অধ্যায়-৬ স্টিল ফ্রেমের বল

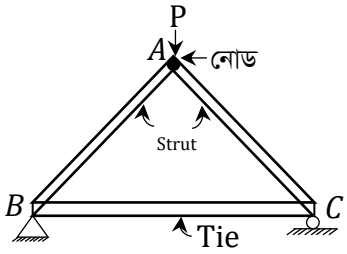
SOS অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। ট্রাস বলতে কী বুঝায়?

উত্তরঃ কতগুলো মেম্বারকে ধারাবাহিক রিভেট বা ওয়েল্ডিং দ্বারা সংযুক্ত করে ত্রিভুজাকৃতির যে দৃঢ় কাঠামো (ফ্রেম) তৈরি করা হয়, তাকে ট্রাস বলে। মেম্বারগুলোর জয়েন্টগুলোকে নোড বলে এবং নোডগুলোই লোডের প্রয়োগ বিন্দু হিসেবে বিবেচনা করা হয়। ট্রাস কেবল লোড (চাপা বল বা টানা বল) বহন করে, কোনো মোমেন্ট বহন করে না অর্থাৎ বেন্ডিং গ্রহণযোগ্য নয়।

***** ২। টাই এবং স্ট্রাট বলতে কী বুঝায়?** বাকাশিবো- ১৪, ১৫'পরি, ১৬'পরি

উত্তরঃ ট্রাসের মেম্বারগুলোর মধ্যে যে সকল মেম্বার টান বল বহন করে তাদেরকে টাই এবং যে সকল মেম্বার চাপা বল বহন করে তাদেরকে স্ট্রাট বলে। চিত্রের AB এবং AC মেম্বারদ্বয় স্ট্রাট এবং BC মেম্বারটি টাই।



চিত্র ঃ ট্রাস

৩। আদর্শ ট্রাসের গুণাবলি কী কী? বাকাশিবো- ২০২৪'পরি

উত্তরঃ আদর্শ ট্রাসের গুণাবলি হলো ঃ

i) কতগুলো সরল মেম্বার দ্বারা গঠিত হবে।

ii) মেম্বারগুলো এমনভাবে স্থাপিত হবে, যাতে ট্রাসে আগত লোডসমূহ কেবল জয়েন্টগুলোতে ক্রিয়া করে।

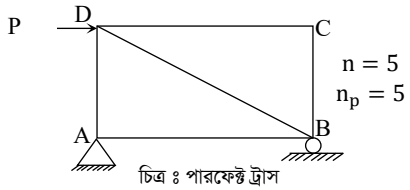
iii) মেম্বারগুলো ঘর্ষণবিহীন পিন বা হিঞ্জ দ্বারা সংযুক্ত হবে।

iv) মেম্বারগুলো চাপা বা টান বল বহন করবে, মোমেন্ট বহন করবে না।

***** ৪। পারফেক্ট (Prefect) ফ্রেম বা ডিটারমিনেট ট্রাস (Determinate Truss) বলতে কী বুঝায়?**

বাকাশিবো- ২০০৩, ০৪, ০৫, ০৯'পরি, ১০, ১২, ১৩, ১৯, ১৯'পরি, ২০'পরি, ২৩

উত্তরঃ



চিত্র ঃ পারফেক্ট ট্রাস

প্রয়োজনীয় সংখ্যক মেম্বারের সমন্বয়ে গঠিত যে ট্রাস লোড প্রয়োগে কোনো বিচ্যুতি না হয়ে বা আকৃতির পরিবর্তন ছাড়াই ট্রাস ফ্রেমটি সাম্যবস্থায় থাকে এবং সাম্যবস্থার সূত্রের সাহায্যে মেম্বারগুলোর বল নির্ণয় করা যায়, তাকে পারফেক্ট বা পূর্ণাঙ্গ বা ডিটারমিনেট ট্রাস বলে। ডিটারমিনেট বা পারফেক্ট ট্রাসের মেম্বার সংখ্যা, $n = 2j - 3$ [যেখানে, n = মেম্বার সংখ্যা, j = জয়েন্ট সংখ্যা]।

**** ৫। পূর্ণাঙ্গ বা পারফেক্ট ট্রাসের শর্ত কী?**

বাকাশিবো- ২০১০'পরি, ১২'পরি, ১৪'পরি, ১৫'পরি

উত্তরঃ পারফেক্ট ট্রাসের শর্ত, $n = 2j - 3$ [এখানে, $n =$ মেম্বার সংখ্যা, $j =$ ট্রাসের জয়েন্ট সংখ্যা।]

*** ৬। একটি ট্রাসে জোড়া (joint) 4 টি এবং মেম্বার 5 টি হলে ট্রাসটি কী ধরনের হবে?**

বাকাশিবো- ২০১২'পরি, ১৪'পরি, ১৮

উত্তরঃ দেওয়া আছে, ট্রাসের মেম্বার সংখ্যা $= 5$ টি

জয়েন্ট সংখ্যা, $j = 4$ টি

আমরা জানি, পারফেক্ট ট্রাসের মেম্বার সংখ্যা, $n = 2j - 3$

$$\therefore n = 2 \times 4 - 3 = 5$$

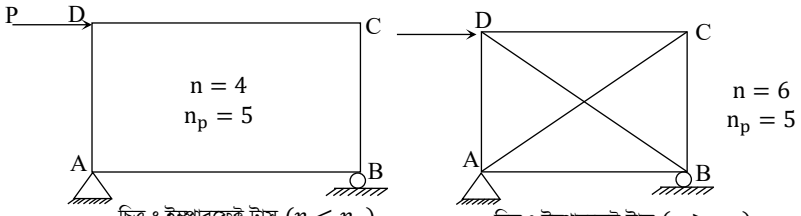
যেহেতু, পারফেক্ট ট্রাসের মেম্বার সংখ্যা ও উল্লেখিত ট্রাসের মেম্বার সংখ্যা 5 (একই)

∴ ট্রাসটি পারফেক্ট বা পূর্ণাঙ্গ ট্রাস।

**** ৭। ইম্পারফেক্ট (Imperfect) ফ্রেম বা অপূর্ণাঙ্গ ফ্রেম বলতে কী বুঝায়?**

বাকাশিবো- ২০০৯'পরি, ১০, ১৭

উত্তরঃ



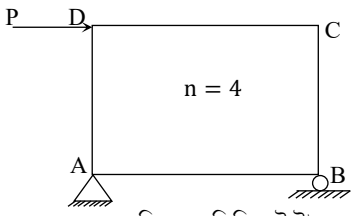
চিত্র ঃ ইম্পারফেক্ট ট্রাস ($n < n_p$) চিত্র ঃ ইম্পারফেক্ট ট্রাস ($n > n_p$)

