrow 6.93 + 1.73 \cos 60 + 3 \cos 30 + F_{BC} = 0$$

$$F_{BC} = 3.46 \text{ kN (Tension)}$$

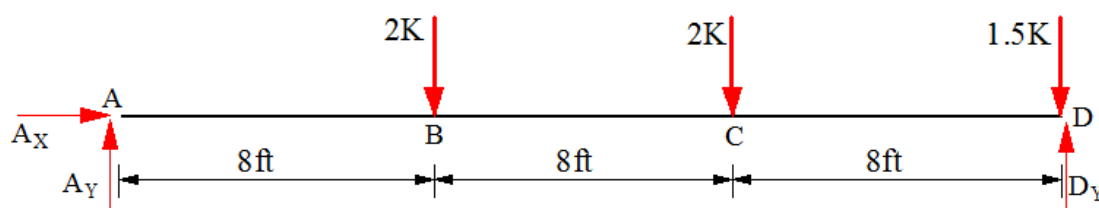
**Final Diagram**

مثال: 2 د ورکړل شوي ترس په ټولو برخو کې قوي پيدا کړی او وېنایي کومه برخه په کشش یا فشار کې واقع ده.



حل:

1) اتکائي غبرگونونه (Support Reactions)



$$\sum M_D = 0 \rightarrow 24A_Y - (2 \cdot 16) - (2 \cdot 8) = 0 \rightarrow A_Y = 2K$$

$$\sum F_Y = 0 \rightarrow 2 + D_Y - 2 - 2 - 1.5 = 0 \rightarrow D_Y = 3.5K$$

$$\sum F_X = 0 \rightarrow A_X = 0$$

Joint A:

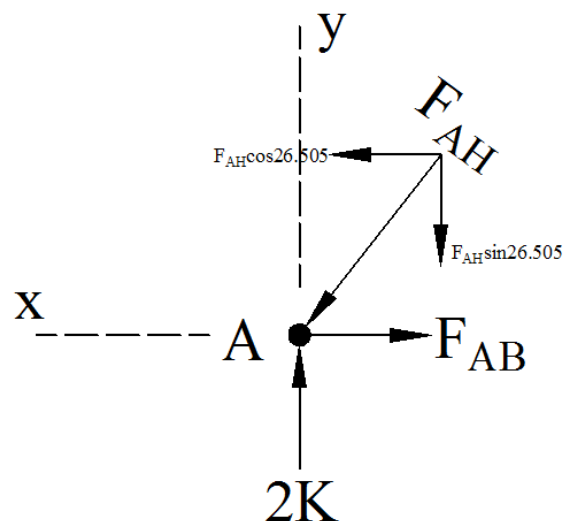
$$\sum F_Y = 0 \rightarrow 2 - F_{AH} \sin 26.505 = 0$$

$$F_{AH} = 4.48K \text{ (compression)}$$

$$\sum F_X = 0$$

$$F_{AB} - 4.48 \cos 26.505 = 0$$

$$F_{AB} = 4K \text{ (Tension)}$$



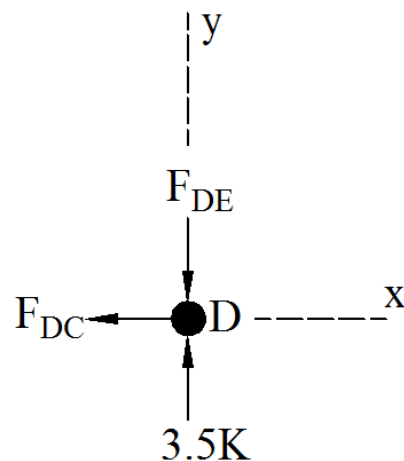
Joint D:

$$\sum F_Y = 0 \rightarrow 3.5 - F_{DE} = 0$$

$$F_{DE} = 3.5KN \text{ (compression)}$$

$$\sum F_X = 0 \rightarrow F_{DC} = 0$$

$$F_{DC} = 0$$



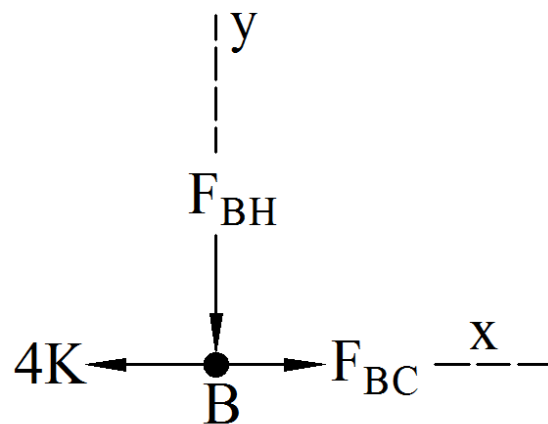
Joint B:

$$\sum F_Y = 0 \rightarrow F_{BH} = 0$$

$$F_{BH} = 0$$

$$\sum F_X = 0 \rightarrow F_{BC} = 0$$

$$-4 + F_{BC} = 0 \rightarrow F_{BC} = 4K \text{ (Tension)}$$



Joint H:

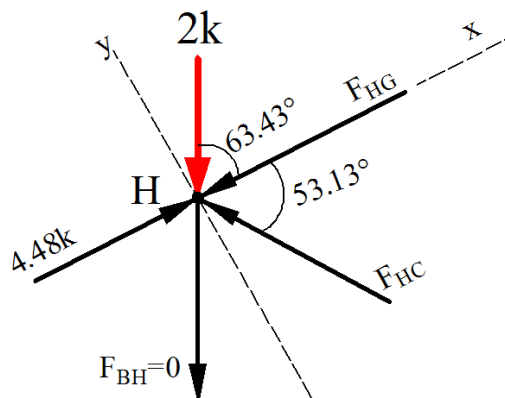
$$\sum F_Y = 0 \rightarrow -2\sin 63.43 + F_{HC}\sin 53.13 = 0$$

$$F_{HC} = 2.24K \text{ (compression)}$$

$$\sum F_X = 0 \rightarrow F_{BC} = 0$$

$$+4.48 - F_{HG} - 2\cos 63.43 - 2.24\cos 53.13 = 0$$

$$F_{HG} = 2.24K \text{ (compression)}$$



Joint F:

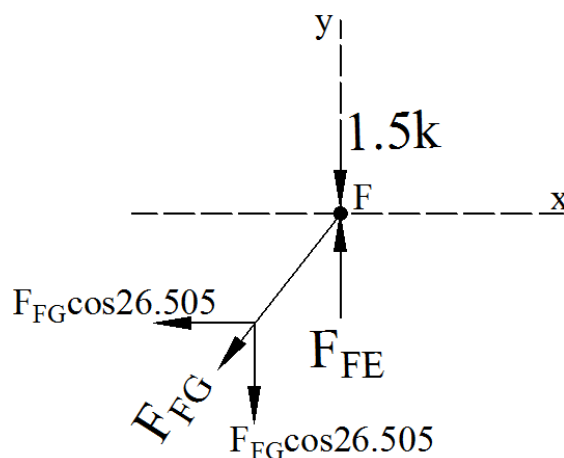
$$\sum F_X = 0 \rightarrow F_{BC} = 0$$

$$F_{FG}\cos 26.505 = 0$$

$$F_{FG} = 0$$

$$\sum F_Y = 0 \rightarrow F_{FE} - 1.5 = 0$$

$$F_{FE} = 1.5K \text{ (compression)}$$



Joint G:

$$\sum F_X = 0 \rightarrow F_{BC} = 0$$

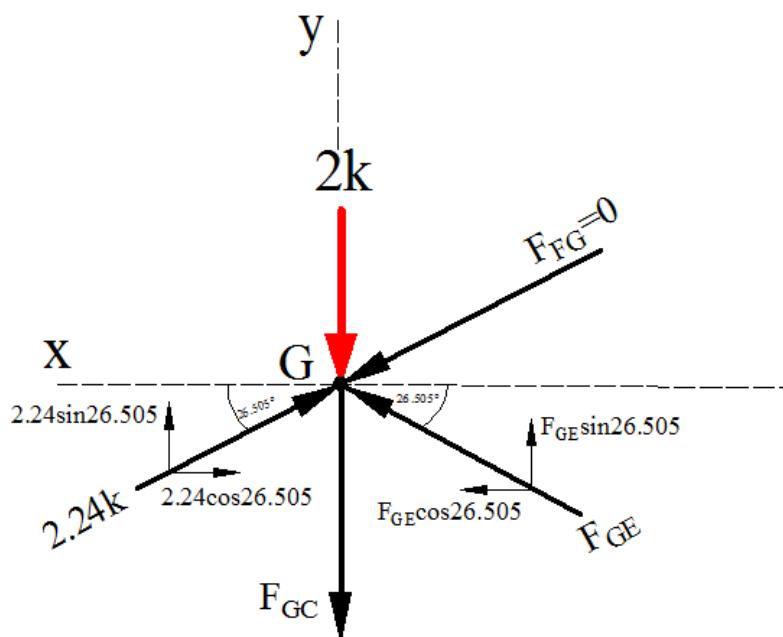
$$2.24\cos 26.505 - F_{GE}\cos 26.505 = 0$$

$$F_{GE} = 2.24K \text{ (compression)}$$

$$\sum F_Y = 0 \rightarrow$$

$$-2 - F_{GC} + 2(2.24\sin 26.505) = 0$$

$$F_{GC} = 0$$



Joint E:

$$\sum F_X = 0 \rightarrow F_{BC} = 0$$

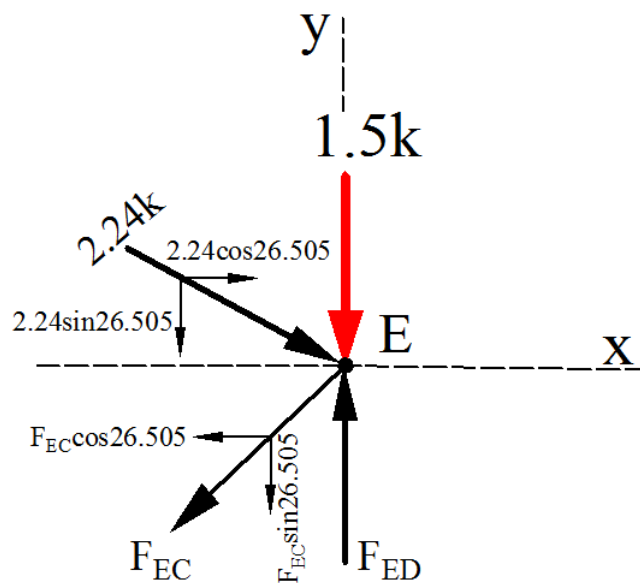
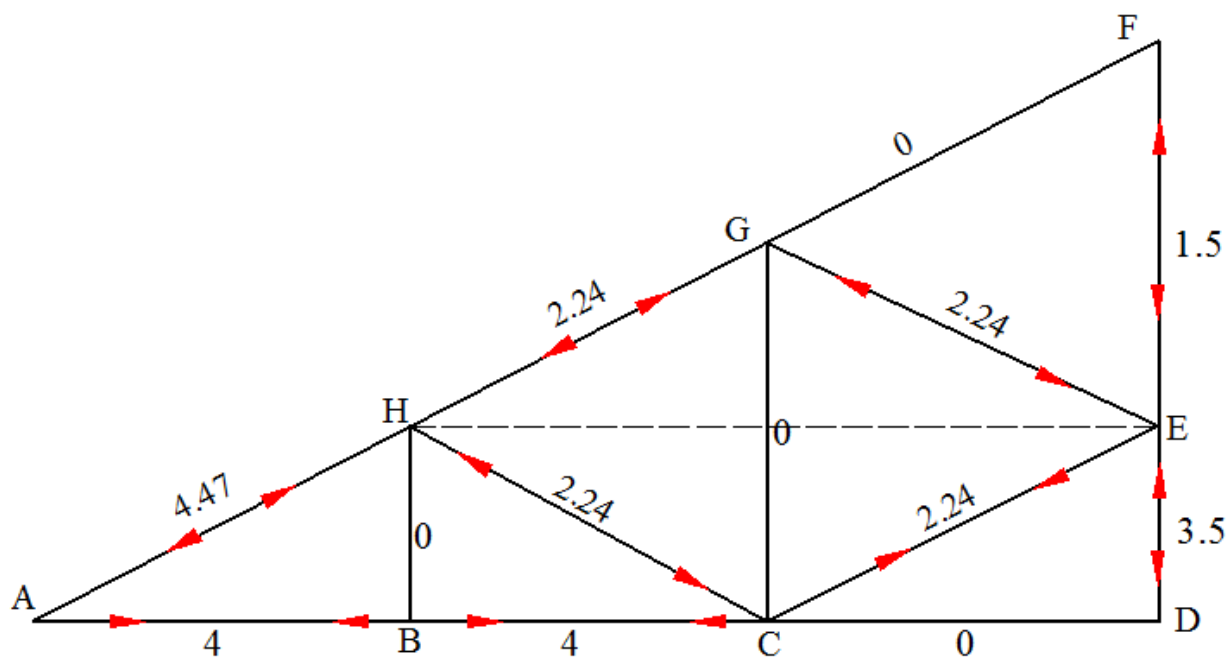
$$2.24\cos 26.505 - F_{EC}\cos 26.505 = 0$$

$$F_{EC} = 2.24\text{K (Tension)}$$

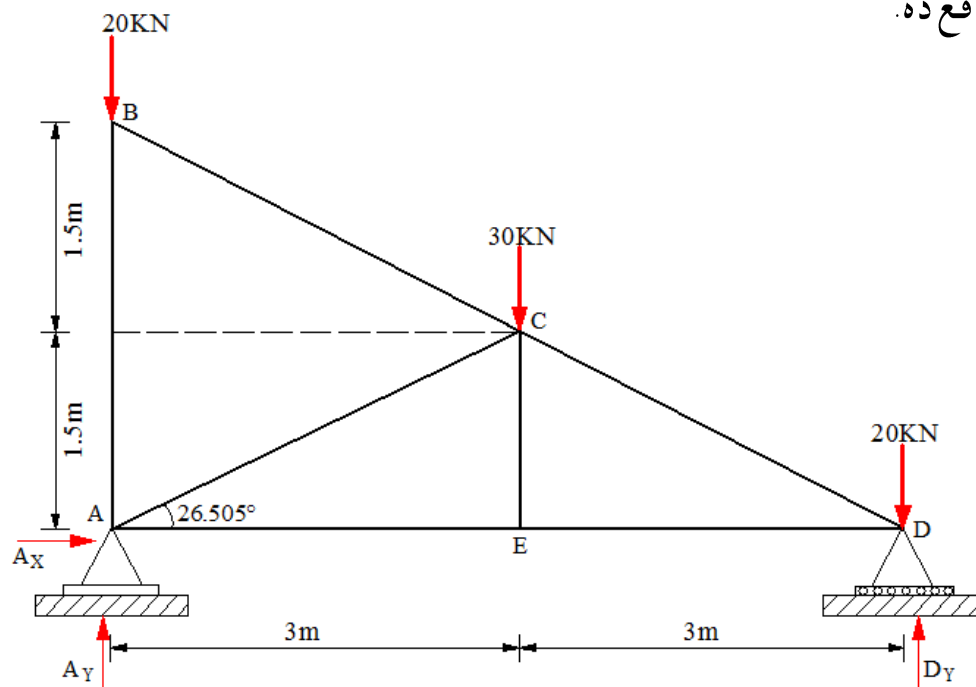
$$\sum F_Y = 0 \rightarrow$$

$$-1.5 + F_{ED} - 2(2.24\sin 26.505) = 0$$

$$F_{ED} = 3.5\text{k (Compression)}$$

**Force Diagram:**

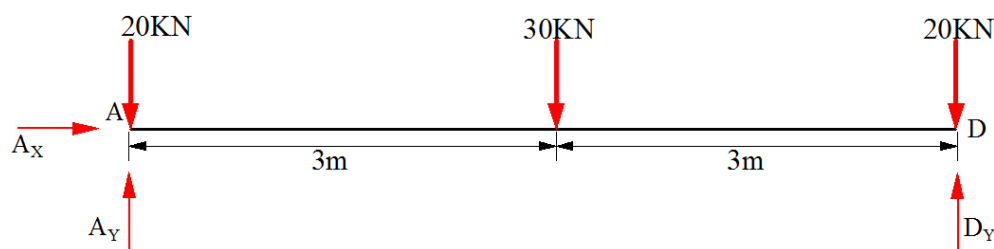
مثال: 3 د ورکړل شوي ترس په ټولو برخو کې قوي پيدا کړی او وښايي چي کومه برخه په کشش يا فشار کې واقع ده.