ট্রাসের বা ফ্রেমের মেম্বার সংখ্যা পারফেক্ট ট্রাসের মেম্বার সংখ্যার কম বা বেশি হলে তাকে ইম্পারফেক্ট ট্রাস বা ফ্রেম বলে। অর্থাৎ ট্রাসের মেম্বার সংখ্যা, $n = 2j - 3$ সমীকরণ হতে প্রাপ্ত মেম্বার সংখ্যার বেশি বা কম হলে ইম্পারফেক্ট ট্রাস বা ফ্রেম বলে।

***** ৮ ।ডেফিসিয়েন্ট (Deficient) এবং রিডানডেন্ট (Redundant) ফ্রেম বলতে কী বুঝায়?**

বাকাশিবো- ২০০১, ০৭, ১২'পরি, ১৫'পরি, ১৭'পরি, ১৮'পরি

উত্তরঃ

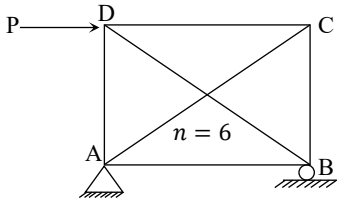


$n_p = 4 \times 2 - 3 = 5$

চিত্র ঃ ডেফিসিয়েন্ট ট্রাস

ডেফিসিয়েন্ট ঃ ডেফিসিয়েন্ট মানে অভাব বা কম। অর্থাৎ যে ট্রাসের মেম্বার সংখ্যা পারফেক্ট বা পূর্ণাঙ্গ ট্রাসের মেম্বার সংখ্যার $(n = 2j - 3)$ চেয়ে কম তাকে ডেফিসিয়েন্ট (Deficient) ট্রাস বলে।

রিডানডেন্ট ঃ রিডানডেন্ট মানে অপ্রয়োজনীয় বা অতিরিক্ত। অর্থাৎ যে ট্রাসের মেম্বার সংখ্যা পারফেক্ট বা পূর্ণাঙ্গ ট্রাসের মেম্বার সংখ্যার $(n = 2j - 3)$ চেয়ে বেশি, তাকে রিডানডেন্ট (Redundant) ফ্রেম বলে।



$n_p = 2j - 3$

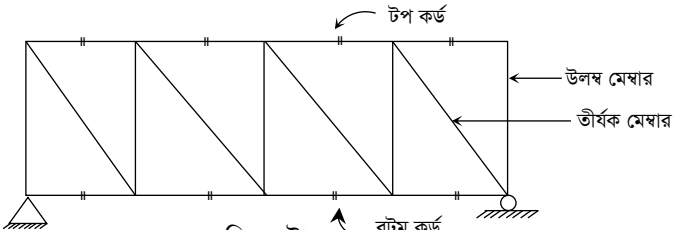
$n_p = 2 \times 4 - 3 = 5$

চিত্র ঃ রিডানডেন্ট ট্রাস

***** ৯। কর্ড বা কর্ড মেম্বার বলতে কী বুঝায়?**

বাকাশিবো- ২০০৮, ০৯, ১০, ২৩'পরি

উত্তরঃ



চিত্র ঃ ট্রাস

ট্রাসের পরিসীমা বরাবর মেম্বারগুলোকে কর্ড বা কর্ড মেম্বার বলে। উপরের কর্ডকে টপ কর্ড বলে, যা সাধারণত চাপা বল বহন করে এবং নিচের কর্ডকে বটম কর্ড বলে, যা সাধারণত টানা বল বহন করে।

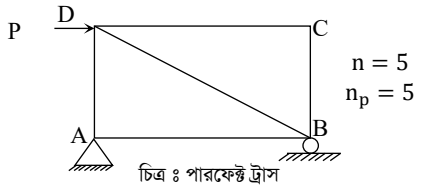
SOS সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

*** ১। পূর্ণাঙ্গ (Perfect) এবং অপূর্ণাঙ্গ (Imperfect) ট্রাস বলতে কী বুঝায়? অথবা স্ট্যাটিক্যালি ডিটারমিনেট ও স্ট্যাটিক্যালি ইনডিটারমিনেট ট্রাস বলতে কী বুঝায়?**

বাকাশিবো- ২০২০

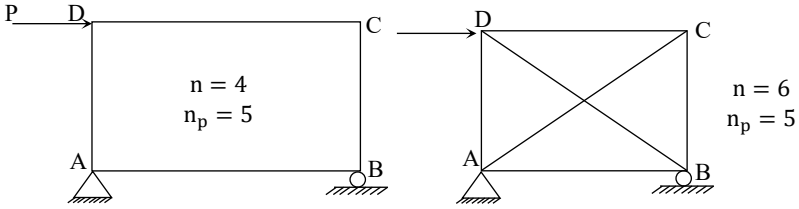
উত্তরঃ প্রয়োজনীয় সংখ্যক মেম্বারের সমন্বয়ে গঠিত যে ট্রাস লোড প্রয়োগে কোনো বিচ্যুতি না হয়ে বা আকৃতির পরিবর্তন ছাড়াই ট্রাস ফ্রেমটি সাম্যাবস্থায় থাকে এবং সাম্যাবস্থার সূত্রের সাহায্যে মেম্বারগুলোর বল নির্ণয় করা যায়, তাকে পারফেক্ট বা পূর্ণাঙ্গ বা ডিটারমিনেট ট্রাস বলে। ডিটারমিনেট

বা পারফেক্ট ট্রাসের মেম্বার সংখ্যা, $n = 2j - 3$ [যেখানে, n = মেম্বার সংখ্যা, j = জয়েন্ট সংখ্যা]।



চিত্র ঃ পারফেক্ট ট্রাস

ট্রাসের বা ফ্রেমের মেম্বার সংখ্যা পারফেক্ট ট্রাসের মেম্বার সংখ্যার কম বা বেশি হলে তাকে ইম্পারফেক্ট ট্রাস বা ইনডিটারমিনেট ফ্রেম বলে। অর্থাৎ ট্রাসের মেম্বার সংখ্যা, $n = 2j - 3$ সমীকরণ হতে প্রাপ্ত মেম্বার সংখ্যার বেশি বা কম হলে ইম্পারফেক্ট ট্রাস বা ফ্রেম বলে।



চিত্র ঃ ইম্পারফেক্ট ট্রাস ($n < n_p$) চিত্র ঃ ইম্পারফেক্ট ট্রাস ($n > n_p$)

*** ২। দালানের ছাদ নির্মাণে ব্যবহৃত ট্রাসগুলোর নাম লেখ।** বাকাশিবো- ২০১৭

উত্তরঃ নিম্নলিখিত ট্রাসগুলো দালানের ছাদ নির্মাণে বা ছাউনির সাপোর্টের জন্য ব্যবহৃত হয়।

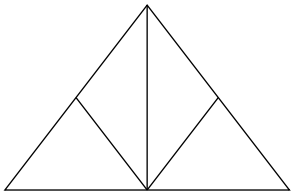
i) কিং পোস্ট ট্রাস (King Post Truss)
ii) কুইন পোস্ট ট্রাস (Queen Post Truss)
iii) প্রাট ট্রাস (Pratt Truss)
iv) হো–ট্রাস (Howe Truss)
v) ওয়ারেন ট্রাস (Warren Truss)
vi) বো স্ট্রিং ট্রাস (Bow String Truss)

vii) ক্রিসেন্ট ট্রাস (Crescent Truss)

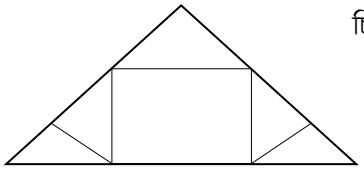
viii) ফিংক ট্রাস (Fink Truss) ইত্যাদি।

*** ৩। বিভিন্ন প্রকার রুফ ট্রাসের চিত্র অঙ্কন কর।** বাকাশিবো- ২০০৮

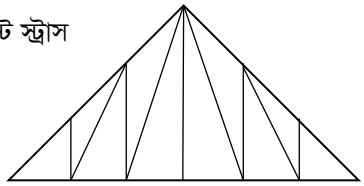
উত্তরঃ নিম্নে বিভিন্ন প্রকারের রুফ ট্রাসের চিত্র দেওয়া হলো ঃ



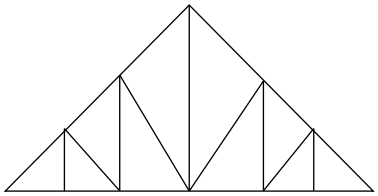
চিত্র ঃ (a) কিং পোস্ট স্ট্রাস



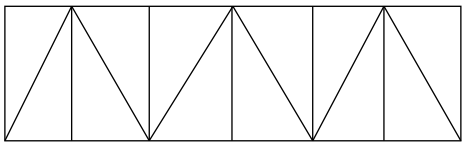
চিত্র ঃ (b) কুইন পোস্ট ট্রাস



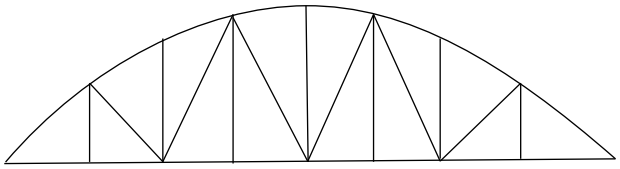
চিত্র ঃ (c) প্রাট ট্রাস



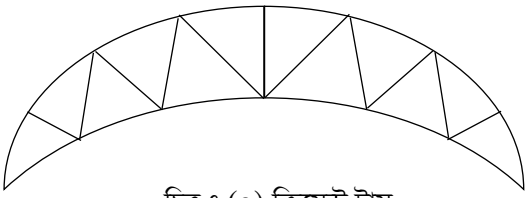
চিত্র ঃ (d) হো- ট্রাস



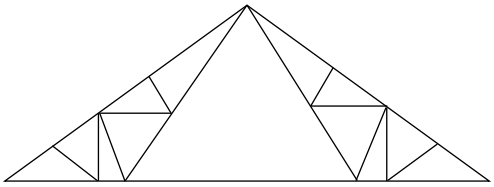
চিত্র ঃ (e) ওয়ারেন ট্রাস



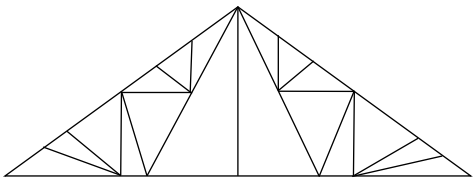
চিত্র ঃ (f) বো-স্ট্রিং- ট্রাস



চিত্র ঃ (g) ক্রিসেন্ট ট্রাস



চিত্র ঃ (h) ফিংক- ট্রাস



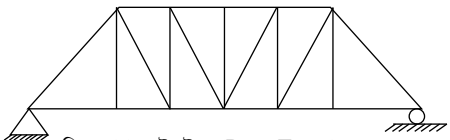
চিত্র ঃ (i) ফ্যান ফিংক- ট্রাস

চিত্র ঃ বিভিন্ন প্রকার রুফ ট্রাস

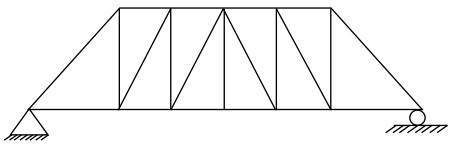
* ৪। বিভিন্ন প্রকার ব্রিজ ট্রাস (Bridge Truss) এর চিত্র অঙ্কন কর।

বাকাশিবো- ২০০৯'পরি

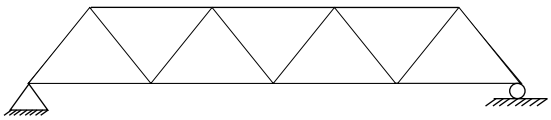
উত্তরঃ নিম্নে বিভিন্ন প্রকার ব্রীজ ট্রাসের চিত্র অঙ্কন করা হলো ঃ



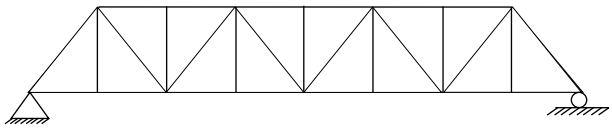
চিত্র ঃ (a) প্রাট- ট্রাস (Pratt Truss)



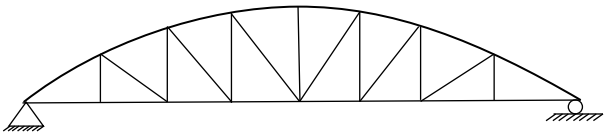
চিত্র ঃ (b) হো- ট্রাস (Howe Truss)