حل:

$$S.I = m + r - 2j = 7 + 3 - (2 \times 5) = 0 \quad (\text{معین ستاتیکی سیستم})$$

اتکائی عکس العملونه : (Support Reactions)



$$\sum M_D = 0 \rightarrow 6A_Y - (20 \times 6) - (30 \times 3) = 0 \rightarrow A_Y = 35 \text{ kN}$$

$$\sum F_Y = 0 \rightarrow 35 + D_Y - 20 - 30 - 20 = 0 \rightarrow D_Y = 35 \text{ kN}$$

$$\sum F_X = 0 \rightarrow A_X = 0$$

Joint D:

$$\sum F_Y = 0 \rightarrow$$

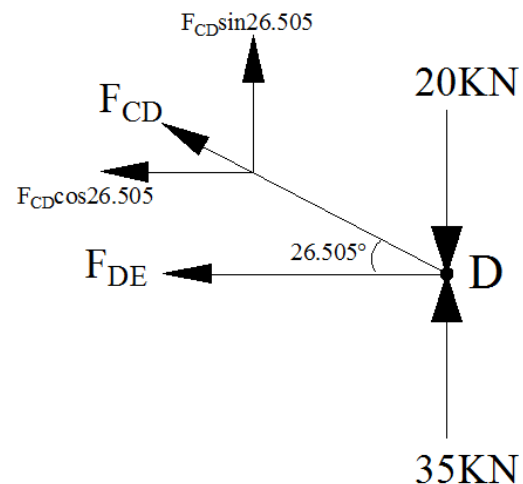
$$35 + F_{CD}\sin 26.505 - 20 = 0$$

$$F_{CD} = -33.5 \text{ kN (Compression)}$$

$$\sum F_X = 0 \rightarrow F_{BC} = 0$$

$$-F_{DE} - (-33.5\cos 26.505) = 0$$

$$F_{DE} = 30 \text{ kN (Tension)}$$

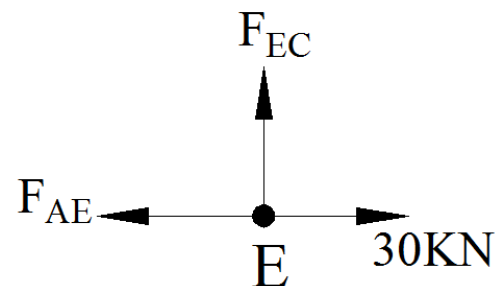
**Joint E:**

$$\sum F_Y = 0 \rightarrow$$

$$F_{EC} = 0$$

$$\sum F_X = 0 \rightarrow -F_{AE} + 30 = 0$$

$$F_{AE} = 30 \text{ kN (Tension)}$$

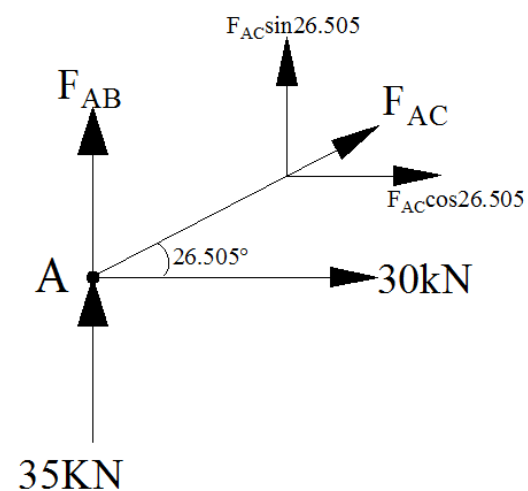
**Joint A:**

$$\sum F_X = 0 \rightarrow +F_{AC}\cos 26.505 + 30 = 0$$

$$F_{AC} = -33.5 \text{ kN (compression)}$$

$$\sum F_Y = 0 \rightarrow (-33.5\sin 26.505) + 35 + F_{AB} = 0$$

$$F_{AB} = -20 \text{ (compression)}$$

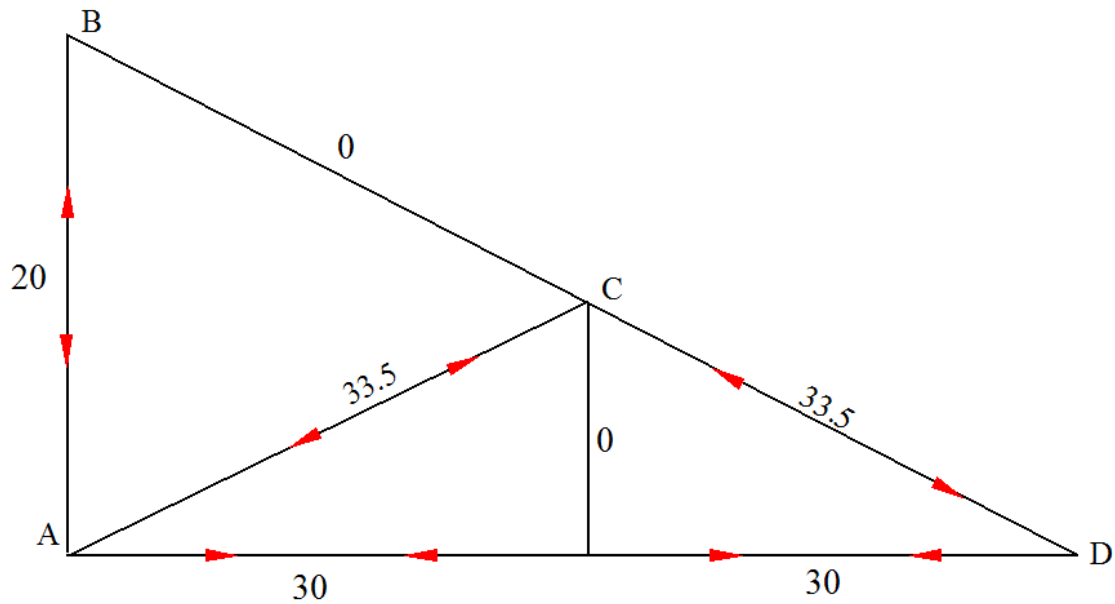


Joint B:

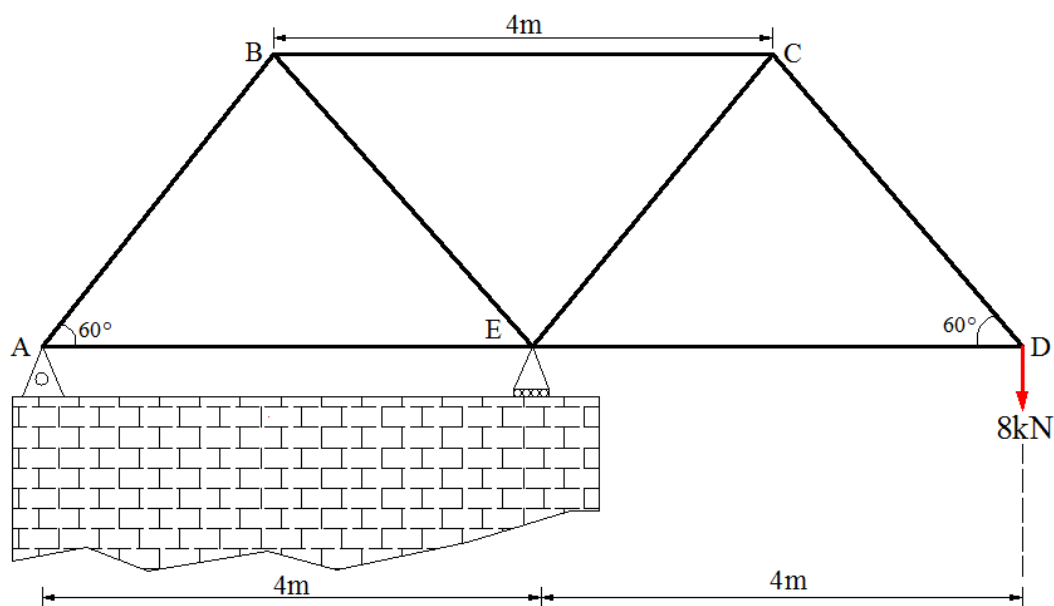
$$\sum F_x = 0 \rightarrow +F_{BC} \cos 26.505 = 0$$

$$F_{BC} = 0$$

Force Diagram:

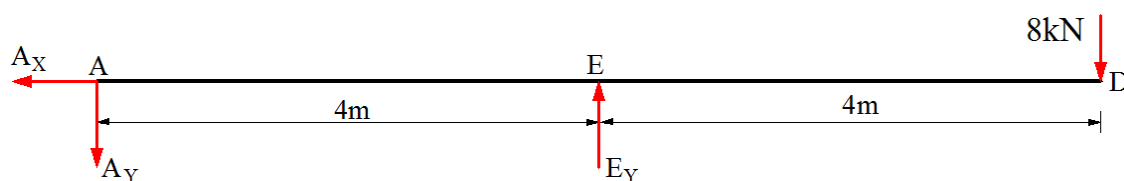


مثال: 4د ورکړ شوي ترس په ټولو برخو کې قوي پيدا کړی او وښايي چي کومه برخه په کشش يا فشار کې واقع ده. $P=8\text{KN}$



حل: جواينټ ميتود:

اتکايي عکس العملونه (Support Reactions)



$$\sum M_E = 0 \rightarrow -4A_Y + (8 \cdot 4) = 0 \rightarrow A_Y = 8\text{kN}$$

$$\sum F_Y = 0 \rightarrow -8 + E_Y - 8 = 0 \rightarrow E_Y = 16\text{kN}$$

$$\sum F_X = 0 \rightarrow A_X = 0$$

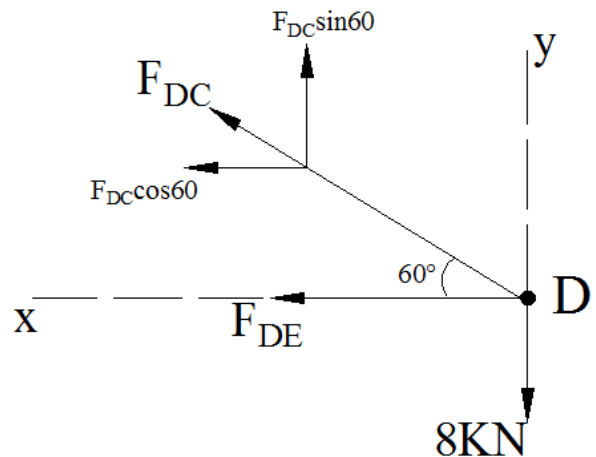
Joint D:

$$\sum F_y = 0 \rightarrow +F_{DC}\sin 60 - 8 = 0$$

$$F_{DC} = 9.24 \text{ KN (Tension)}$$

$$\sum F_x = 0 \rightarrow -F_{DE} - 9.24\cos 60 = 0$$

$$F_{DE} = -4.62 \text{ (compression)}$$



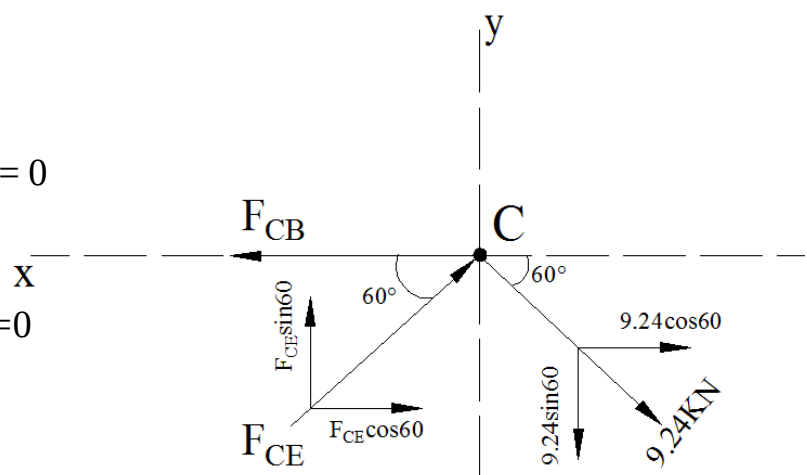
Joint C:

$$\sum F_y = 0 \rightarrow +F_{CE}\sin 60 - 9.24\sin 60 = 0$$

$$F_{CE} = 9.24 \text{ KN (compression)}$$

$$\sum F_x = 0 \rightarrow -F_{CB} + 2(9.24\cos 60) = 0$$

$$F_{CB} = 9.24 \text{ KN (Tension)}$$



Joint B:

$$\sum F_y = 0 \rightarrow +F_{BE}\sin 60 - F_{BA}\sin 60 = 0$$

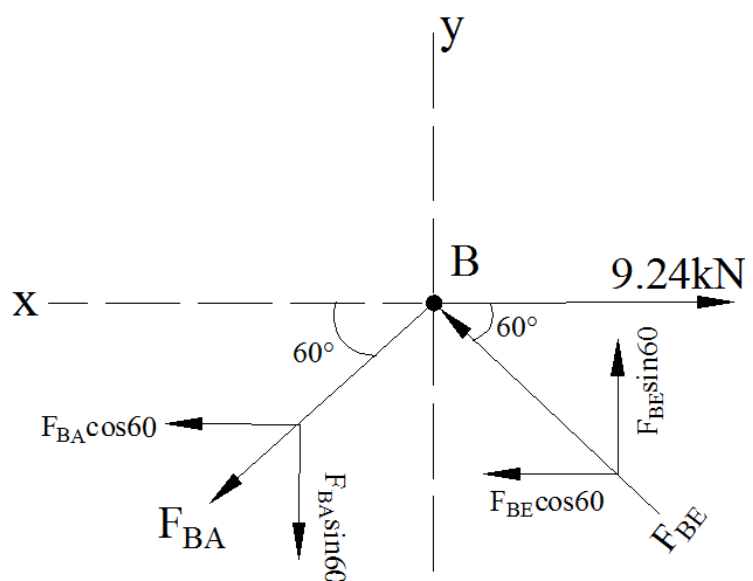
$$F_{BE} = F_{BA}$$

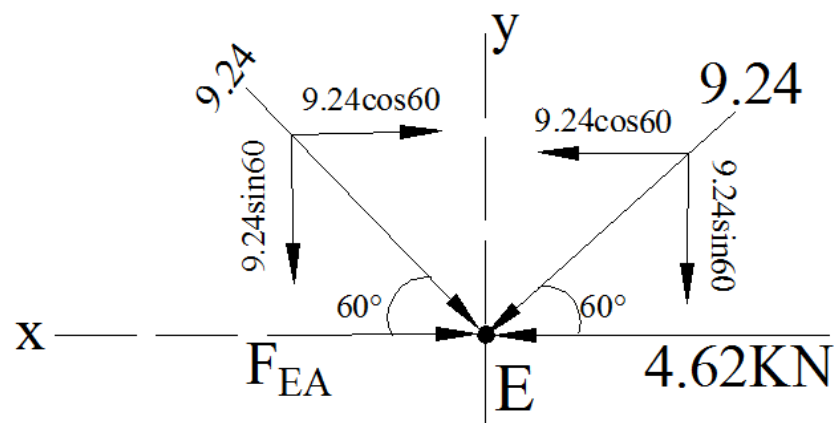
$$\sum F_x = 0 \rightarrow 9.24 - 2F\cos 60 = 0$$

$$F = 9.24 \text{ KN}$$

$$F_{BE} = 9.24 \text{ KN (compression)}$$

$$F_{BA} = 9.24 \text{ KN (Tension)}$$



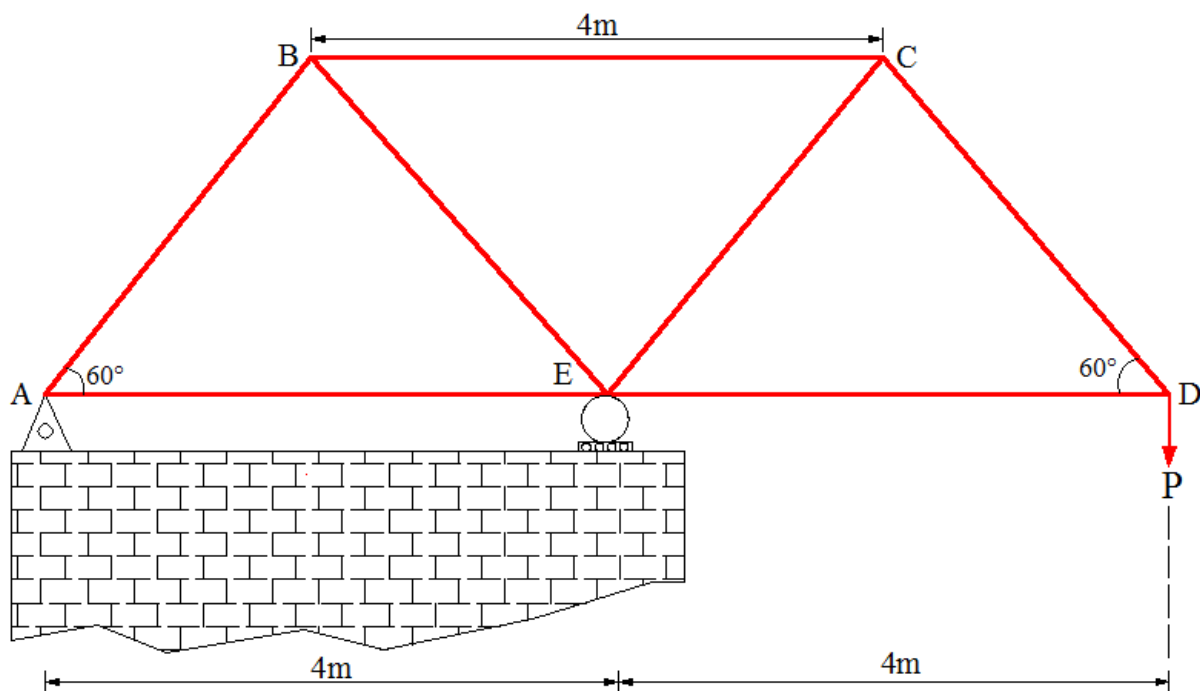


Joint E:

$$\sum F_x = 0 \rightarrow F_{EA} + 9.24\cos 60 - 9.24\cos 60 - 4.62 = 0$$

$$F_{EA} = 4.62 \text{ KN (Compression)}$$

مثال: 5 که چیری په بنودل شوی ترس کی د هری میلی د کششی قواو زغملو ظرفیت 8kN او فشاری قواو ظرفیت 6kN وی تاسی په D نقطه کی نامعلومه قوه (P) پیدا کړی ؟



حل: اتکائی عکس العملونه محاسبی ته اړتیا نه لری .

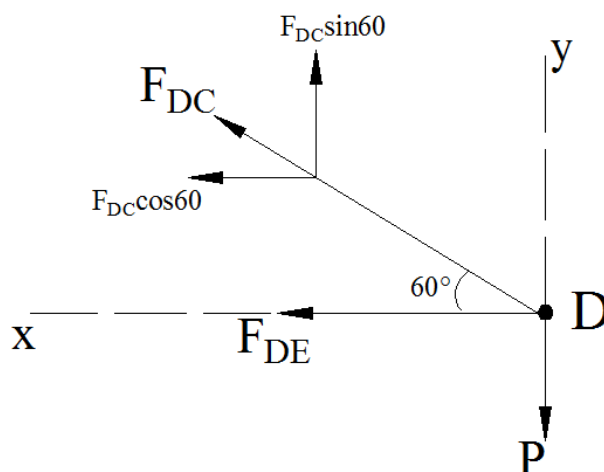
Joint D:

$$\sum F_y = 0 \rightarrow +F_{DC} \sin 60 - P = 0$$

$$F_{DC} = 1.1547P \text{ (Tension)}$$

$$\sum F_x = 0 \rightarrow -F_{DE} - (1.1547P) \cos 60 = 0$$

$$F_{DE} = -0.57735P \text{ (compression)}$$



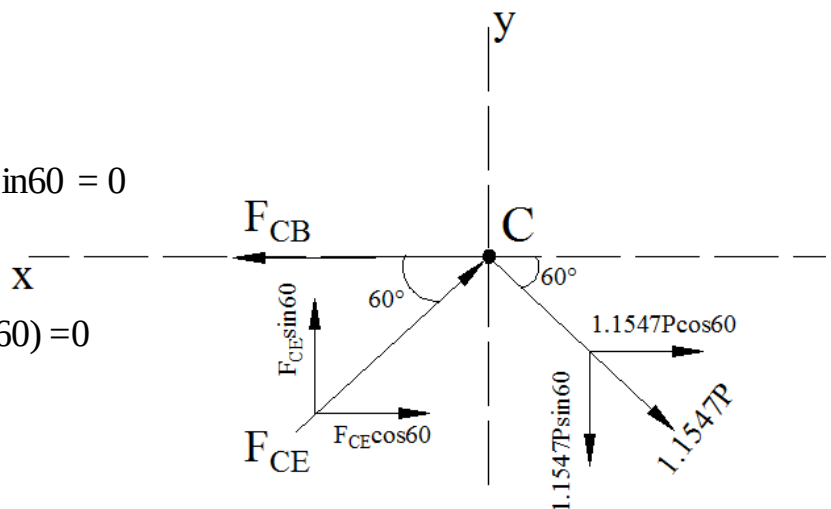
Joint C:

$$\sum F_y = 0 \rightarrow +F_{CE}\sin 60 - 1.1547P\sin 60 = 0$$

$$F_{CE} = 1.1547P \text{ (compression)}$$

$$\sum F_x = 0 \rightarrow -F_{CB} + 2(1.1547P\cos 60) = 0$$

$$F_{CB} = 1.1547P \text{ (Tension)}$$

**Joint B:**

$$\sum F_y = 0 \rightarrow +F_{BE}\sin 60 - F_{BA}\sin 60 = 0$$

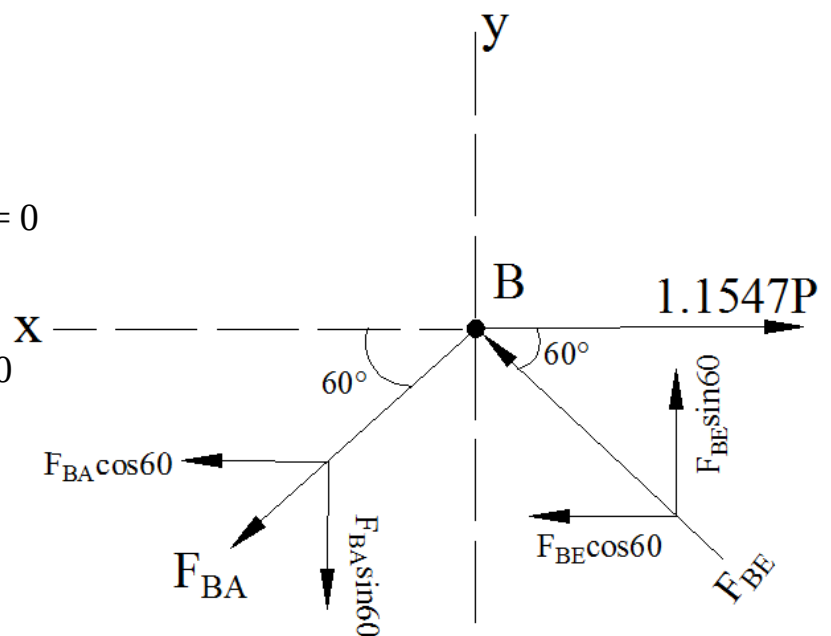
$$F_{BE} = F_{BA}$$

$$\sum F_x = 0 \rightarrow 1.1547P - 2F\cos 60 = 0$$

$$F = 1.1547P$$

$$F_{BE} = 1.1547P \text{ (compression)}$$

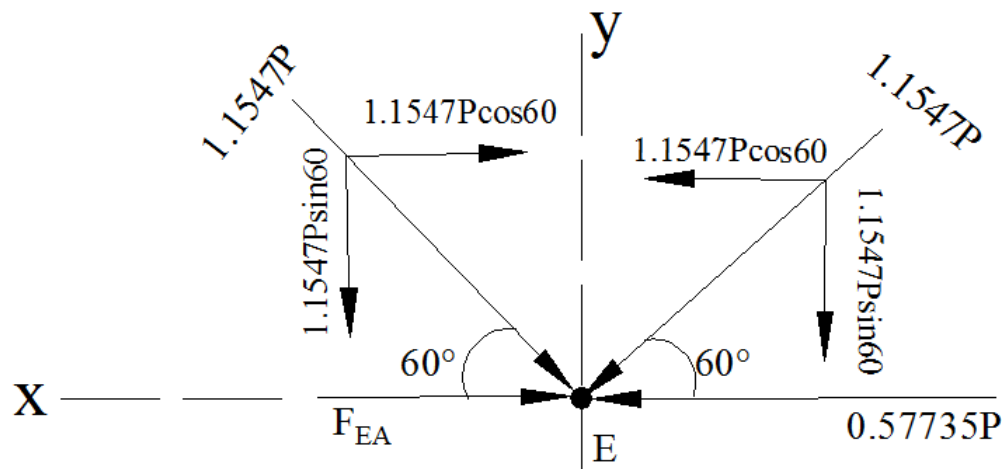
$$F_{BA} = 1.1547P \text{ (Tension)}$$



Joint E:

$$\sum F_x = 0 \rightarrow F_{EA} + 1.1547P \cos 60 - 1.1547P \cos 60 - 0.57735P = 0$$

$$F_{EA} = 0.57735P \text{ (Compression)}$$



پورتنی تحلیل خخه پوهیرو

اعظمی کششی قوه = $1.1547P$

اعظمی فشاری قوه = $1.1547P$

د P قیمت کششی قواو لپاره : $1.1547P = 8$

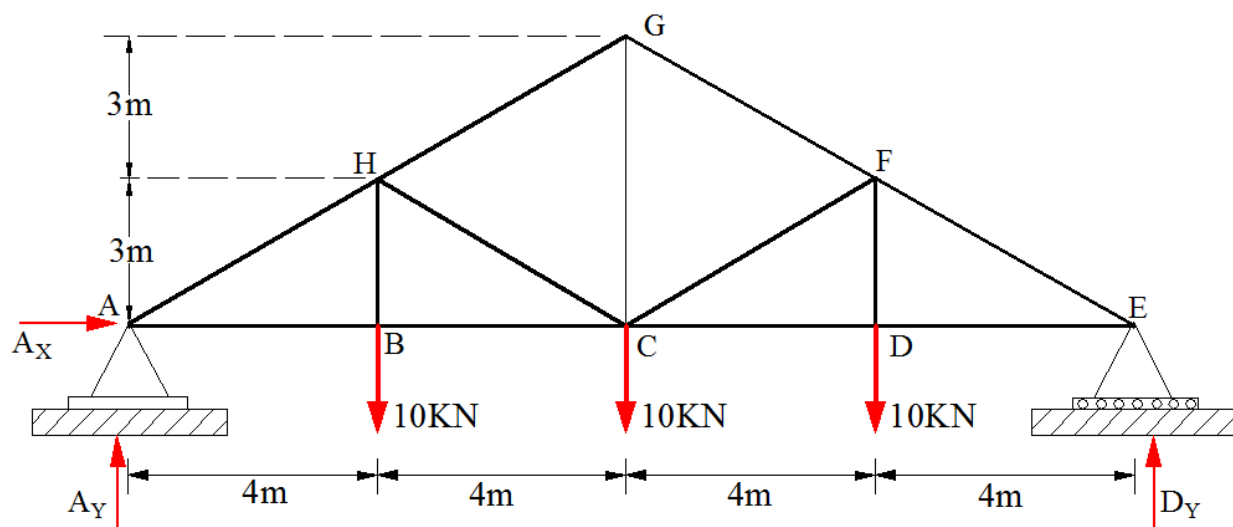
$$P = 6.93 \text{ KN}$$

د P قیمت فشاری قواو لپاره : $1.1547P = 6$

$$P = 5.20 \text{ KN}$$

Here the value of $P=5.20\text{KN}$ controls the design, if we assume $p=6.93$ then it exceeds the capacity of compressive forces

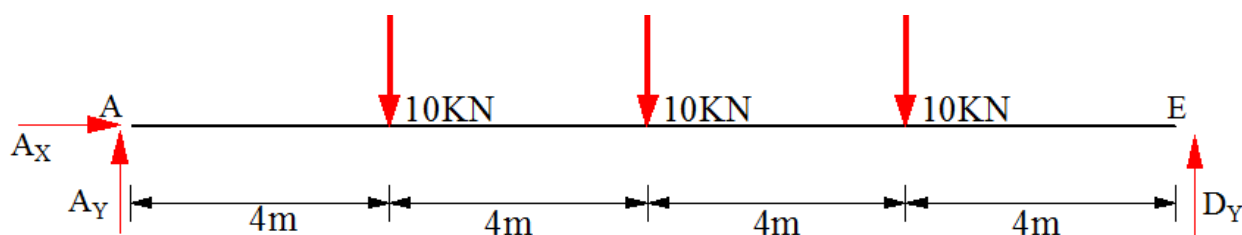
مثال: 6 د لاتدی ورکړ شوی ترس په ټولو میلو کی داخلی قوی محاسبه کړی؟ او وښائی کوم غړی ئی په کشش یا فشار کی واقع دې؟ (د غوتیو طریقہ)



حل:

دا چی ترس د قوو او هندسی شکل دواړو د لحاظه مشابهه دی نو صرف یواځ ئی تحلیل کوو

2، اتکائی غیرگونونه



$$\sum M_D = 0 \rightarrow 16A_Y - (10 \cdot 12) - (10 \cdot 8) - (10 \cdot 4) = 0 \rightarrow A_Y = 15 \text{ kN}$$

$$\sum F_Y = 0 \rightarrow 15 + D_Y - 10 - 10 - 10 = 0 \rightarrow D_Y = 15 \text{ kN}$$

$$\sum F_X = 0 \rightarrow A_X = 0$$

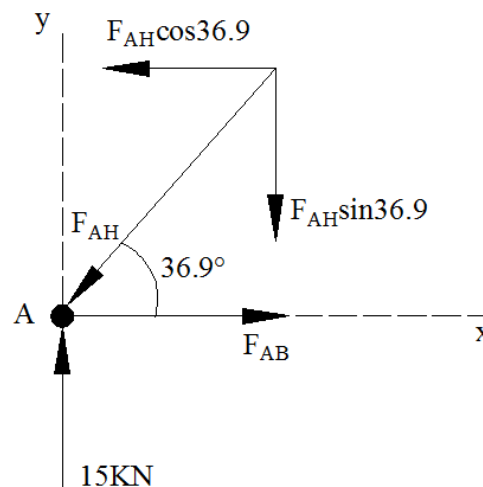
Joint A:

$$\sum F_y = 0 \rightarrow -F_{AH}\sin 36.9 + 15 = 0$$

$$F_{AH} = 25\text{KN (compression)}$$

$$\sum F_x = 0 \rightarrow -25\cos 36.9 + F_{AB} = 0$$

$$F_{AB} = 20\text{KN (Tension)}$$



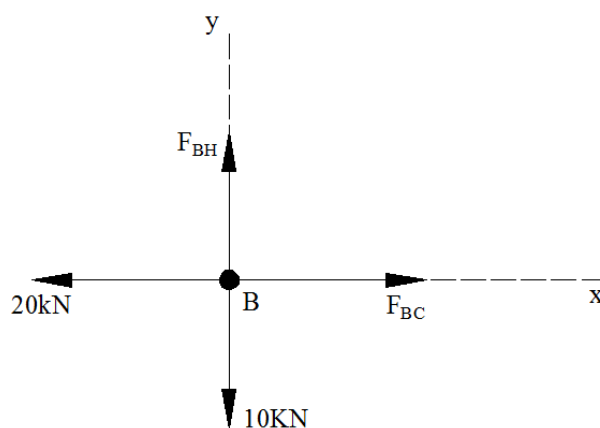
Joint B:

$$\sum F_y = 0 \rightarrow -10 + F_{BH} = 0$$

$$F_{BH} = 10\text{KN (Tension)}$$

$$\sum F_x = 0 \rightarrow -20 + F_{BC} = 0$$

$$F_{BC} = 20\text{KN (Tension)}$$



Joint H:

$$\sum F_y = 0 \rightarrow$$

$$-F_{HG}\sin 36.9 + F_{HC}\sin 36.9 + 25\sin 36.9 = 0$$

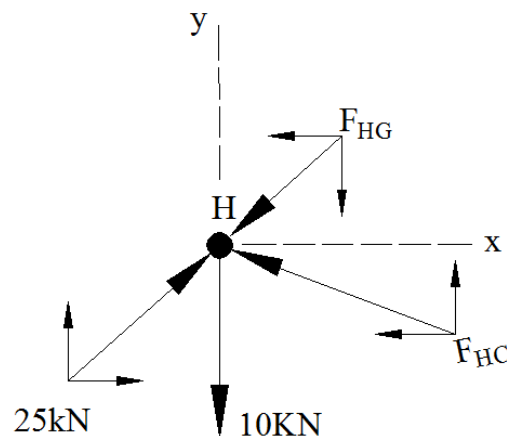
$$-0.6F_{HG} + 0.6F_{HC} + 15 = 0 \dots (1)$$

$$\sum F_x = 0 \rightarrow$$

$$-F_{HG}\cos 36.9 - F_{HC}\cos 36.9 + 25\cos 36.9 = 0$$

$$-0.8F_{HG} - 0.8F_{HC} + 20 = 0 \dots (2)$$

Solving (1) and (2) We get. $F_{HG} = 16.7\text{KN(C)}$ and $F_{HC} = 8.33\text{KN(C)}$



Joint G:

$$\sum F_y = 0 \rightarrow$$

$$F_{GF} \sin 36.9 + 16.7 \sin 36.9 - F_{GC} = 0$$

$$0.6 F_{GF} - F_{GC} + 10 = 0 \dots (1)$$

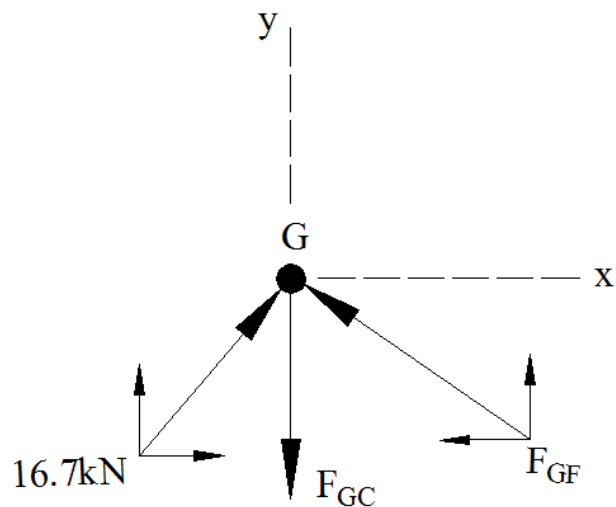
$$\sum F_x = 0 \rightarrow$$

$$- F_{GF} \cos 36.9 + 16.7 \cos 36.9 = 0$$

$$F_{GF} = 16.7 \text{ kN (C)}$$

Putting in Equation (1) we get

$$F_{GC} = 20 \text{ kN (T)}$$

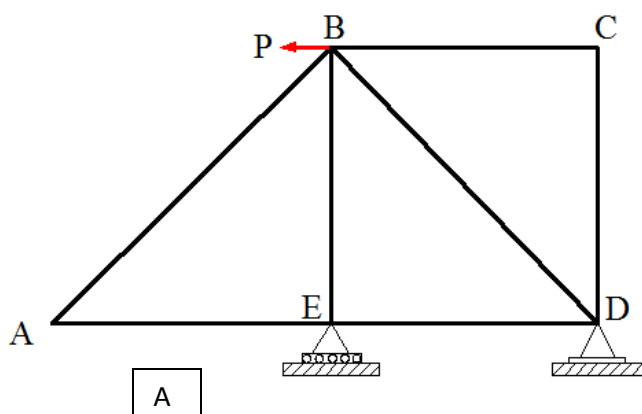


هغه ميلې چې قوی پکي صفر وی (Zero Force Members)

د ترسونو تحليل د جوائنټ میتود په استعمال ډیر اسانیکي که چیري لومړی په دی وتوانیږو هغه ميلې چې قوی نه زغمي په ځوته کوڅکه دا ميلې په ترسونو کی د بارونو انتقال پر ځای Stability لپاره استعمالیږي. او په لاندی ډول محاسبه کیږي.

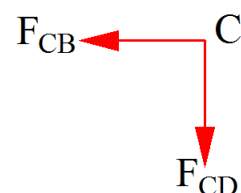
1, لومړی حالت:

د A شکل په C غوټه کی افقی او عمودی ميلې په 90 درجه خپلو کی تړل شوی او هیڅ ډول خارجي بار پری عمل نه دی کړی. تعادل برقرار ساتلو لپاره باید CD او CB ميلو کی قوی صفر وی.



$$\sum F_X = 0 \rightarrow F_{CB} = 0$$

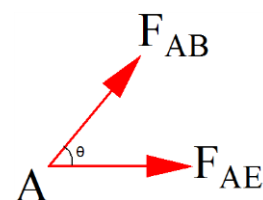
$$\sum F_Y = 0 \rightarrow F_{CD} = 0$$



همدا رنگه A غوټی سره تړلی ميلو کی هم قوی صفر دی

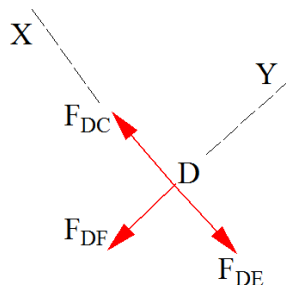
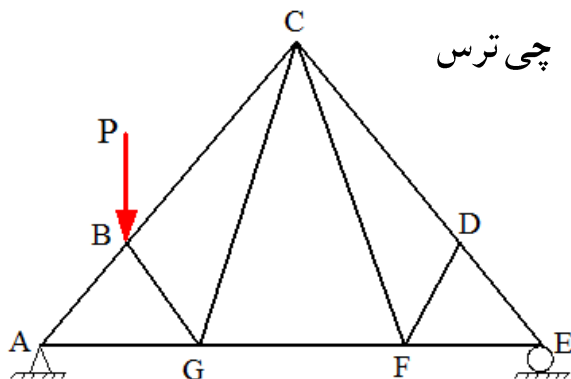
$$\sum F_Y = 0 \rightarrow F_{AB} \sin \theta = 0 \rightarrow F_{AB} = 0$$

$$\sum F_X = 0 \rightarrow (0) \cos \theta + F_{AE} = 0 \rightarrow F_{AE} = 0$$



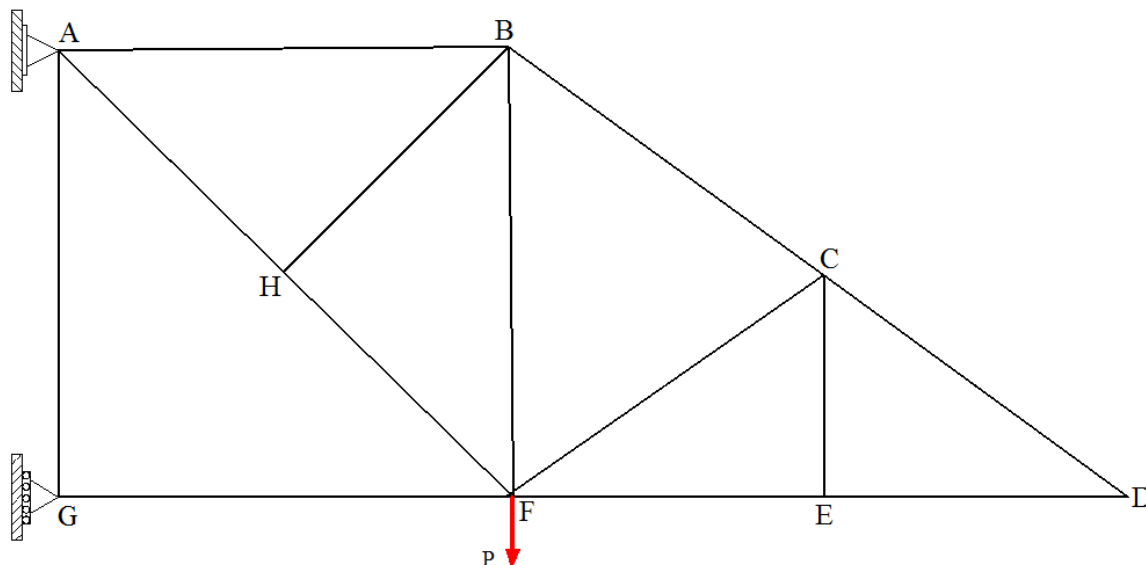
2, دوئم حالت:

قوی نه لرونکی ميلې په هغه حالت کی هم پيدا کیږي کله چې ترس د D جوائنټ په څیر هندسی شکل ولری.