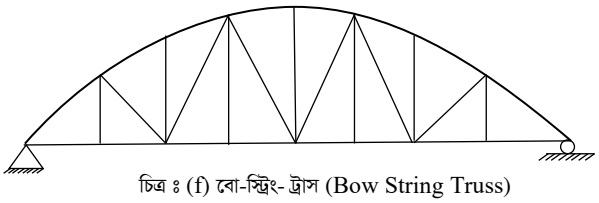
চিত্র ঃ (c) ওয়ারেন- ট্রাস (Warren Truss)



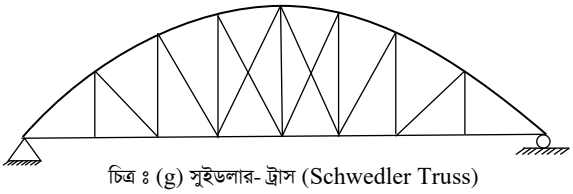
চিত্র ঃ (d) ওয়ারেন উইথ ভার্টিক্যালস



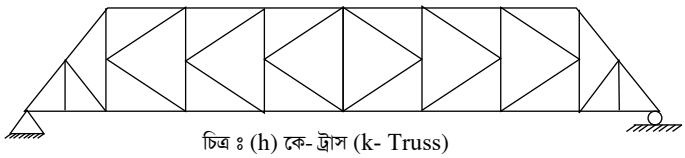
চিত্র ঃ (e) পার্কার- ট্রাস (Parker Truss)



চিত্র ঃ (f) বো-স্ট্রিং- ট্রাস (Bow String Truss)



চিত্র ঃ (g) সুইডলার- ট্রাস (Schwedler Truss)



চিত্র ঃ (h) কে- ট্রাস (k- Truss)

***** ৫। ট্রাস মেম্বারের বল নির্ণয়ের মৌলিক ধারণাগুলো লেখ।**

বাকাশিবো- ২০০৫, ১০, ১০'পরি, ১১'পরি, ১৪'পরি, ১৬, ১৬'পরি, ১৭'পরি, ১৮, ১৯' ২৩, ২৪

উত্তরঃ ট্রাসের বিভিন্ন মেম্বারের বল নির্ণয়ের মৌলিক ধারণাসমূহ নিম্নরূপ ঃ

i) ট্রাসের মেম্বারগুলো ঘর্ষণবিহীন পিন বা হিঞ্জ দ্বারা সংযুক্ত হবে।

ii) বহিঃস্থ লোড এবং প্রতিক্রিয়া বলসমূহ কেবল জয়েন্টে ক্রিয়াশীল হবে।

iii) লোড প্রয়োগে মেম্বারের দৈর্ঘ্য হ্রাস-বৃদ্ধি হবে না।

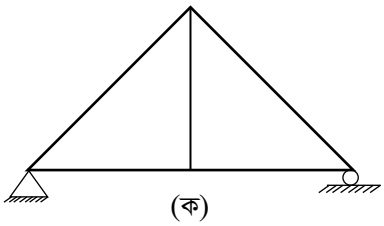
iv) ট্রাসটি পারফেক্ট ট্রাস বা স্ট্যাটিক্যালি ডিটারমিনেট ট্রাস হবে।

v) মেম্বারগুলো অক্ষীয় বল (টানাবল এবং চাপা বল) বহন করবে।

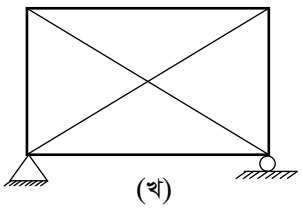
vi) প্রয়োগকৃত ওজনের বা বলের তুলনায় মেম্বারকে ওজনহীন ধরতে হবে।

**** ৬। চিত্রে প্রদত্ত ফ্রেমগুলো পারফেক্ট (পূর্ণাঙ্গ) এবং ইম্পারফেক্ট (অপূর্ণাঙ্গ) নির্ণয় কর।**

বাকাশিবো- ২০০৯, ২০



(ক)



(খ)

উত্তরঃ (ক) আমারা জানি,

পারফেক্ট ট্রাসের মেম্বার সংখ্যা, $n_P = 2j - 3$

$\therefore$ চিত্র 'ক' তে মেম্বার $n = 5$ টি এবং জয়েন্ট, $j = 4$ টি

$\therefore n_P = 2 \times 4 - 3 = 5 \qquad \therefore n = n_p$

$\therefore$ 'ক' ট্রাসটি পারফেক্ট ট্রাস (পূর্ণাঙ্গ ট্রাস)

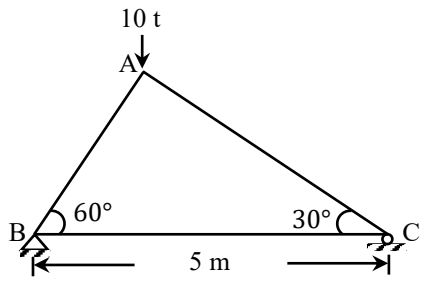
(খ) মেম্বার সংখ্যা, $n = 8$, জয়েন্ট $= 5$ টি

$n_P = 2 \times 5 - 3 = 7 \quad \therefore n > n_P$

∴ 'খ' ট্রাসটি ইম্পারফেক্ট ট্রাস (অপূর্ণাঙ্গ ট্রাস)।

SOS গাণিতিক সমস্যাবলি ঃ

**** ১। চিত্রে প্রদর্শিত ট্রাসটির স্প্যান 5 m । এর শীর্ষবিন্দুতে 10 টন লোড প্রয়োগ করা আছে। ট্রাসটির বিভিন্ন মেম্বারের বলের মান এবং প্রকৃতি নির্ণয় কর।** **WPDCL- ২৩, বাকাশিবো- ২০০৩**



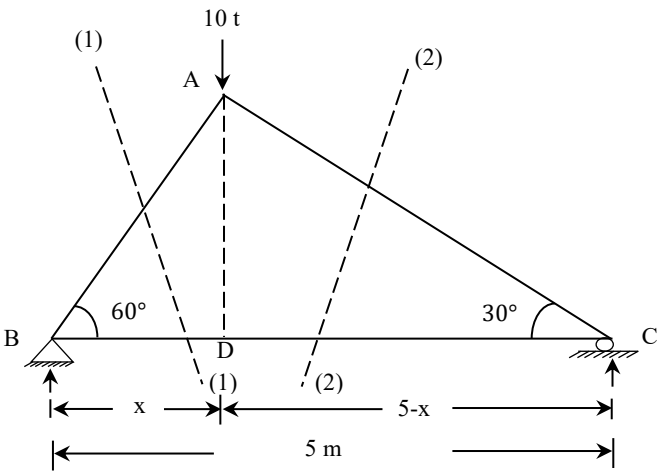
সমাধানঃ

চিত্র হতে, $tan60° = \frac{AD}{x}$

$\therefore AD = x\, tan60°$.....(i)

অনুরূপ, $AD = (5 - x) \tan 30°$.....(ii)

∴ (i) ও (ii) হতে- $x\, tan60° = (5 - x) tan30°$ [সরাসরি ক্যালকুলেটরের সলভ ফাংশনেও করা যায়]



$\Rightarrow x\ tan60° + x\ tan30° = 5tan30°$

$\Rightarrow x = \frac{5tan30°}{tan60°+tan30°}$

$\therefore x = 1.25\ m$

$\therefore AD = 1.25\ tan60°$ [(i) নং হতে]

$= 2.165\ m$

B বিন্দুতে মোমেন্ট নিয়ে-

$\sum M_B = 0(\curvearrowright +ve)$

$10 \times 1.25 - R_C \times 5 = 0$

$\therefore R_C = 2.5\ t\ (\uparrow)$

$\sum V_F = O(\uparrow +)$

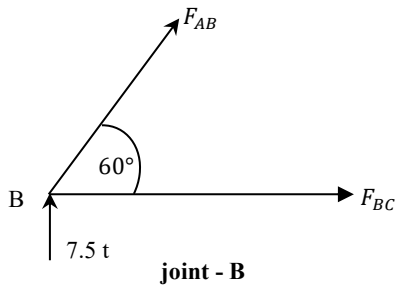
$\Rightarrow V_F = 0(\uparrow +)$

$\therefore R_B = 10 - 2.5 = 7.5\ t(\uparrow)$

মেম্বারগুলোর বল নির্ণয় ঃ

জয়েন্ট পদ্ধতি ঃ

জয়েন্ট B এর জন্য-



$\sum V_F = 0\ (\uparrow + Ve),$

$F_{AB}\ sin60° + 7.5 = 0$

$\therefore F_{AB} = -\frac{7.5}{sin60°}$

$= -8.66\ t = 8.66\ t\ (Compression)$

আবার, $\sum H_F = 0\ (\rightarrow +ve),$

$F_{BC} + F_{AB}\ cos60° = 0$

$F_{BC} + (-8.66)\cos 60° = 0$

$\therefore F_{BC} = 8.66\, cos60° = 4.33\ t\ (Tension)$

জয়েন্ট -C এর জন্য -

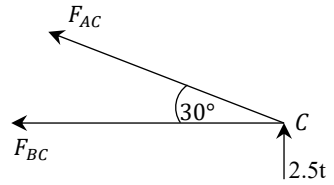
$\sum V_F = 0\ (\uparrow +ve)$

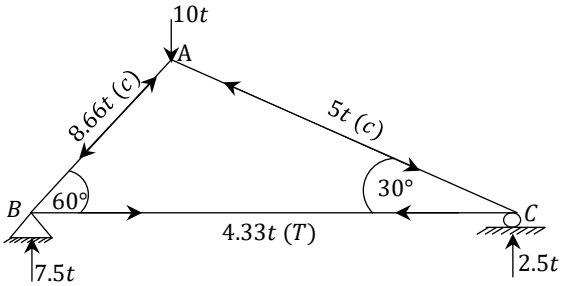
$2.5 + F_{AC}\sin 30° = 0$

$F_{AC} = -\dfrac{2.5}{sin30°}t$

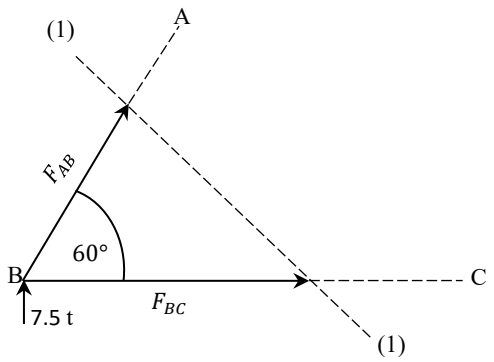
$= -5\ t$

$= 5\ t\ (Compression)$





Note: মেম্বারের বলের মান ধনাত্মক হলে Tension (T), ঋণাত্মক হলে Compression (C) হবে। আর জয়েন্ট হতে বল বের হলে টানাবল (T) এবং জয়েন্টের দিকে বলের দিক হলে চাপা বল (C).



অথবা,

সেকশন পদ্ধতি ঃ

সেকশন (1-1) এর বাম অংশ ভারসাম্য ধরে A বিন্দুতে মোমেন্ট নিয়ে -

$$\sum \boldsymbol{M_A} = \mathbf{0}(\curvearrowright +\boldsymbol{ve})$$

$$7.5 \times x - F_{BC} \times AD = 0$$

$$\Rightarrow F_{BC} = \frac{7.5 \times x}{AD}$$

$$= \frac{7.5 \times 1.25}{2.165}$$

$$= 4.33\ t\ (Tension)$$

আবার, C বিন্দুতে মোমেন্ট নিলে -

$$\sum \boldsymbol{M_C} = \mathbf{0}(\curvearrowright +\boldsymbol{ve})$$

$$7.5 \times 5 + F_{AB}\ sin60° \times 5 = 0$$

$$\therefore F_{AB} = -\frac{7.5 \times 5}{5 \times sin60°} = -8.66\ t$$

$$\therefore F_{AB} = 8.66\ t\ (Compression)$$

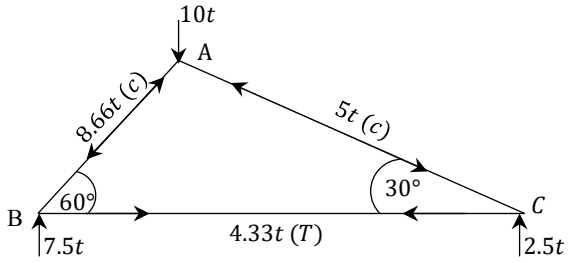
আবার, সেকশন $(2-2)$ এর ডান পার্শ্বকে ভারসাম্য ধরে- B বিন্দুতে মোমেন্ট নিয়ে-