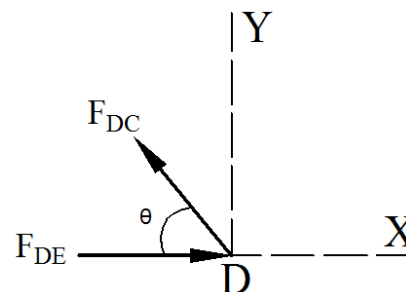
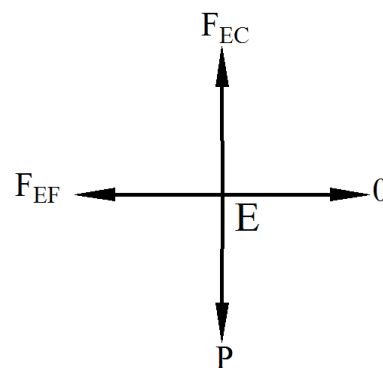


$$\sum F_Y = 0 \rightarrow F_{DF} = 0$$

همدارنگه $F_{CF} = 0$

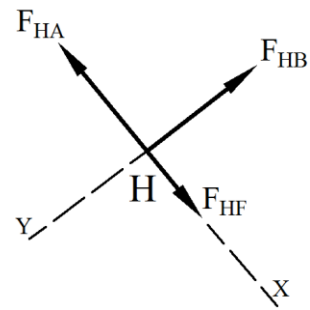


حل:

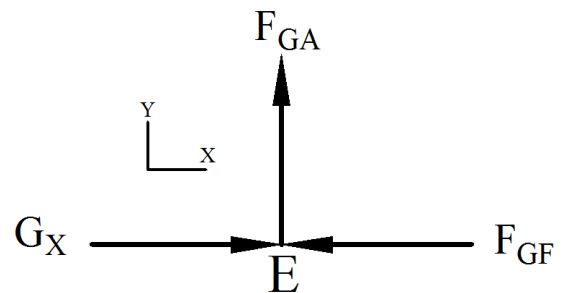
$$\begin{aligned} \sum F_Y = 0 &\rightarrow F_{DC} \sin \theta = 0 \rightarrow F_{DC} = 0 \\ \sum F_x = 0 &\rightarrow F_{DE} - (0) \cos \theta = 0 \rightarrow F_{DE} = 0 \end{aligned}$$

$$\begin{array}{lcl} \sum F_Y = 0 & \rightarrow & F_{EC} - P = 0 \quad \rightarrow \quad F_{EC} = P \\ \sum F_x = 0 & \rightarrow & -F_{EF} + 0 = 0 \quad \rightarrow \quad F_{EF} = 0 \end{array}$$


Joint H:

$$\sum F_Y = 0 \rightarrow F_{HB} = 0 \rightarrow F_{HB} = 0$$

**Joint G:**

$$\sum F_Y = 0 \rightarrow F_{GA} = 0 \rightarrow F_{GA} = 0$$



قوی نہ لرونکی غړی Zero force Members

GA, HB, EF, DE, and DC

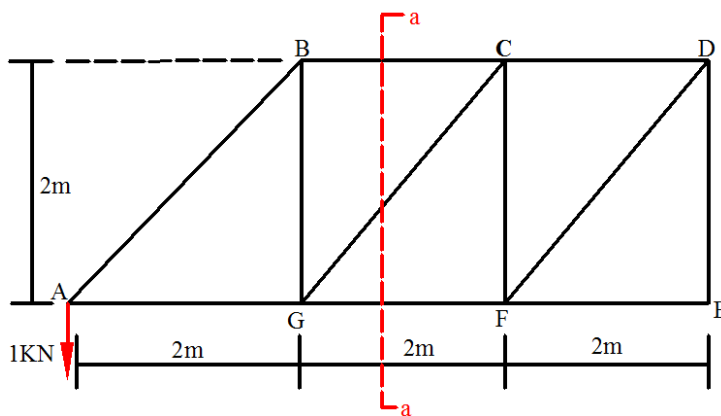
(د ترسونو تحلیل لپاره د قطعي طريقه) Analysis of truss using method of section

که چیرې د ترسونو په یو څو مشخصو میلو کې داخلي قوې پیدا کول مطلوب وي په داسې حال کې د قطعي طريقه ډیر مناسب او چټک نتایج ورکوي .

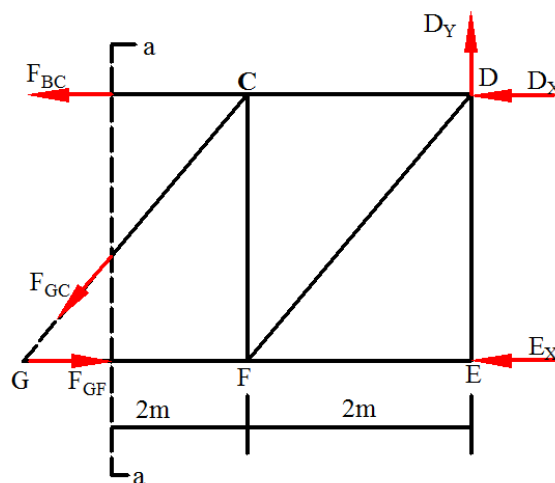
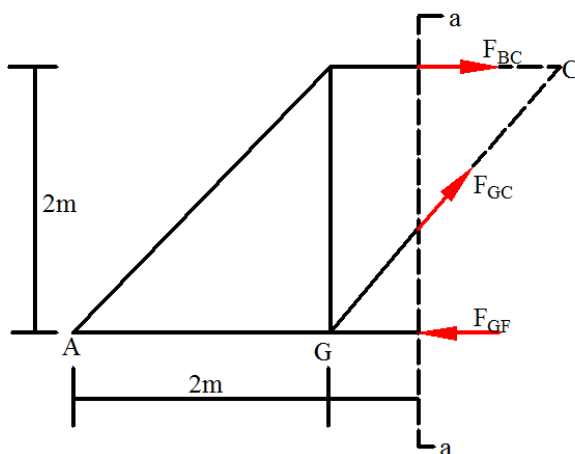
په نوموړې میتود کې یو فرضي خط (قطعي) د ترس څخه تیریږي او ترس په دوو برخو وویشل کیږي او هرې برخې لپاره تعادل په پام کې نیولو سره نامعلومې قوې محاسبه کیږي .

د قطعي اخیستو کې باید ډیر دقت څخه کار واخیستل شي او له داسې ځي قطع واخیستل شي چي له دري نامعلومو میلو څخه پکې زیاتي میلی غوڅي نه شي .

بیلگه :

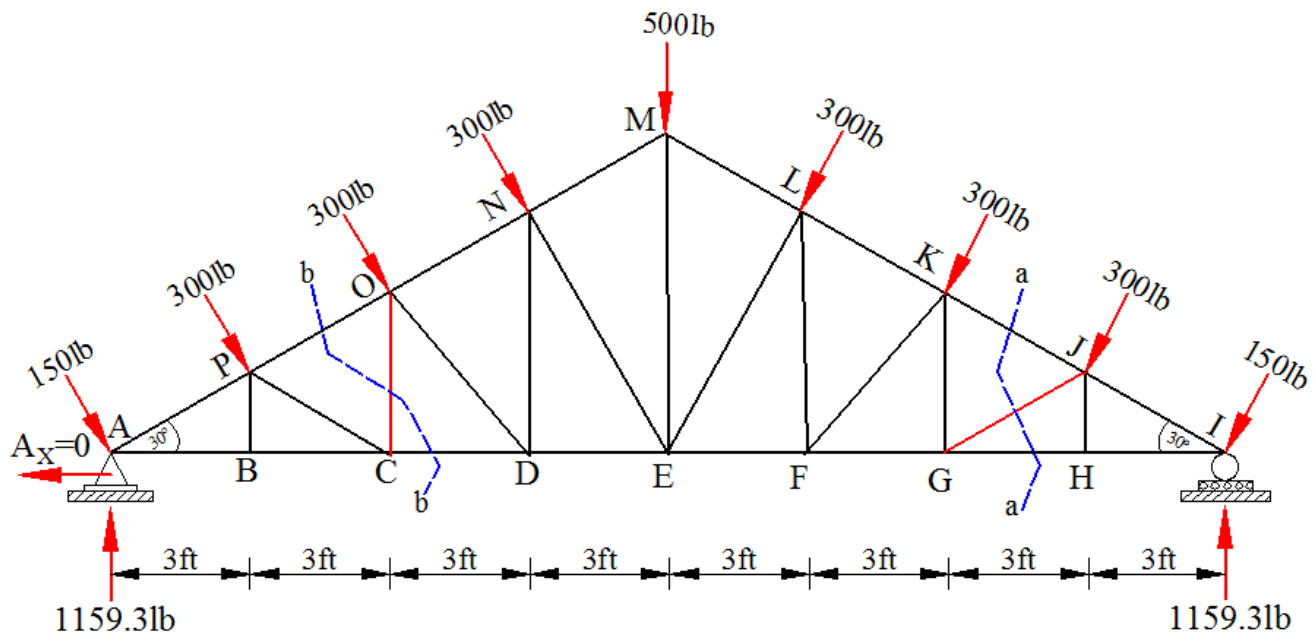


که چیرې د ترس په GC میله کې قوه پیدا کول غواړو باید د BC او GF ترمینځ قطع (a-a) واخلوڅکه د دوه نامعلومې قوې لرونکې میلی غوڅي . د هرې میلی قوه به د هغه میلی په محور عمل کوي .





مثال 1: پھ انخور کی د بنودل شوی ترس پھ GJ او CO
غریو کی قوی محاسبه کری او وبنائی کوم یو پھ کشش یا
فشار کی واقع دی. اتکائی غبرگونونہ محاسبه شوی دی.
نور معلومات پھ لاتدی پول دی.



حل:

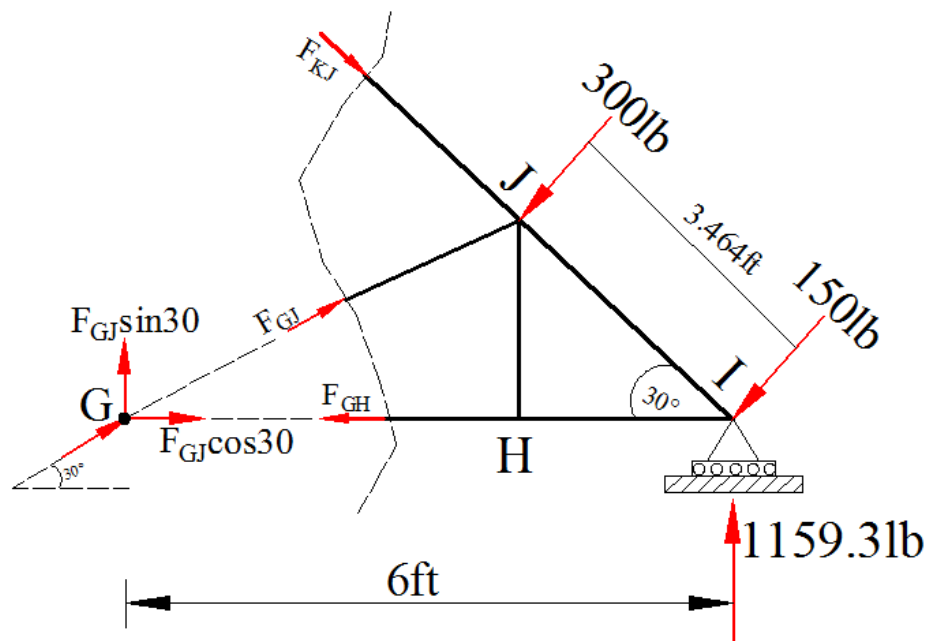
پھ GJ غری کی داخلی قوه پیدا کولو لپارہ a-a قطع پھ پام کی نیسو. د نوموڑی قطعی بنی اړخ
لاتدی بنودل شوی دی.

$$\sum M_I = 0 \rightarrow 6F_{GJ}\sin 30 - (300 \times 3.464) = 0$$

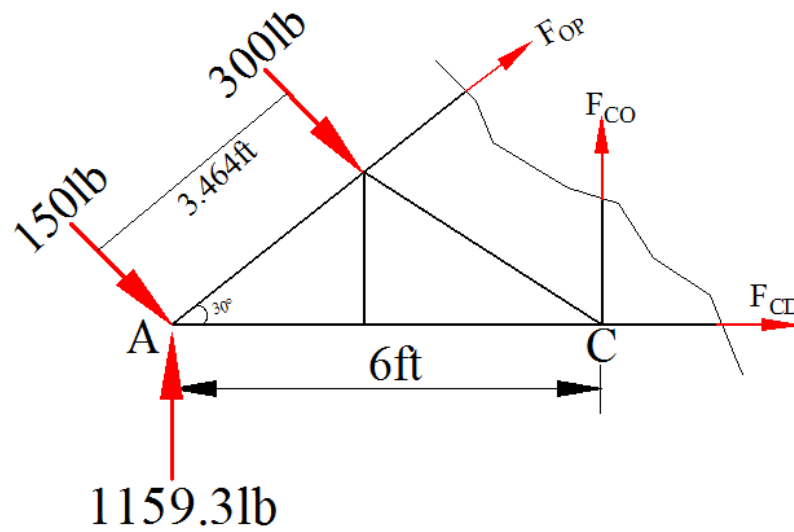
$$6F_{GJ}\sin 30 - (300 \times 3.464) = 0$$

$$F_{GJ} = \frac{300 \times 3.464}{6\sin 30}$$

$$F_{GJ} = 346 \text{ lb (compression)}$$



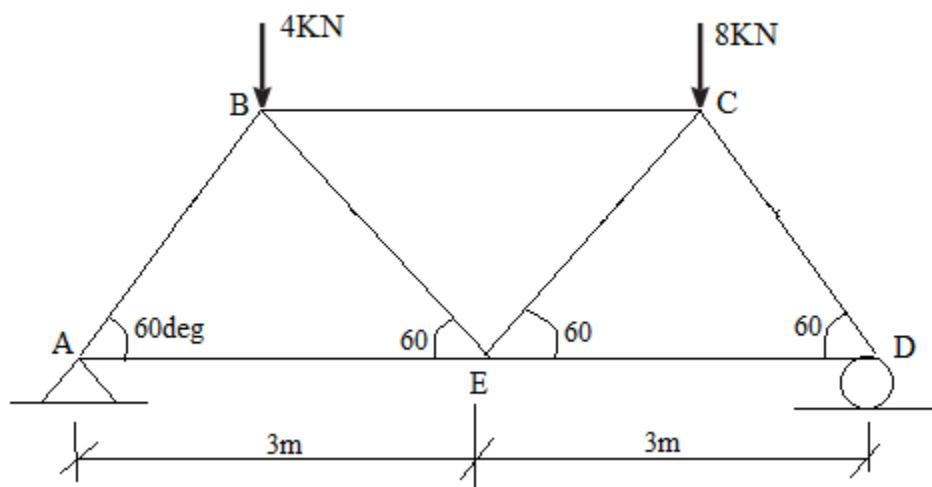
پہ CO غری کی داخلی قوہ پیدا کولو لپارہ b-b قطع پہ پام کی نیسو .



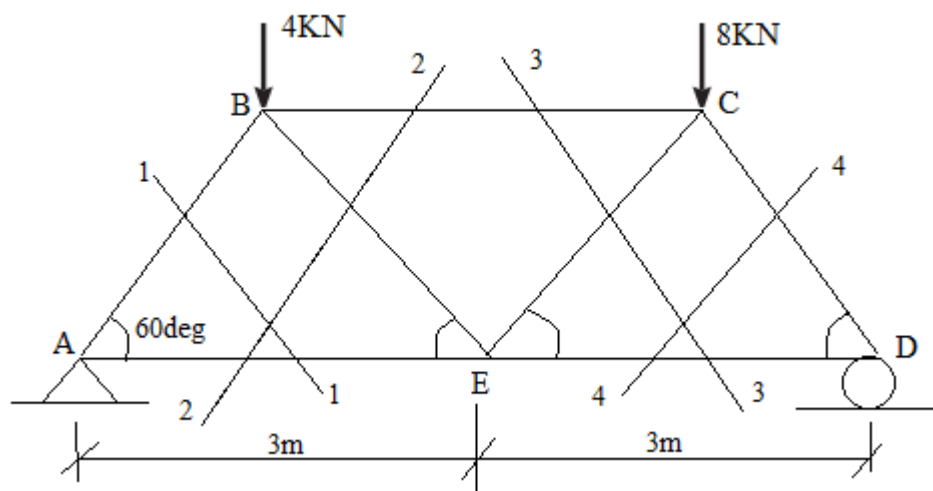
$$\sum M_A = 0 \rightarrow 6F_{CO} + (300 \times 3.464) = 0$$

$$F_{CO} = 173 \text{ lb (Tension)}$$

مثال 2: د لاندې ورکړ شوی ترس په ټولو میلو کې داخلي قوی محاسبه کړی ؟



حل: اتکایز عکس العملونه پیدل کوو. (Support Reactions)



$$\sum M_D = 0$$

$$12R_A - (4 \times 4.5) - (8 \times 1.5) = 0 \rightarrow R_A = 5 \text{ KN}$$

$$\sum F_y = 0$$

$$5 + R_D - 8 - 4 = 0 \rightarrow R_D = 7 \text{ KN}$$

سکشن 1-1

$$\sum F_y = 0$$

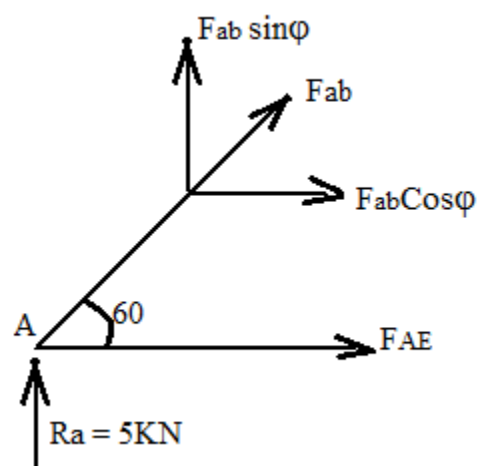
$$F_{AB} \sin 60 + 5 = 0$$

$$F_{AB} = -5.77 \text{ KN}$$

$$\sum F_x = 0$$

$$(-5.77) \cos 60 + F_{AE} = 0$$

$$F_{AE} = 2.88 \text{ KN}$$



سکشن 4-4

$$\sum F_y = 0$$

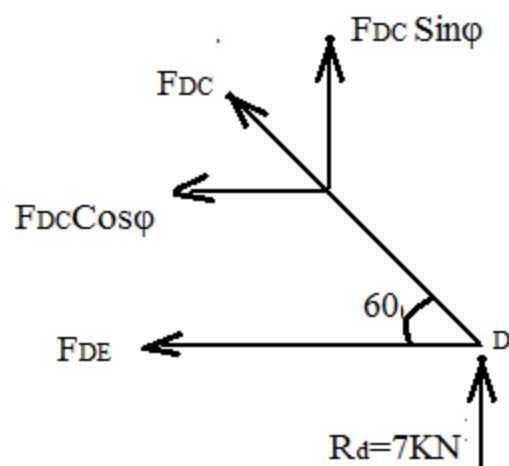
$$F_{DC} \sin 60 + 7 = 0$$

$$F_{DC} = -8.08 \text{ KN}$$

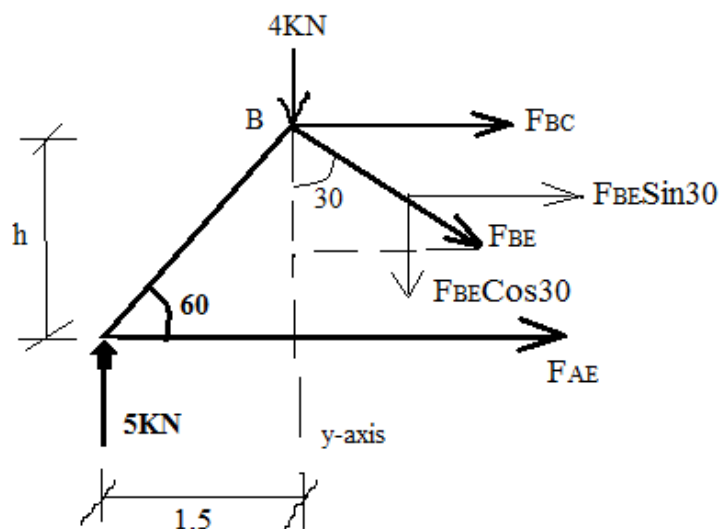
$$\sum F_x = 0$$

$$(-8.08) \cos 60 + F_{DE} = 0$$

$$F_{DE} = 4.04 \text{ KN}$$



سکشن 2-2



$$\tan \phi = \frac{h}{1.5}$$

$$h = \tan 60 (1.5)$$

$$h = 2.6 \text{ m}$$

$$\sum F_y = 0$$

$$5 - 4 - F_{BE} \cos 30 = 0$$

$$F_{BE} = 1.15 \text{ KN}$$

$$\sum M_A = 0$$

$$(4 \times 1.5) + (1.15 \cos 30 \times 1.5) + (1.15 \sin 30 \times 2.6) + 2.6 F_{BC} = 0$$