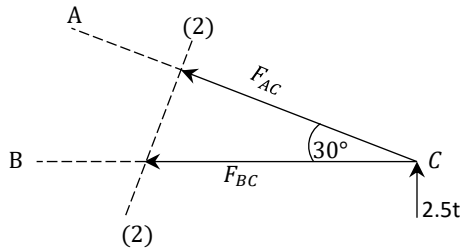
$$\sum \boldsymbol{M_B} = \mathbf{0}(\curvearrowright +\boldsymbol{ve})$$

$$-2.5 \times 5 - F_{AC}\ sin30° \times 5 = 0$$

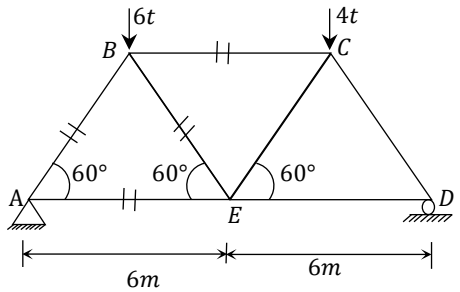
$$\therefore F_{AC} = -\frac{2.5 \times 5}{5 \times sin30°} = -5\ t$$

$$= 5\ t\ (Compression)$$





*** ২। চিত্রে প্রদর্শিত ট্রাসটির AB, BE, AE এবং BC মেম্বারের বলের পরিমাণ ও প্রকৃতি নির্ণয় কর। বাকাশিবো- ২০১২'পরি, ২০, ২১, ২৪, ২৪'পরি



সমাধানঃ প্রদত্ত চিত্র হতে সহজেই বুঝা যায় ট্রাস মেম্বার দ্বারা গঠিত প্রতিটি ত্রিভুজই সমবাহু ত্রিভুজ।

A বিন্দুতে মোমেন্ট নিয়ে-

$$\sum M_A = 0 (\curvearrowright +ve)$$

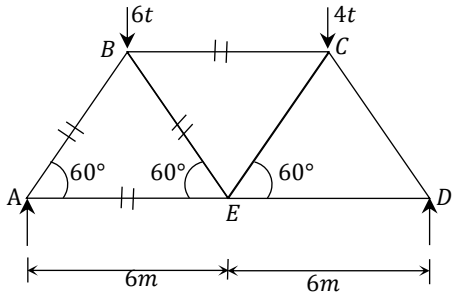
$$6 \times \frac{6}{2} + 4 \times \left(6 + \frac{6}{2}\right) - R_D \times 12 = 0$$

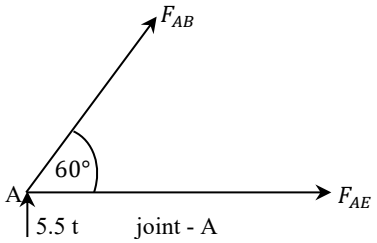
$$tan60° = \frac{h}{3}$$
$$\therefore h = 3 \tan 60°$$
$$= 5.2\ m$$

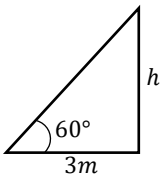
$\therefore R_D = 4.5\ t\ (\uparrow)$

$R_A = (6 + 4) - 4.5$

$\therefore R_A = 5.5\ t\ (\uparrow)$







জয়েন্ট পদ্ধতি ঃ

জয়েন্ট - A এর জন্য-

$\sum V_F = 0(\uparrow +ve)$

$\therefore 5.5 + F_{AB} \times sin60° = 0$

$\Rightarrow F_{AB} = -\dfrac{5.5}{sin60°}$

$= -6.35\ t$

$= \mathbf{6.35\ t\ (C)}$

আবার, $\sum H_F = 0(\rightarrow +ve)$

$\therefore F_{AE} + F_{AB}\ cos60° = 0$

$\Rightarrow F_{AE} + (-6.35) \times \cos 60° = 0$

$\therefore \boldsymbol{F_{AE} = 3.175\ t\ (T)}$

জয়েন্ট -B এর জন্য -

$$\sum \boldsymbol{V_F} = \mathbf{0}(\uparrow +\boldsymbol{ve})$$

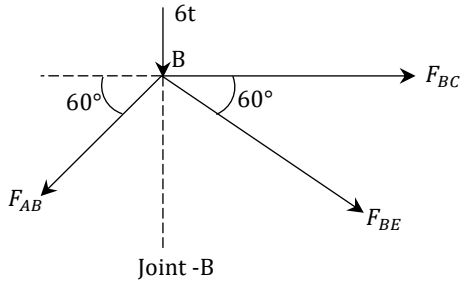
$$-6 - F_{AB}\ sin60° - F_{BE}\ sin60° = 0$$

$$\Rightarrow\ -6 - (-6.35) \times sin60° - F_{BE}\ sin60° = 0$$

$$\Rightarrow F_{BE}\ sin60° = -0.5$$

$$\therefore F_{BE} = -\frac{0.5}{sin60°} = -\ 0.58\ t$$

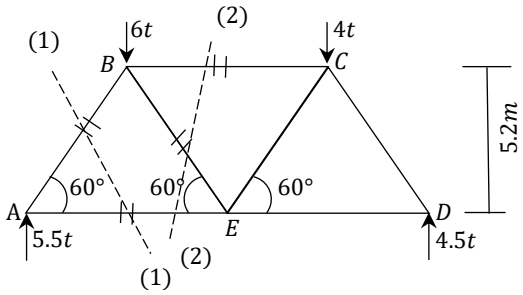
$$\therefore \boldsymbol{F_{BE}} = \mathbf{0.58}\ \boldsymbol{t}\ (\boldsymbol{C})$$

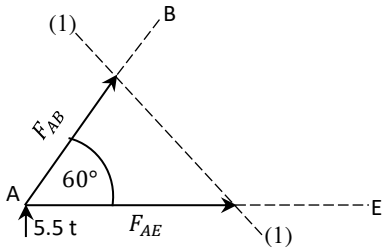


আবার, $\sum \boldsymbol{H_F} = \mathbf{0}, (\rightarrow +\boldsymbol{ve})$

$$F_{BC} + F_{BE}\ cos60° - F_{AB}\ cos60° = 0$$

$$\Rightarrow F_{BC} + (-0.58) \times cos60° - (-6.35) \times cos60° = 0$$





$\Rightarrow F_{BC} - 0.29 + 3.175 = 0$

$\therefore \boldsymbol{F_{BC} = -2.885\ t\ (C)}$

$\therefore \boldsymbol{F_{AB} = 6.35\ t\ (C), F_{BE} = 0.58\ t\ (C), F_{AE} = 3.175\ t\ (T)}$