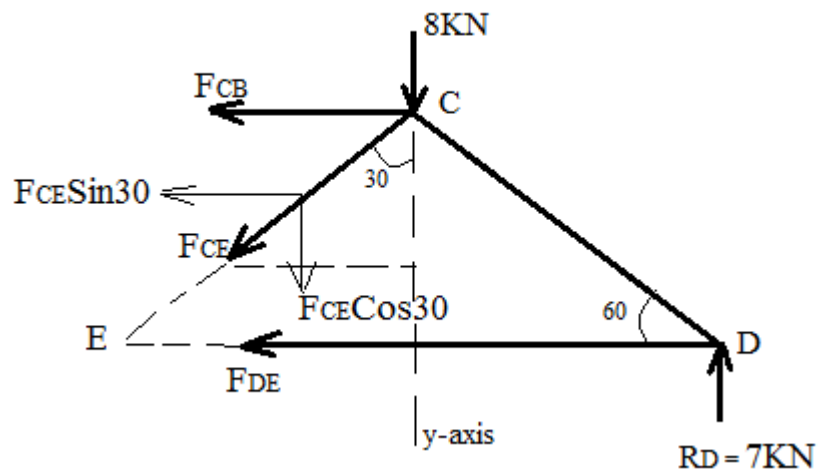
$$F_{BC} = -3.5 \text{ KN}$$

$$\sum F_x = 0$$

$$F_{AE} + (1.15 \sin 30) - 3.5 = 0$$

$$F_{AE} = 2.9 \text{ KN}$$

سکشن 3-3



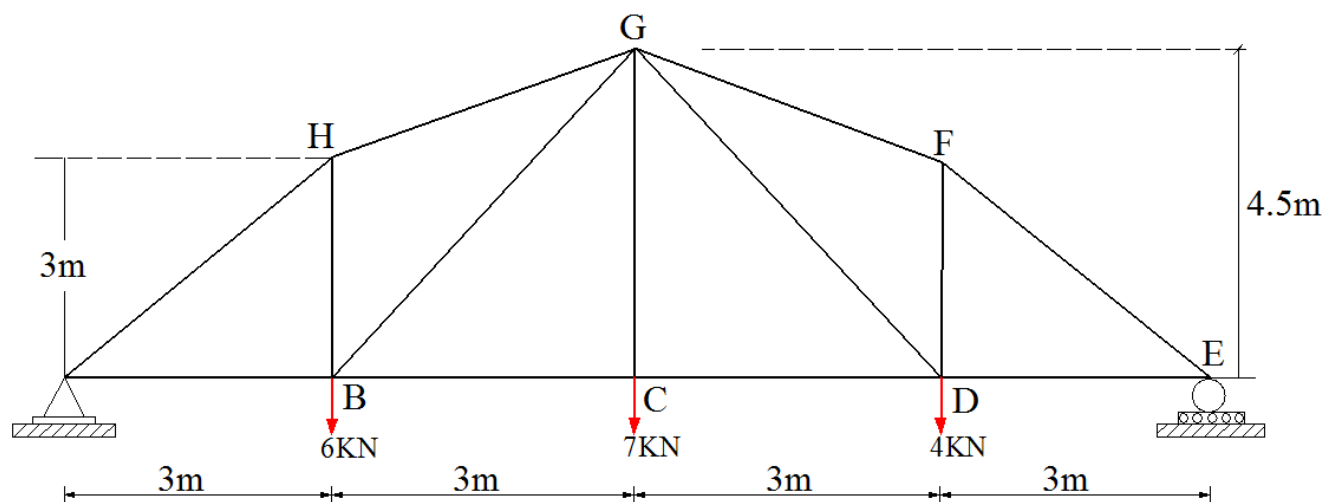
$$\sum F_y = 0$$

$$7 - 8 - F_{CE} \cos 30 = 0$$

$$F_{CE} = -1.15 \text{ KN}$$

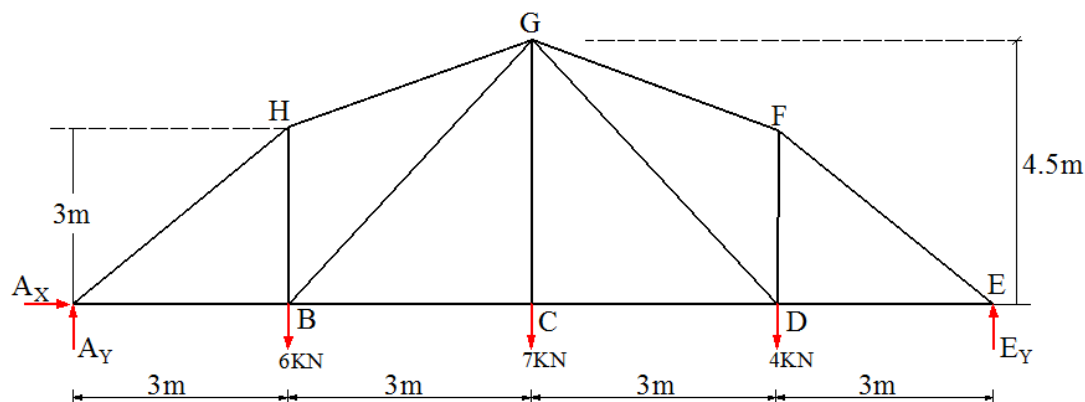
دولونه	قوى	عناصر
فشار	5.77	AB
کشش	2.88	AE
فشار	3.5	BC
کشش	1.15	BE
کشش	4.04	DE
فشار	8.08	DC
فشار	1.15	CE

مثال: 3 د ورکړ شوي ترس په HG, BG او BC ميلو کې داخلي قوي محاسبه کړي او وښايي کومه برخه په کشش يا فشار کې واقع ده؟ (سکشن ميتود څخه په استفاده)



حل:

1. اتکائي عکس العملونه پيدا کوو



$$\sum M_E = 0$$

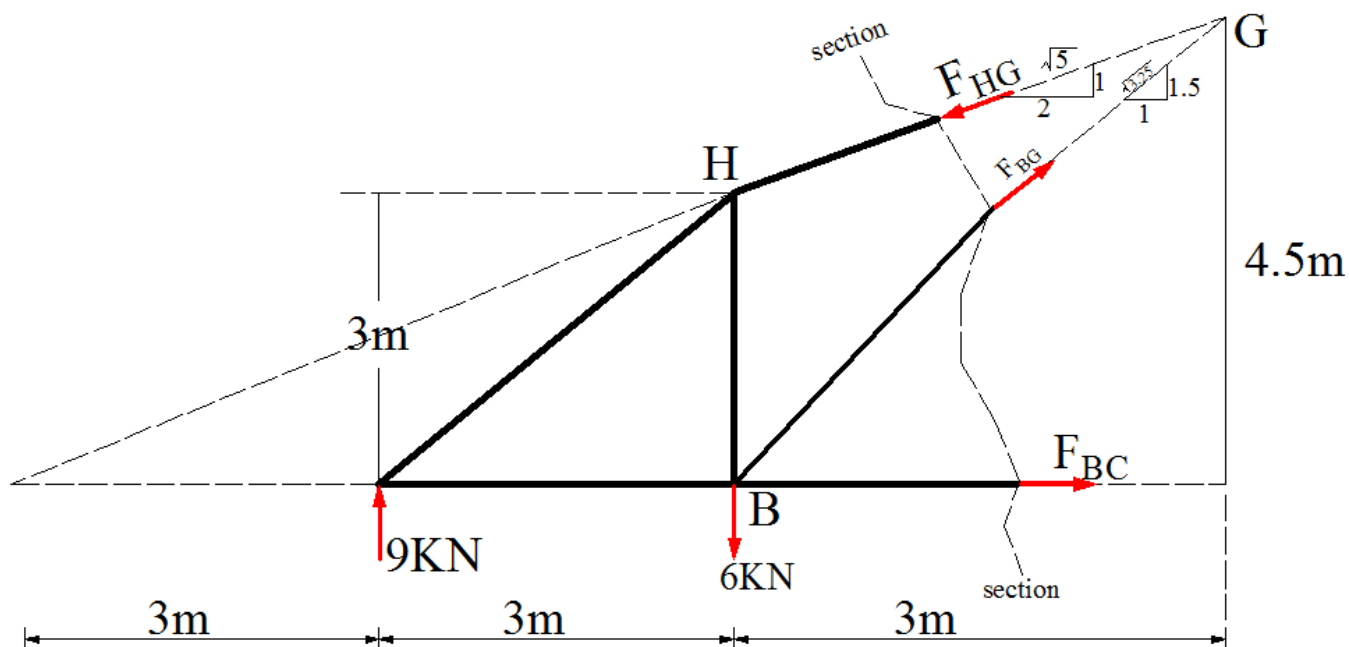
$$12A_Y - (6 \times 9) - (7 \times 6) - (4 \times 3) = 0 \rightarrow A_Y = 9 \text{ kN}$$

$$\sum F_Y = 0$$

$$9 + E_Y - 6 - 7 - 4 = 0 \rightarrow E_Y = 8 \text{ kN}$$

$$\sum F_X = 0$$

$$A_X = 0$$



Method of Section:

$$\sum M_G = 0$$

$$F_{BC} (4.5) + (6 \cdot 3) - (9 \cdot 6) = 0$$

$$F_{BC} = 8 \text{ kN (T)}$$

$$\sum M_B = 0$$

$$F_{HG} \left(\frac{1}{\sqrt{5}} \right) (6) - (9 \cdot 3) = 0$$

$$F_{HG} = 10.1 \text{ kN (C)}$$

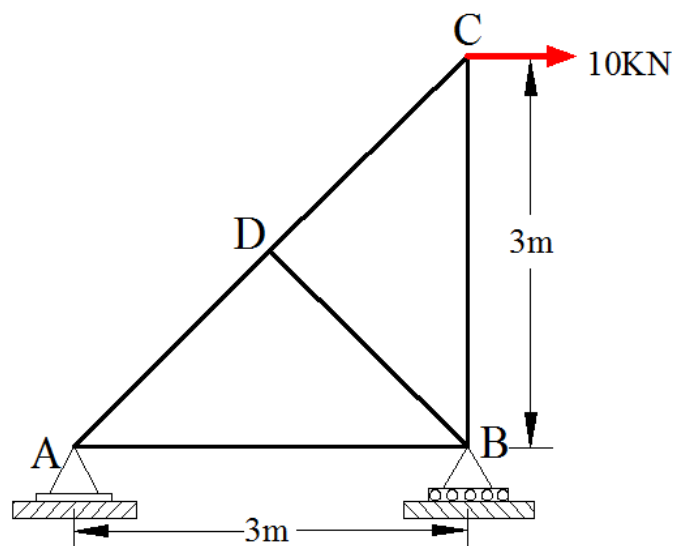
$$\sum M_o = 0$$

$$F_{BG} \left(\frac{1.5}{\sqrt{3.25}} \right) (6) + (9 \cdot 3) - (6 \cdot 6) = 0$$

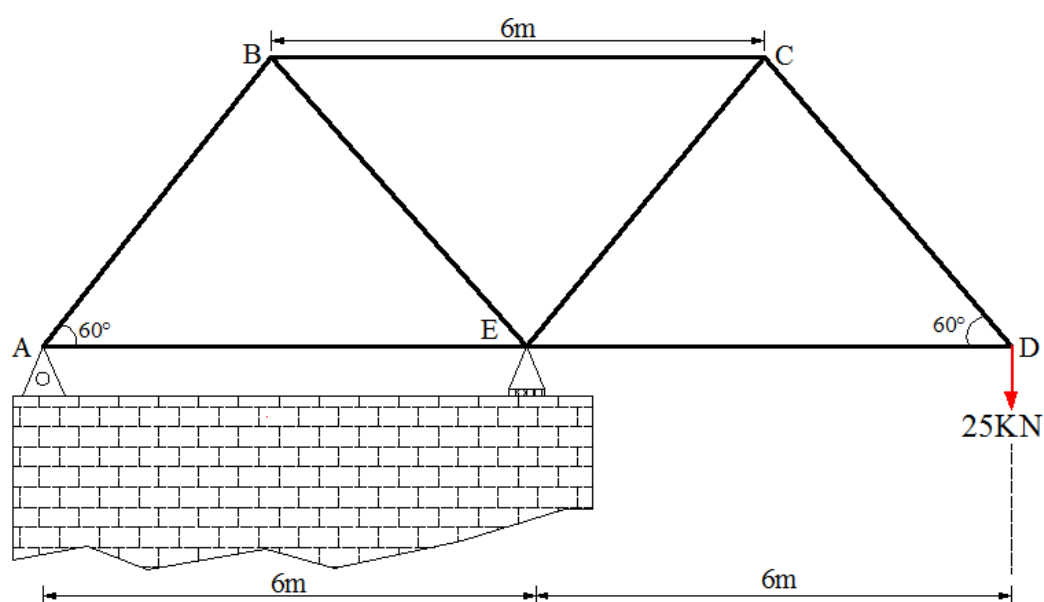
$$F_{BG} = 1.8 \text{ kN (T)}$$

تمرین (Exercise)

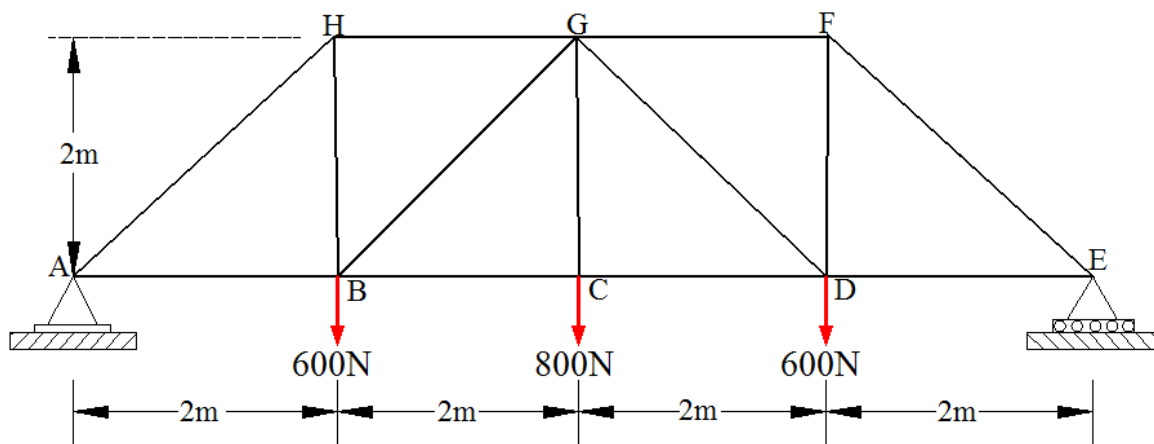
- 1) د لاندې ورکړ شوی ترس په ټولو میلو کې داخلي قوی محاسبه کړی؟ او وښائی چې په کشش کې واقع دی او که فشار؟ (د غوتو طریقه)



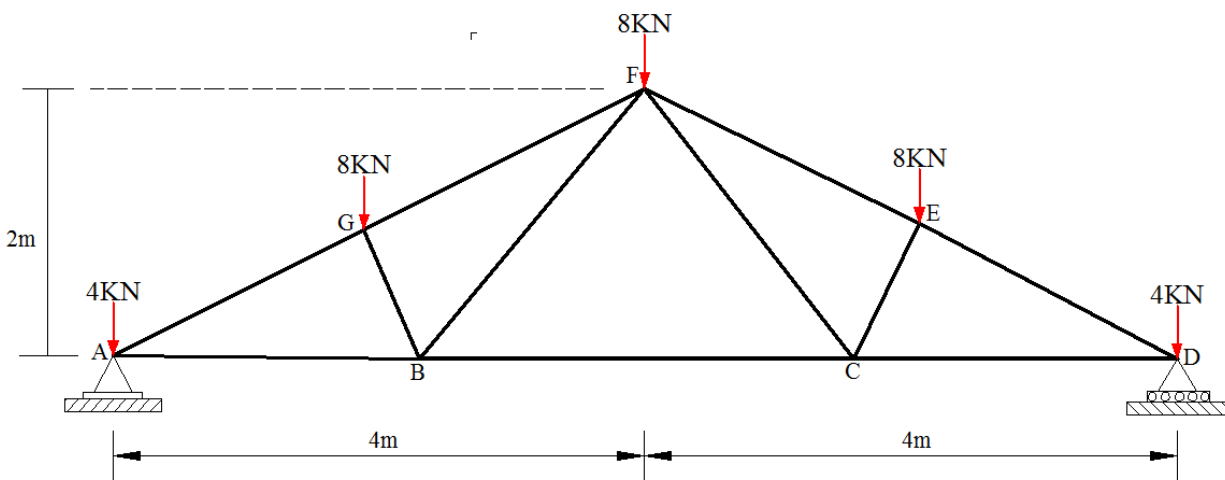
- 2) د لاندې ورکړ شوی ترس په ټولو میلو کې داخلي قوی محاسبه کړی؟ او وښائی کوم غړې ئی په کشش یا فشار کې واقع دي؟ (د غوتو طریقه)



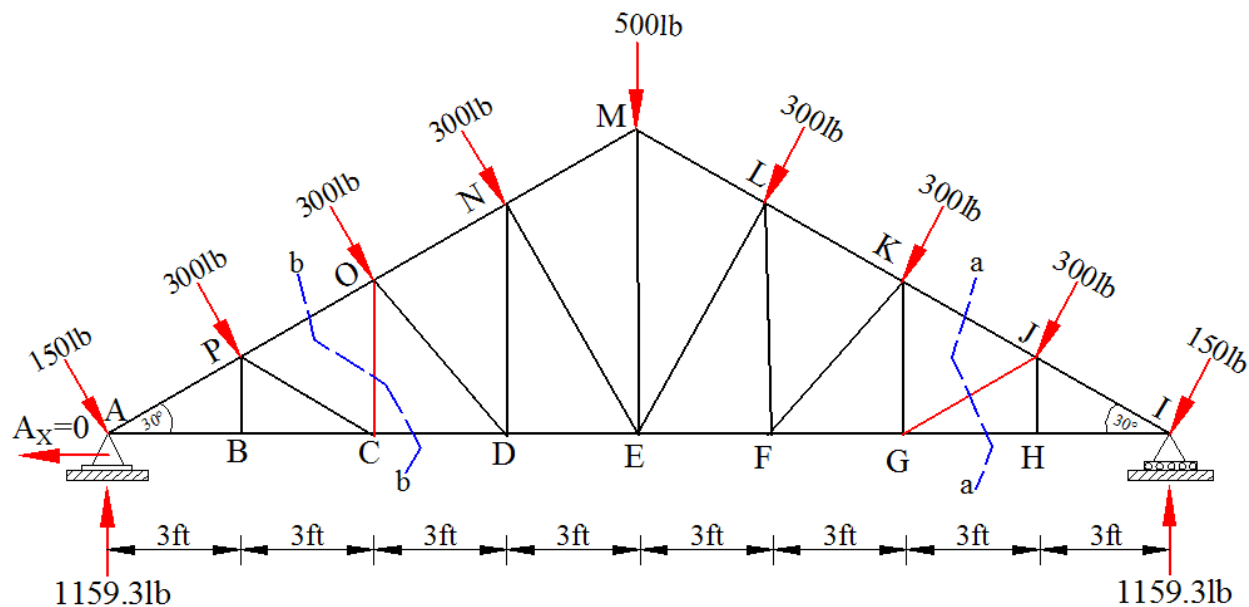
3. د لاندې ورکړ شوی ترس په ټولو میلو کې داخلي قوی محاسبه کړی؟ او وښائی کوم غړې ئی په کشش یا فشار کې واقع دي؟ (د غوتو طریقہ)



4. د لاندې ورکړ شوی ترس په ټولو میلو کې داخلي قوی محاسبه کړی؟ او وښائی کوم غړې ئی په کشش یا فشار کې واقع دي؟ (د غوتو طریقہ) $AG=GF=FE=ED$



5. په شکل کی د ښودل شوی ترس په OD او KF غړیو کی قوی محاسبه کړی او وښائی کوم یو په کشش یا فشار کی واقع دی. اتکائی غیرگونونه محاسبه شوی دی. نور معلومات په لاندی ډول دی.