$\boldsymbol{F_{BC} = 2.885\ t\ (C)\ \ (Ans)}$

অথবা,

সেকশন পদ্ধতি ঃ

সেকশন (1-1) এর বামের অংশ বিবেচনা করে

$\sum \boldsymbol{V_F = 0\ (\uparrow + ve)}$

$5.5 + F_{AB}\ sin60° = 0$

$\therefore F_{AB} = -\dfrac{5.5}{sin60°}$

$= -6.35\ t$

$\therefore \boldsymbol{F_{AB} = 6.35\ t\ (C)}$

আবার,

$\sum \boldsymbol{H_F = 0(\rightarrow +ve)}$

$F_{AE} - F_{AB}\ cos60° = 0$

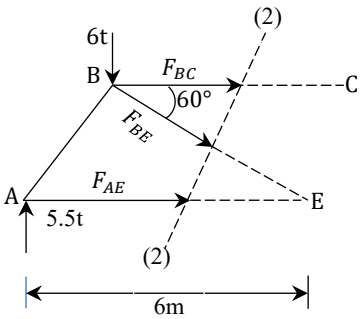
$F_{AE} = -F_{AB}\ cos60°$

$= -(-6.35) \times cos60°$

$\therefore \boldsymbol{F_{AE} = 3.175\ t\ (T)}$

সেকশন (2-2) এর বামের অংশ বিবেচনা করে-

E বিন্দুতে মোমেন্ট নিয়ে,



$\sum M_E = 0, (\curvearrowright +ve)$

$5.5 \times 6 - 6 \times \dfrac{6}{2} + F_{BC} \times 5.2 = 0$

$\therefore F_{BC} = -2.885\ t$

$\therefore \boldsymbol{F_{BC} = 2.885\ t\ (C)}$

$\sum \boldsymbol{V_F = 0\ (\uparrow +ve)}$

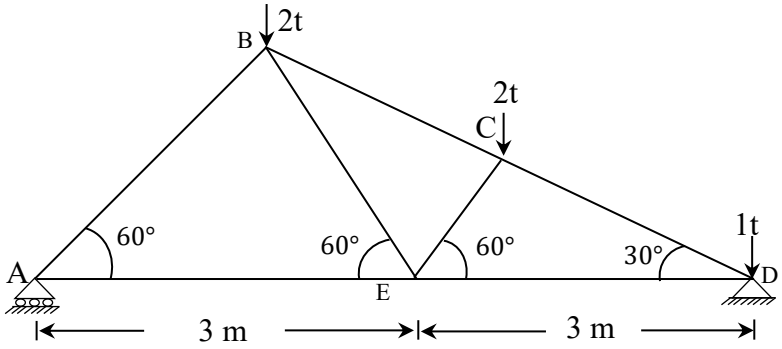
$5.5 - 6 - F_{BE} \sin 60° = 0$

$\Rightarrow F_{BE} = -0.58\ t$

$\therefore \boldsymbol{F_{BE} = 0.58\ t\ (C)}$

$\therefore$ বলসমূহ, $F_{AB} = 6.35\ t\ (C), F_{BE} = 0.58\ t\ (C), F_{AE} = 3.175\ t\ (T), F_{BC} = 2.88\ t\ (C)$ **(Ans.)**

**** ৩। চিত্রে ভারবাহী ট্রাসটির মেম্বারগুলোর বলের মান ও প্রকৃতি নির্ণয় কর।** বাকাশিবো- ২০০৯



সমাধানঃ ABE সমবাহু ত্রিভুজ

$\therefore AF = EF = \frac{3}{2} = 1.5m$

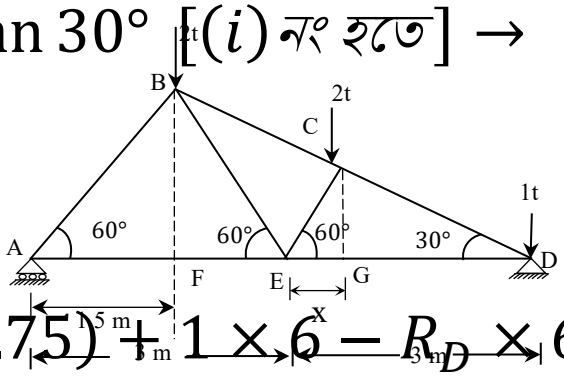
এখানে CDE ত্রিভুজের ক্ষেত্রে, $\tan 60° = \frac{CG}{EG} = \frac{CG}{x}$

$\therefore CG = x\ tan60°$.....(i)

আবার, $tan30° = \frac{CG}{3-x}$

$\therefore CG = (3 - x)tan30°$

$\Rightarrow x \tan 60° = (3-x) \tan 30°$ [(i) নং হতে] → (সল্ভ ফাংশনের মাধ্যমে)



$\therefore x = 0.75\ m$

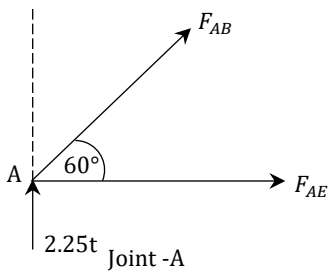
$\therefore \sum \boldsymbol{M_A = 0} (\curvearrowright +\boldsymbol{ve})$

$2 \times 1.5 + 2 \times (3 + 0.75) + 1 \times 6 - R_D \times 6 = 0$

$\therefore R_D = 2.75\ t\ (\uparrow)$

$R_A = 2 + 2 + 1 - 2.75 = 2.25\ t\ (\uparrow)$

জয়েন্ট পদ্ধতি



জয়েন্ট A এর জন্য

$\sum V_F = 0\ (\uparrow +ve),$

$2.25 + F_{AB}\ sin60° = 0$

$\Rightarrow F_{AB} = -\dfrac{2.25}{sin60°}$

$\therefore F_{AB} = -2.6\ t$

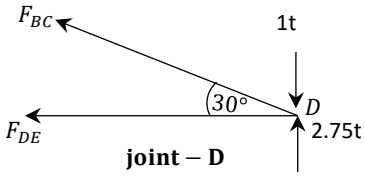
$\therefore \boldsymbol{F_{AB} = 2.6\ t\ (C)}$