اتم خپرکی

Methods of deflection

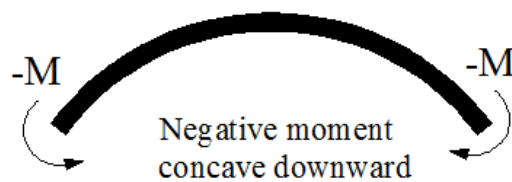
په دی فصل کی د مختلفو ګاډرونو د اتکاګانو یا اتکاګانو ترمینځ په یوه نقطه کی د ناستی (deflection) او میلان (Slope) په اړه بحث کوو .

دا ډول ستونځی (deflection and slope) په ساختمانونو کی د بارونو له امله او یا هم د تودوخې تغیراتو له امله رامینځ ته کیږي او ساختمانونه د ویجاړتیا سره مخامخ کوي. د ساختمانونو استواری (stability) او دوام لپاره باید د دی ډول ستونځو مخنیوی وشي او د ډیزاین په وخت کی slope او deflection ته خاص پاملرنه وشي. ناسته د ساختمانونو په موادو لکه کانکریت، پلستر او خښتو کی درزونه پیدا کوي او ساختمان دائمی ستونځو سره مخامخ کوي. همدارنګه یو ساختمان باید دومره لږزه ونکي چي اوسیدونکی ئی ناارامی محسوس کي. کومه ناسته چي په دی فصل کی تر خپرني لاندی نیول کیږي فقط هغه ساختمانونو لپاره د استعمال وړ ده کوم چي ارتجاعی خاصیت لرونکی وی یعنی د خارجی عامل په لګیدو سره پیدا شوی تغیرات له مینځه ځي او ساختمان خپل اصلی حالت ته واپس کیږي که چیري نومړی بارونه تری لری کړي شی په دقت سره یی که وګورو ناسته په ساختمان کی د داخلی زورونو لکه نارملی قوه ، عرضی قوه ، او د کوډوالی مومنټ له امله پیدا کیږي خو په ګاډرونو او چوکاټونو کی زیاتره وخت د کوډوالی مومنټ له امله رامینځ ته کیږي همدارنګه په ترسونو کی داخلی محوری قوی د ساختمان د کوډوالی او ناستی لامل ګرځي.

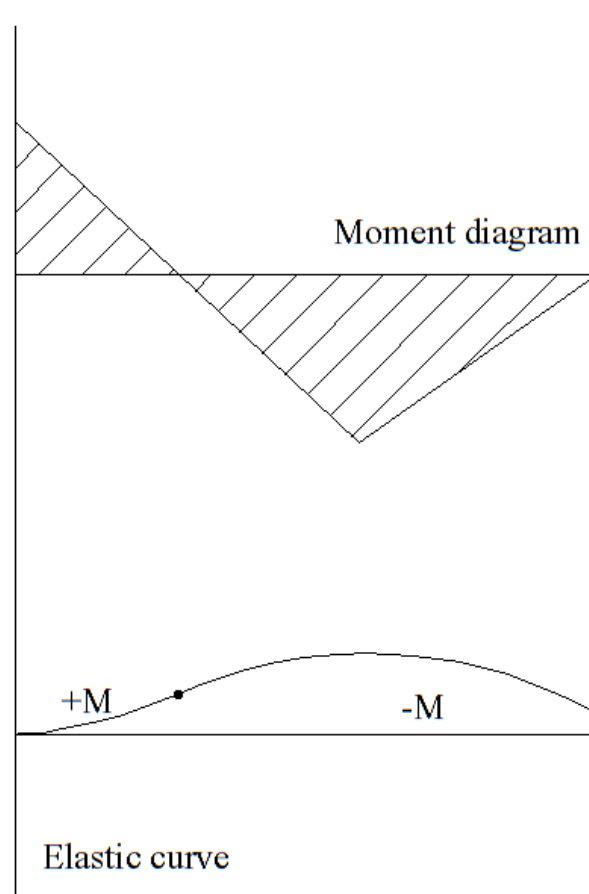
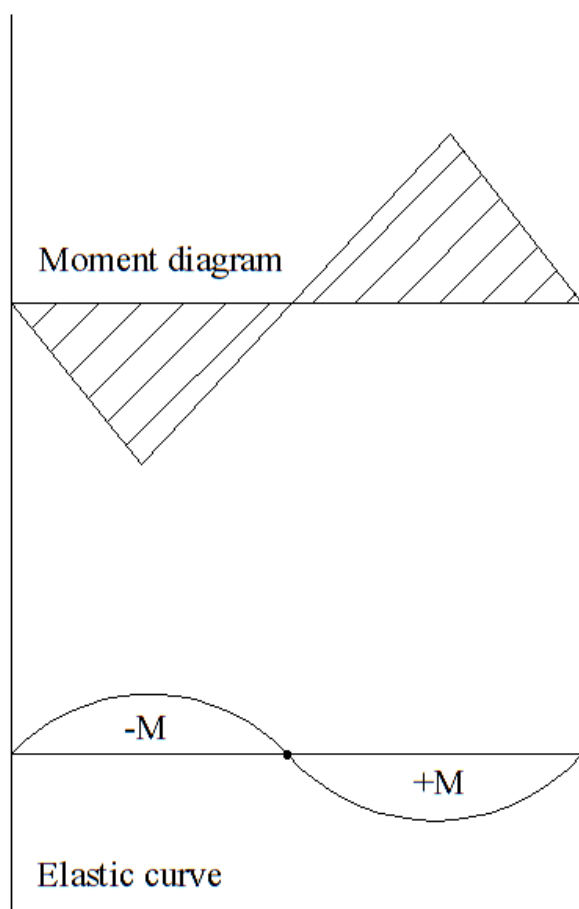
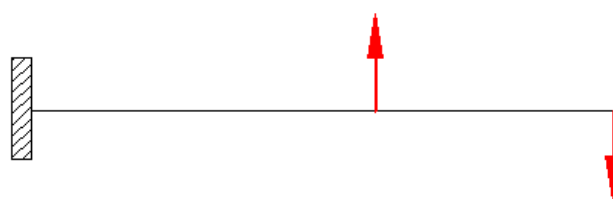
مخکی له دی چي د ساختمان په یوه نقطه کی میلان یا ناسته پیدا کړو لومړی باید د ساختمان کوډوالی شکل وکارو او تحلیل لپاره تری استفاده وکو دا کوډوالی شوی شکل د ارتجاعی کوډوالی خط (Elastic curve) په نامه یادېږي او د مقطع د مرکزی نقطی تغیر شوی ځائی بنائی. کولی شوی انحنائی مومنټ دیاګرام څخه په استفاده ډیر په اسانۍ سره د یو ګاډر ارتجاعی کوډوالی خط (Elastic curve) وکارو.



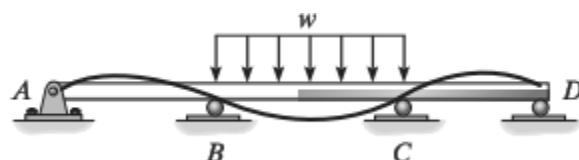
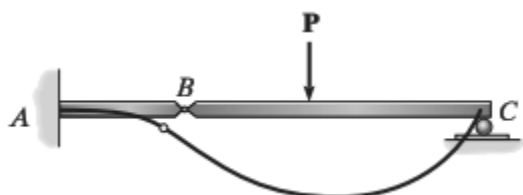
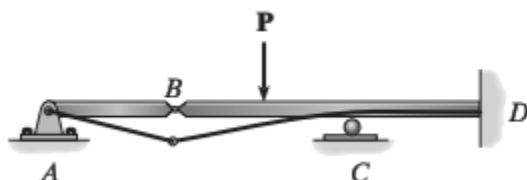
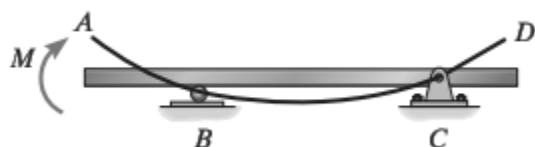
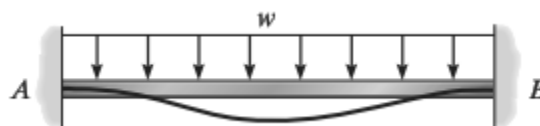
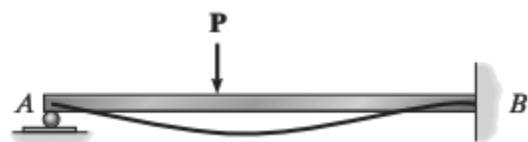
positive moment
concave upward



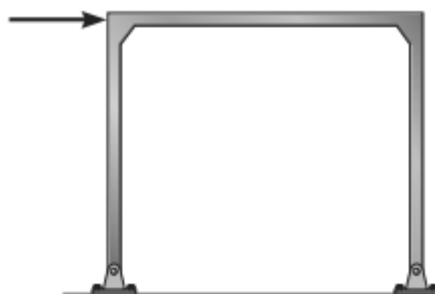
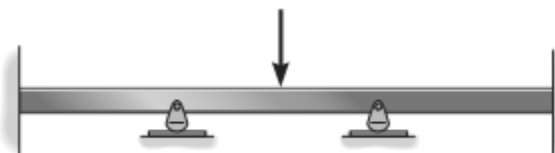
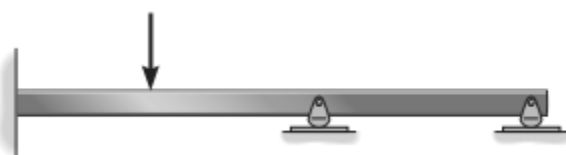
Negative moment
concave downward



The deflected shapes (elastic curve) of some of the Beams are given below.



Draw the elastic curve of following Beams??



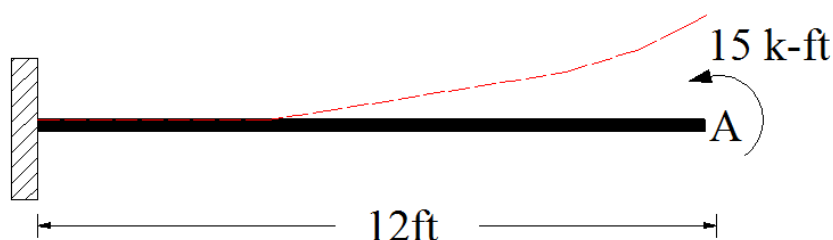
(Double integration Method for Deflection)

$$\frac{d^2v}{dx^2} = \frac{M}{EI}$$

د پورتنۍ معادلې یو ځل انتیګرال نیولو سره میلان (θ) لپاره رابطه جوړېږي او دوهم ځل انتیګرال نیولو سره ناسته (Δ) لپاره رابطه لاس ته راځي.

مثال: 1 د لاتدی ورکړ شوی ګاډر په A نقطه کې د θ او Δ قیمتونه پیدا کړي. د ارتجاعیت موډل او انرشیائی مومنټ په لاتدی ډول دی.

$$I = 16.4 \text{ in}^4, \quad E = 29 \times 10^3 \text{ ksi}$$



حل:

$$EI \frac{d^2v}{dx^2} = M \dots \dots \dots (1)$$

First integration:

$$EI \frac{d^2v}{dx^2} = M \gg EI \int \frac{d^2v}{dx^2} dx = \int M \cdot dx \gg EI \frac{dv}{dx} = Mx + C_1 \gg EI \frac{dv}{dx} = Mx + C_1$$

$$EI \frac{dv}{dx} = Mx + C_1 \dots \dots \dots (1)$$

Second integration:

$$EI \frac{dv}{dx} = Mx + C_1 \gg EI \int \frac{dv}{dx} dx = \int (Mx + C_1) dx \gg EI \cdot v = \frac{Mx^2}{2} + C_1x + C_2$$

$$EI \cdot v = \frac{Mx^2}{2} + C_1x + C_2 \dots \dots (2)$$

When $x=0$ then $\frac{dv}{dx} = 0$ and $v = 0$ and $C_1 = C_2 = 0$

$$EI \frac{dv}{dx} = Mx$$

$$EI \cdot v = \frac{Mx^2}{2}$$

We know that $\frac{dv}{dx} = \theta$ and $v = \Delta$

$$\theta = \frac{Mx}{EI} \quad \Delta = \frac{Mx^2}{EI}$$

Slope (θ):

$$\theta_A = \frac{(15 * 12)(12 * 12)}{(29 * 10^3)(16.4)} = 0.0545 \text{ rad}$$

Deflection (Δ):

$$\Delta_A = \frac{(15 * 12)(12 * 12)^2}{2(29 * 10^3)(16.4)} = 3.92 \text{ in}$$

(Moment Area Method for Deflection)

First Theorem:

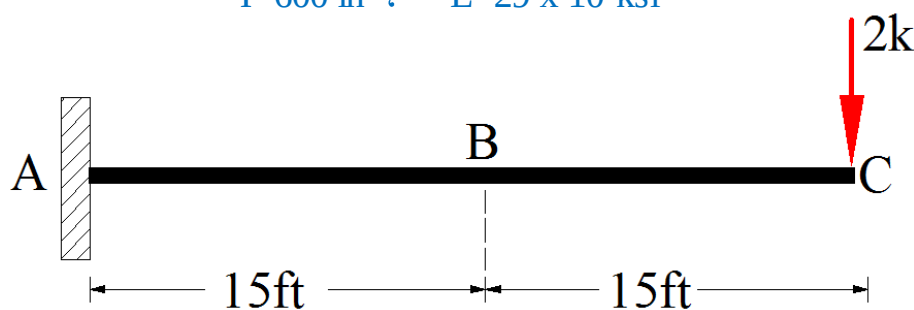
The change in slope between any two points on the elastic curve equals to the area under the M/EI diagram between these two points.

First Theorem:

The Vertical deviation of the tangent at a point (A) on the elastic curve with respect to the tangent extended from another point (B) equals the moment of the area under the M/EI diagram between the two points (A) and (B). the moment is computed about A

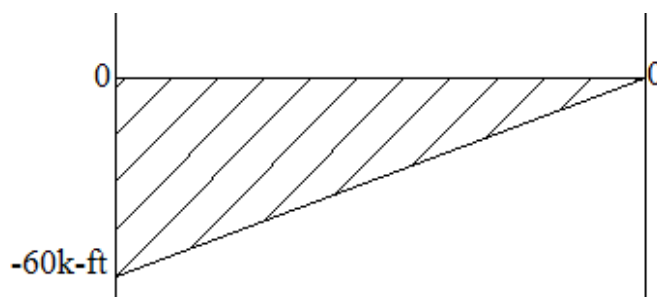
مثال: 1 د لاندې ورکړ شوی ګاډر په B او C نقطه کې د θ قیمت پیدا کړی. د ارتجاعیت موډل او انرشیائی مومنټ په لاندې ډول دی.

$$I = 600 \text{ in}^4, \quad E = 29 \times 10^3 \text{ ksi}$$

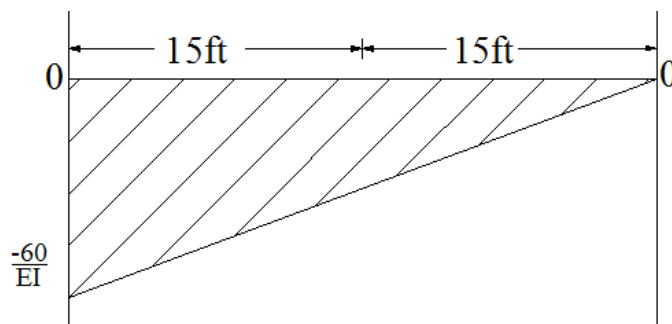


حل:

✓ مومنټ دیاګرام

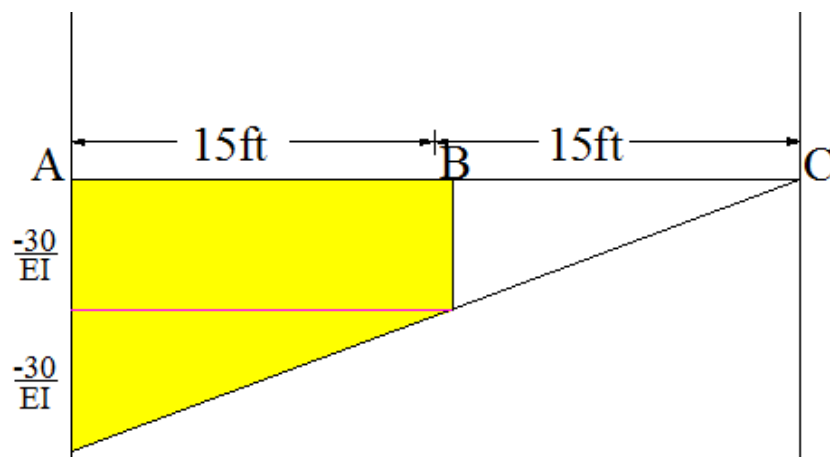


دیاگرام: $\frac{M}{EI}$ ✓



Moment Area theorem ✓

دوہ نقطو تر مینخ د میلان تغیر د نوموړیو نقطو تر منخ د مساحت سره مساوی کیږی.



θ_B = A او B تر مینخ مساحت

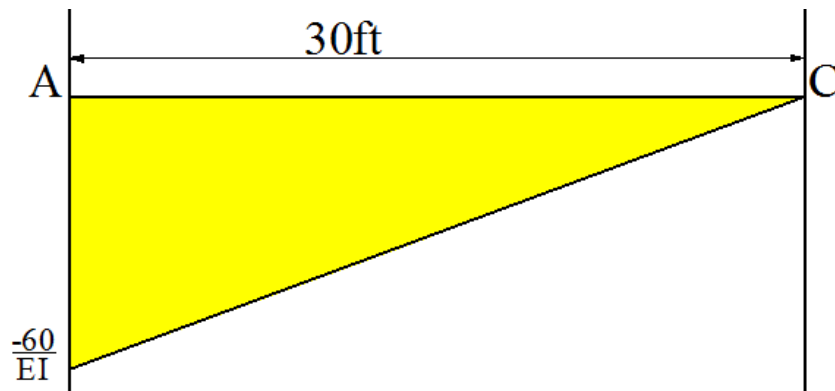
$$\theta_B = - \left(\frac{30}{EI} * 15 \right) - \frac{1}{2} \left(\frac{30}{EI} * 15 \right)$$

$$\theta_B = - \frac{675 \text{ k-ft}^2}{EI} \rightarrow - \frac{675 \cdot 12 \cdot 12 \text{ k-in}^2}{29 \cdot 10^3 \cdot 600 \text{ k-in}^2} = -0.0059 \text{ rad}$$

$\theta_C = \text{A or C تر مينخ مساحت}$

$$\theta_C = -\frac{1}{2} \left(\frac{60}{EI} * 30 \right)$$

$$\theta_C = -\frac{900 \text{ k-ft}^2}{EI} \rightarrow -\frac{900 * 12 * 12 \text{ k-in}^2}{29 * 10^3 * 600 \text{ k-in}^2} = -0.00745 \text{ rad}$$



(Conjugate Beam Method for Deflection)

اوله قضیه (First Theorem)

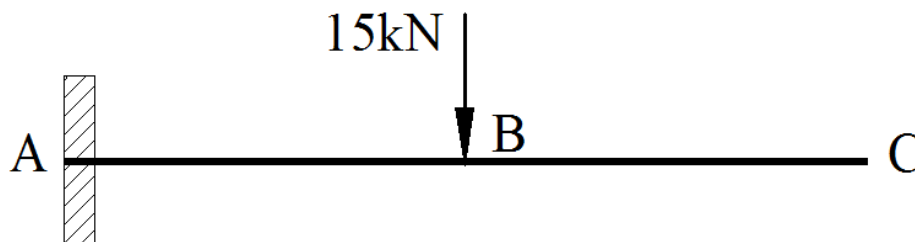
د حقیقی گادر په یوه نقطه کې میلان (Slope, θ) د مزدوج گادر (conjugate beam) په همغه نقطه کې د عرضي قوی مقدار سره مساوي کیږي.

دوهمه قضیه (Second Theorem)

د حقیقی گادر په یوه نقطه کې بدلون (Displacement, Δ) د مزدوج گادر (conjugate beam) په همغه نقطه کې د مومینټ مقدار سره مساوي کیږي.

نوموړی میتود مولر برسلو په کال 1865 کې اخذ کړی ده او د نورو میتودونو پرتله ډیر اسان او چټک نتائج ورکونکی ده، د نوموړی میتود زیاتره کار د ستاتیک په اصولو ولاړ دی او همدا وجه ده چی د نورو میتودونو پرتله ئی استعمال اسان دی.

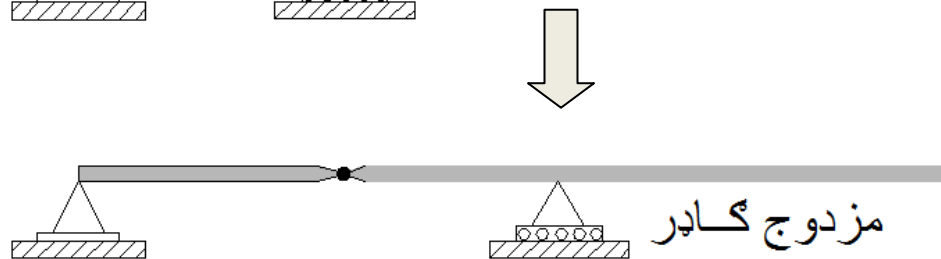
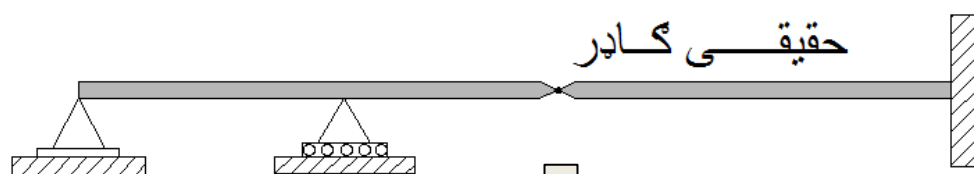
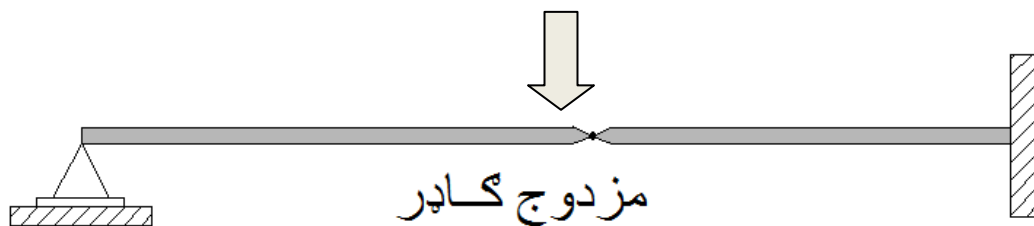
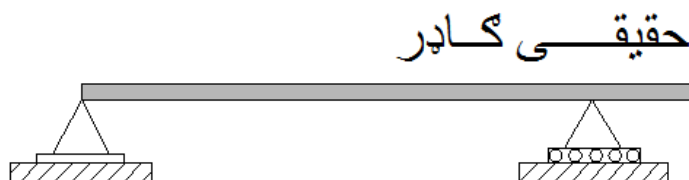
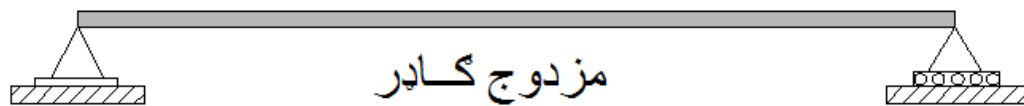
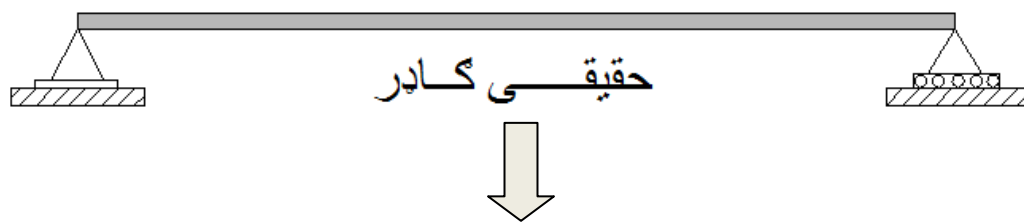
بیلگه :



که چیری د گادر په C ټکی کې slope او یا هم displacement پیدا کول غواړو د قضیې مطابق په نوموړی ټکی کې باید عرضي قوه او مومینټ پیدا کو

$$M_C = \Delta_C \quad \text{او} \quad \theta_C = V_C$$

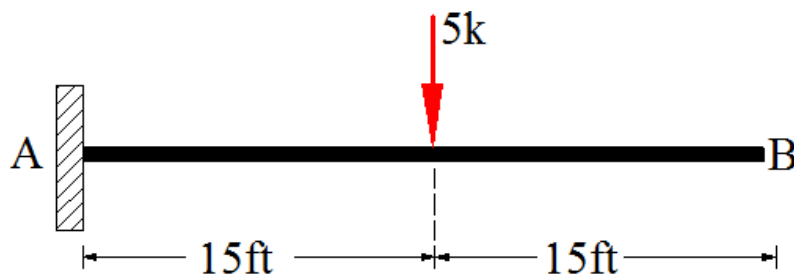
د مزدوج ګاډر اتکاګانې:



کرنلاره:

- ✓ د حقیقی ګاډر مزدوج ګاډر کاږل
- ✓ د اتکاګانو په تبدیلولو کې باید پورته ورکړ شوی ګاډرونه په پام کې ونیول شي .
- ✓ د حقیقی ګاډر او مزدوج ګاډر طول باید توپیر ونلري .
- ✓ که چیرې د حقیقی ګاډر یوه اتکاء میلان پیدا کیدو ته اجازت ورکونکې وي باید د مزدوج ګاډر اتکاء ئی هم د غوڅونکو قوو مخنیوی ونکي .
- ✓ که چیرې د حقیقی ګاډر یوه اتکاء ناستی ته اجازه ورکونکې وي باید د مزدوج ګاډر اتکاء ئی د مومنت مخنیوی ونکي .
- ✓ د حقیقی ګاډر M/EI دیاګرام کاږل.
- ✓ د حقیقی ګاډر M/EI دیاګرام په مزدوج ګاډر د بار په حیث ایښودل کېږي او د فرضیې چي منظم ویشلی بار دی ، که چیرې M/EI دیاګرام مثبت وي د قوو جهت پورته طرف ته اخیستل کېږي او که منفي وي د قوو جهت د ګاډر څخه لاندې طرف ته اخیستل کېږي .
- ✓ د تعادل معادلو په استعمال کولی شو په مزدوج ګاډر کې مومنت ، عرضي قوه او اتکائی عکس العملونه محاسبه کړو
- ✓ په کومه ځی کې چي سلوپ یا دیفلیکشن پیدا کول مطلوب وي په هغه ځی کې قطع اخیستل کېږي

مثال: 1 ورکړ شوي بيم په B نقطه کې ناسته (displacement, Δ_B) ، او ميلان (slope, θ_B) پيدا کړي.

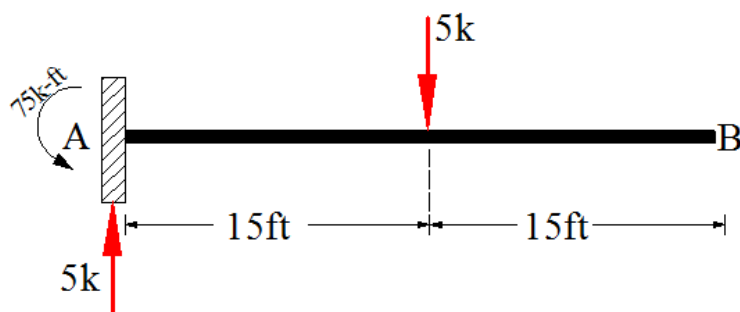


حل:

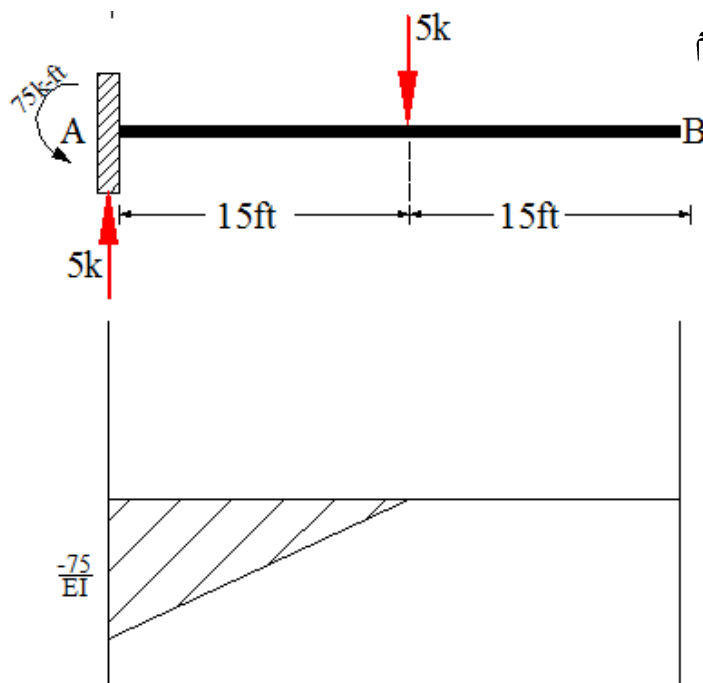
1) اتکائي عکس العمل او مومنت

$$R_A = 5k$$

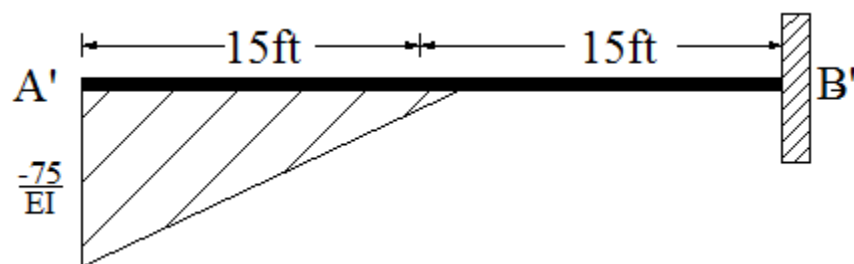
$$M_A = 75k\text{-ft}$$



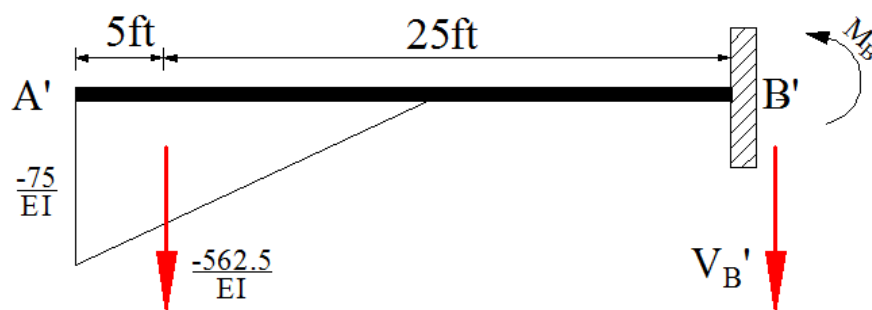
2) M/EI دياگرام



(3) مزدوج کا ڈر (Conjugate Beam)



4، تعادل (Equilibrium)

 θ_B لپارہ باند V_B' او Δ_B لپارہ M_B' پیدا کو.

$$\sum F_Y = 0 \rightarrow -\frac{562.5 \text{ k-ft}^2}{EI} - V_B' = 0$$

$$\theta_B = V_B' = -\frac{562.5 \text{ k-ft}^2}{EI} = \frac{562.5 * 12 * 12 \text{ k-in}^2}{29 * 10^3 * 800 \text{ k-in}^2} = -0.00349 \text{ rad}$$

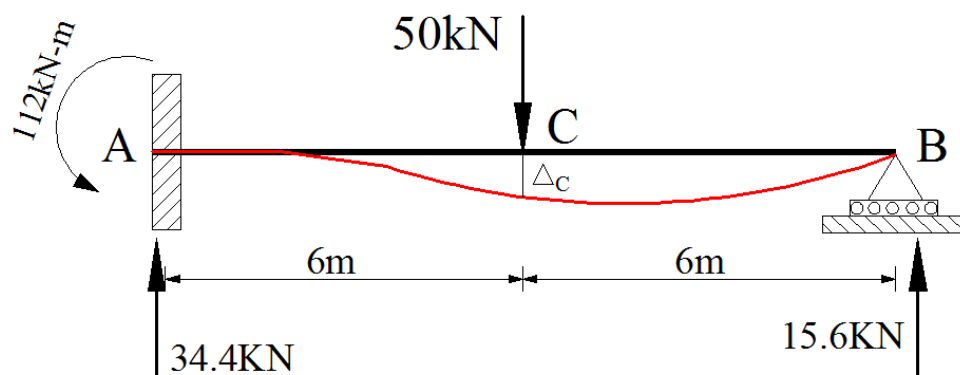
$$\theta_B = -0.00349 \text{ rad}$$

$$\sum M_B' = 0 \rightarrow \left(\frac{562.5 \text{ k-ft}^2}{EI} * 25 \right) + M_B' = 0$$

$$\Delta_B = M_B' = -\frac{14062.5 \text{ k-ft}^3}{EI} = -\frac{14062.5 * 12 * 12 * 12 \text{ k-in}^3}{29 * 10^3 * 800 \text{ k-in}^2} = -1.05 \text{ in}$$

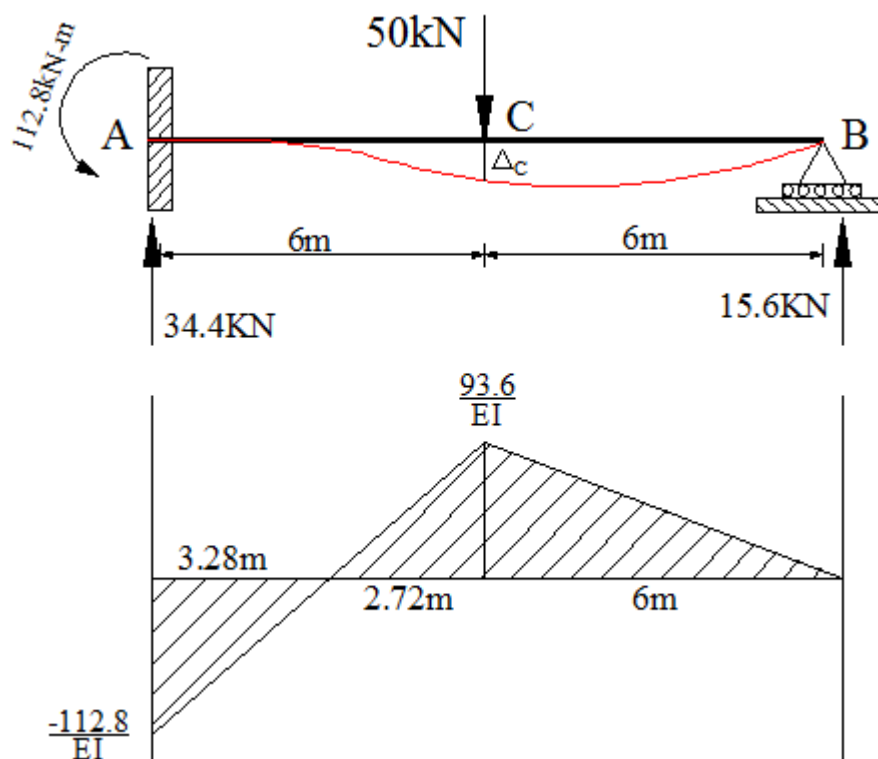
$$\Delta_B = -1.05 \text{ in}$$

مثال 2: د ورکړ شوي ځاډر په C نقطه کې (Δ_c , displacement) پیدا کړي؟ د EI قیمت ثابت دی

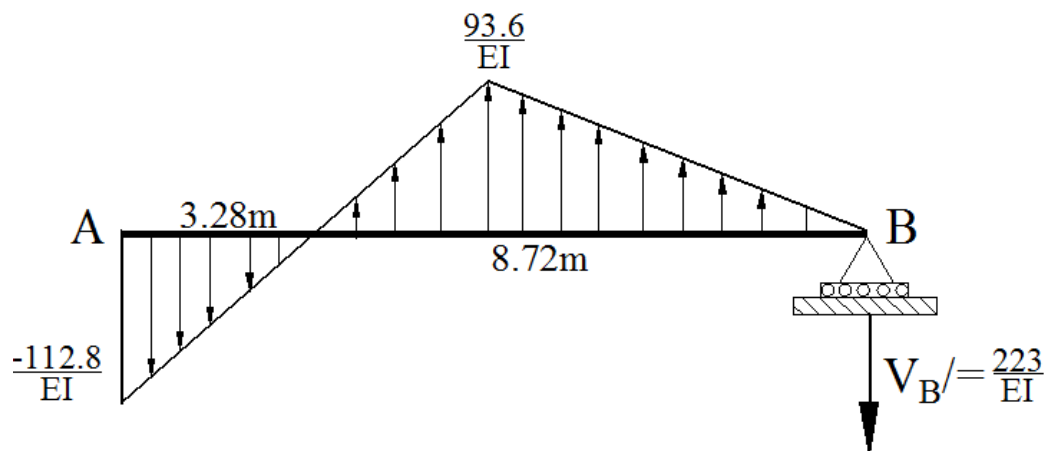


حل:

1) د M/EI ډیاگرام



(2) مزدوج‌گادر (Conjugate Beam)



$$\sum F_Y = 0 \rightarrow -\left(\frac{112.8 \times 3.28}{2EI}\right) + \left(\frac{93.6 \times 8.72}{2EI}\right) - V_B' = 0$$

$$V_B' = \frac{223}{EI}$$

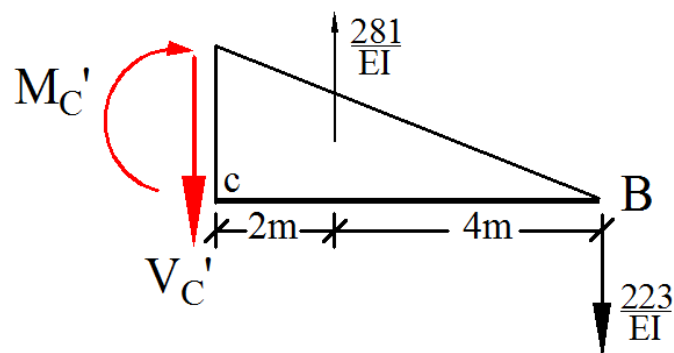
(3) تعادل (Equilibrium)

په C نقطه کی ناسته (Δ_C) پیدا کولو لپاره باید د قضيي مطابق په نوموړی نقطه کی مومنټ محاسبه کو. یعنی $\Delta_C = M_C'$ په C نقطه کی مومنټ پیدا کولو لپاره قطع اخلو.

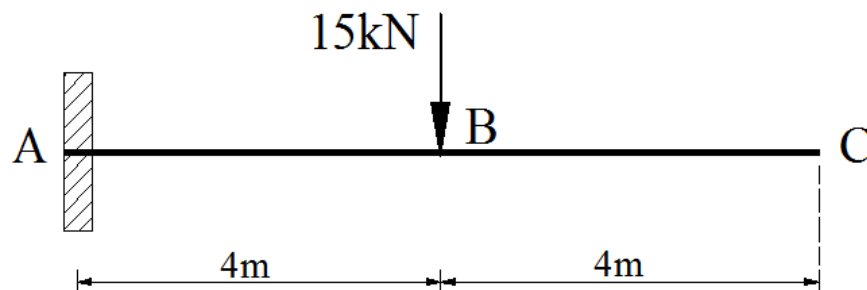
$$\sum M_C = 0$$

$$\left(\frac{223}{EI} \times 6\right) - \left(\frac{281}{EI} \times 2\right) + M_C' = 0$$

$$M_C' = \Delta_C = -\frac{776}{EI} \text{ (downward)}$$

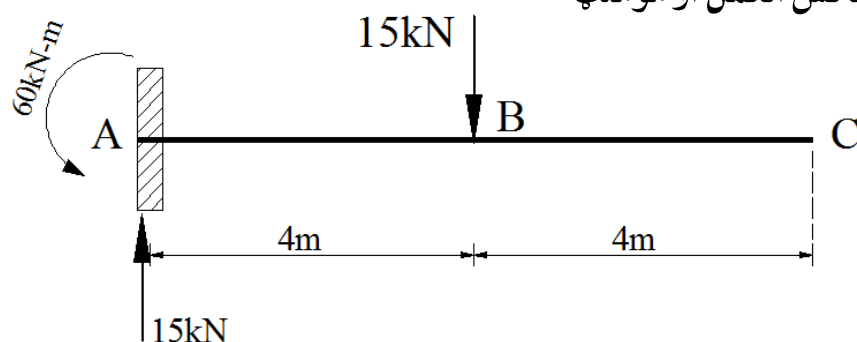


مثال: 3 د ورکړ شوي ګادر کې په B نقطه کې میلان (slope, θ_B) او اعظمي بدلون (maximum displacement, Δ) پیدا کړي. $E=29 \times 10^3 \text{ Ksi}$ او $I=500 \text{ in}^4$

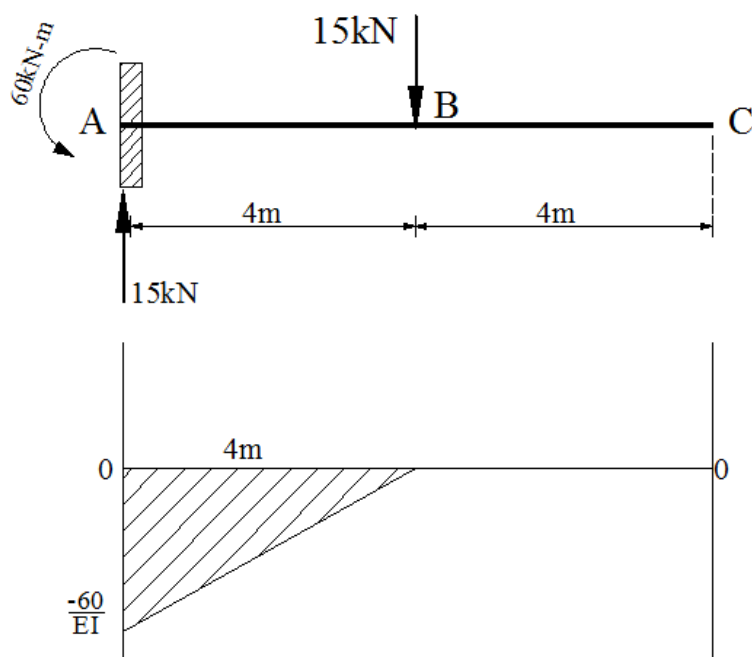


حل:

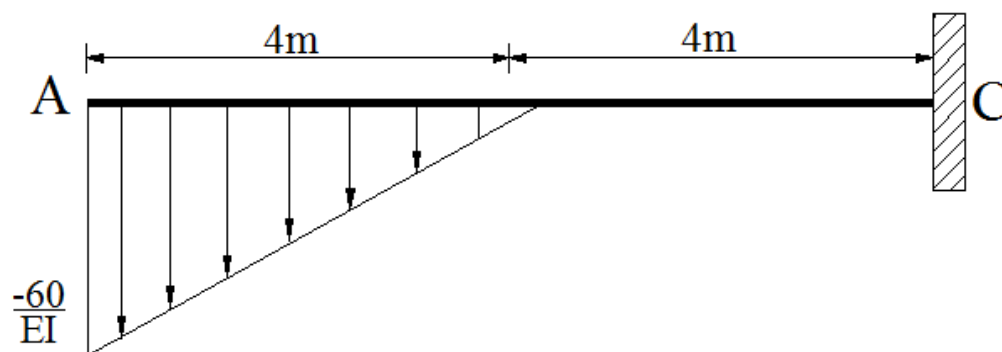
1) اتکائي عکس العمل او مومنت



2) دیاگرام M/EI

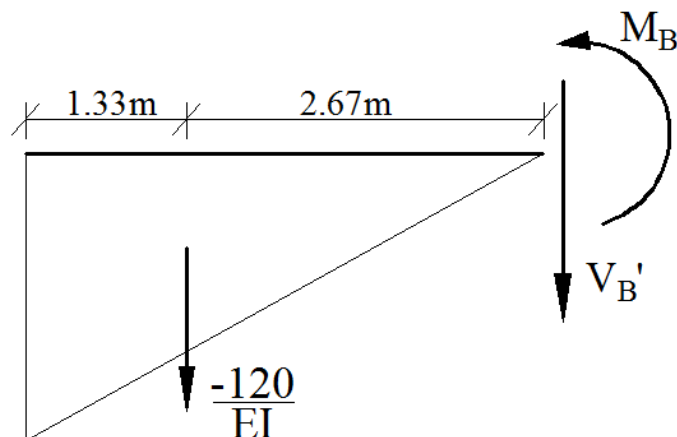


3، مزدوج کادر (Comjugate Beam)



(4) تعادل (Equilibrium)

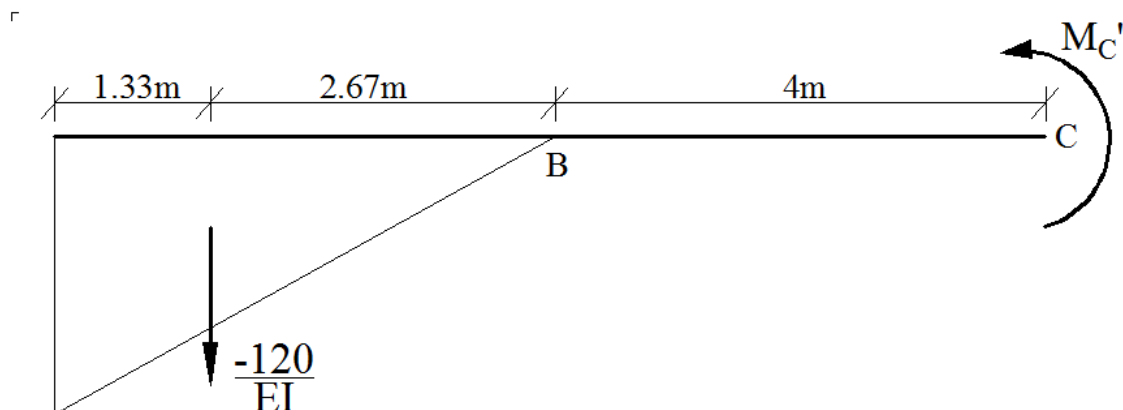
پہ B نقطہ کی ناستہ (Δ_B) پیدا کولو لپارہ باید د قضیہ مطابق پہ نوموری نقطہ کی مومنت او میلان لپارہ عرضی قوه محاسبہ کو. یعنی $\theta_B = V_B'$ او $\Delta_B = M_B'$



$$\sum F_Y = 0 \rightarrow -\left(\frac{120}{EI}\right) - V_B' = 0$$

$$V_B' = \theta_B = -\frac{120 \times 12 \times 12 \text{ k-in}^2}{29 \times 10^3 \times 500 \text{ k-in}^2} = -0.0012 \text{ rad}$$

پوهیرو چي اعظمی Dislacment په C نقطه کی پیدا کیږی .



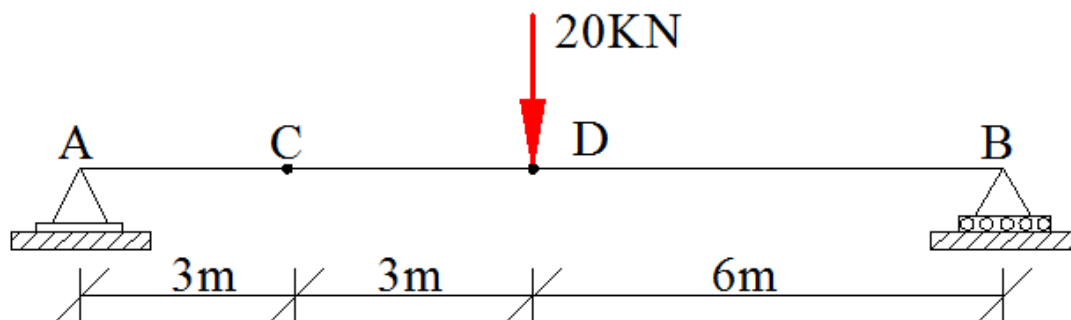
$$\sum M_C = 0$$

$$- \left(\frac{120}{EI} * 6.67 \right) - M_C' = 0$$

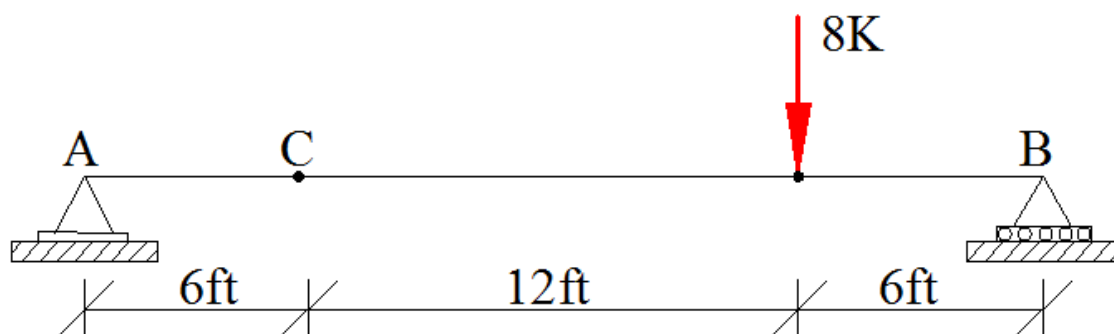
$$M_C' = \Delta_C = - \frac{800.4}{EI} = - \frac{800.4 * 12 * 12 * 12 \text{ k-in}^3}{29 * 10^3 * 500 \text{ k-in}^2} = - 0.095 \text{ in (downward)}$$

تمرین (Exercise)

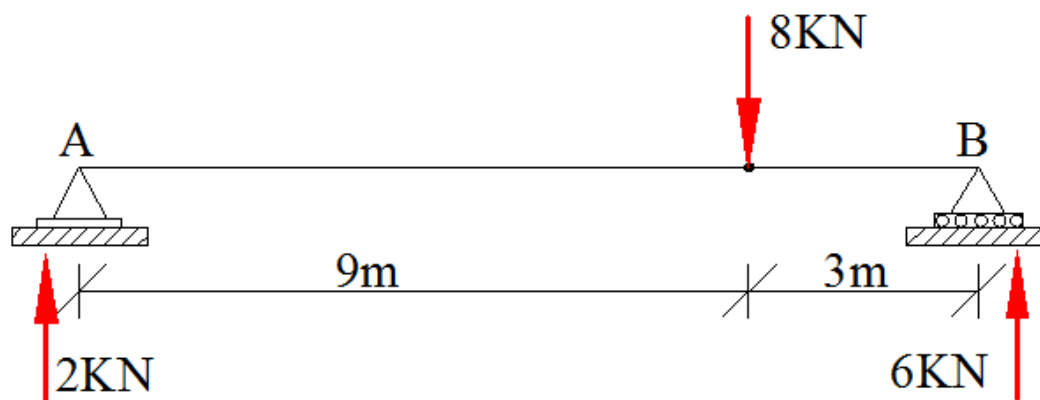
1، د ورکړ شوی ګاډر په C نقطه کې میلان (θ_C) پیدا کړی؟ $E=200\text{GPa}$ او $I=6*10^6 \text{ mm}^4$
use Moment Area method



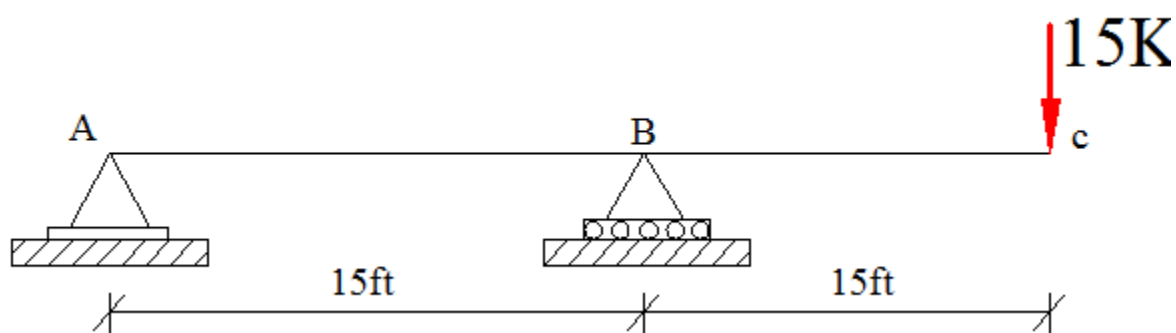
2، د ورکړ شوی ګاډر په C ټکی کې میلان (θ_C) پیدا کړی؟ $E=29*10^3\text{ksi}$ او $I=600 \text{ in}^4$
use Moment Area method



3. ورکړ شوی ځاږ په کی اعظمی displacement ($\Delta_{\max}$) پیدا کړی؟ $E=200\text{GPa}$ او
use Conjugate Beam method $I=60 \times 10^6 \text{mm}^4$

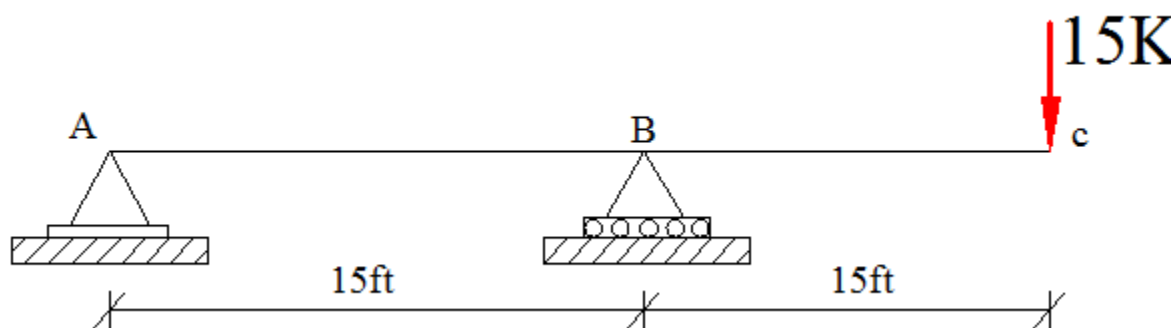


4. د ورکړ شوی ځاږ په C ټکی کی (θ_C) او Δ_C پیدا کړی؟ د EI قیمت ثابت دی.
Use moment Area method



5. د ورکړ شوی ګاډر په C ټکی کې (θ_c) او Δ_c پیدا کړی؟ د EI قیمت ثابت دی.

Use conjugate Beam method



Get more e-books from www.ketabton.com
Ketabton.com: The Digital Library