আবার, $\sum H_F = 0 (\rightarrow +ve)$

$\Rightarrow F_{AE} + F_{AB}\ cos60° = 0$

$\Rightarrow F_{AE} = -F_{AB} cos60°$

$= -(2.6) cos60°$



$\therefore \boldsymbol{F_{AE} = 1.3\ t\ (T)}$

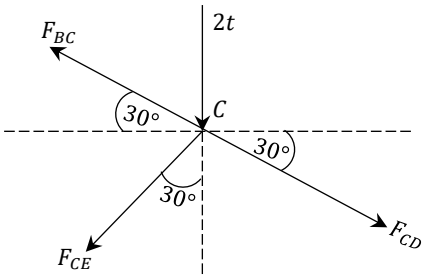
জয়েন্ট D এর জন্য

$\sum \boldsymbol{V_F = 0(\uparrow +ve)}$

$\Rightarrow 2.75 + F_{CD}\ sin30° = 0$

$\therefore F_{CD} = -3.5\ t$

$\therefore \boldsymbol{F_{CD} = 3.5\ t\ (C)}$



আবার, $\sum \boldsymbol{H_F = 0\ (\rightarrow +ve)}$

$-F_{DE} - F_{CD} \cos 30° = 0$

$\Rightarrow F_{DE} = -F_{CD}\ cos30°$

$\Rightarrow F_{DE} = -(-3.5)cos30°$

$\therefore \boldsymbol{F_{DE} = 3.03\ t\ (T)}$

জয়েন্ট C এর জন্য

(প্রথম চিত্রটিকে (মূল চিত্র) 30°(↺) ঘুরালে দ্বিতীয় চিত্রটি পাওয়া যাবে, এতে বল হিসেব করতে সহজ হবে। সাম্যাবস্থায় এটা করা যায়।)

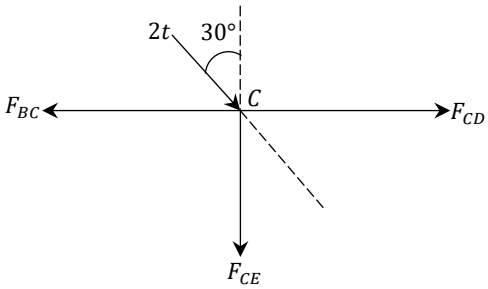
$\sum \boldsymbol{F_V = 0(\uparrow +ve)}$

$-2\ cos30° - F_{CE} = 0$

$\therefore F_{CE} = -2cos30°$

$= -1.732\ t$

$\therefore \boldsymbol{F_{CE} = 1.732\ t\ (C)}$

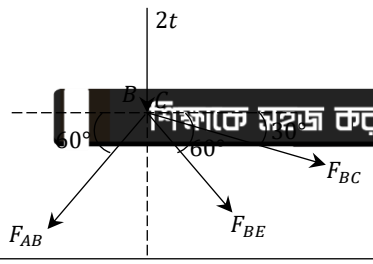


Joint- C

$\sum \boldsymbol{H_F = 0(\rightarrow +ve)}$

$F_{CD} + 2\ sin30° - F_{BC} = 0$

Joint – C এর পরিবর্তে B নিলে ফ্রি বডি ডায়াগ্রাম হবে নিম্নরূপ-



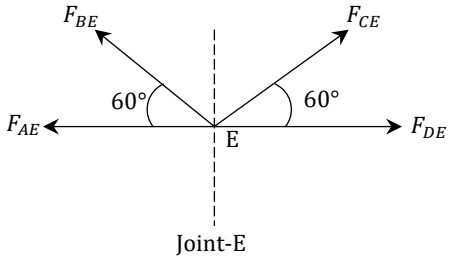
$\Rightarrow F_{BC} = F_{CD} + 2\ sin30°$

$= -3.5 + 2\ sin30°$

$= -2.5\ t$

$\therefore \boldsymbol{F_{BC} = 2.5\ t\ (C)}$

জয়েন্ট E এর জন্য



$\sum \boldsymbol{V_F = 0(\uparrow +ve)}$

$F_{BE} sin60° + F_{CE} sin60° = 0$

$\Rightarrow F_{BE} = \dfrac{-F_{CE}\ sin60°}{sin60°}$

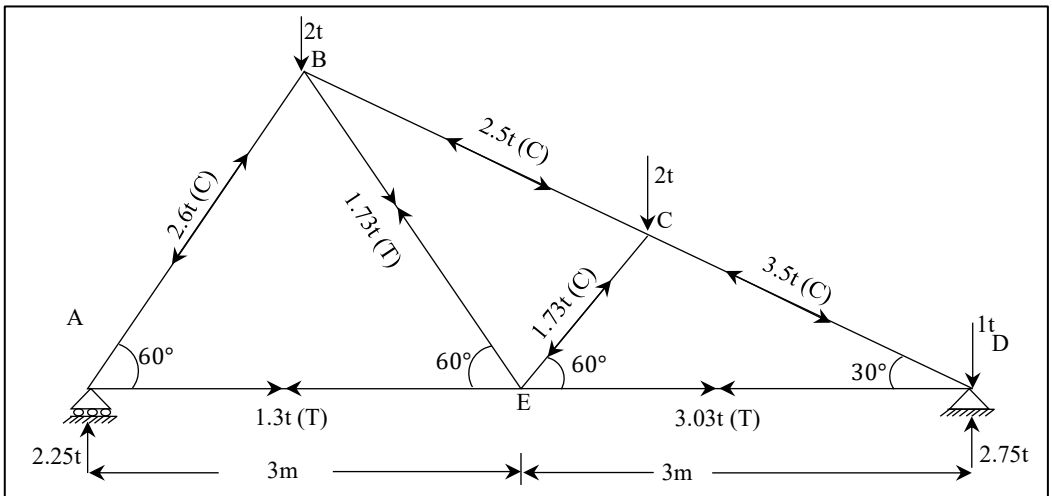
$\Rightarrow F_{BE} = -F_{CE} = -(-1.73)$

$\therefore \boldsymbol{F_{BE} = 1.73\ t\ (T)}$

$\therefore$ **মেম্বারের বলসমূহ ঃ** $F_{AB} = 2.6t\ (C)$, $F_{BC} = 2.5t\ (C), F_{CD} = 3.5t\ (C), F_{BE} = 1.73t\ (T), F_{CE} = 1.73t\ (C)$,

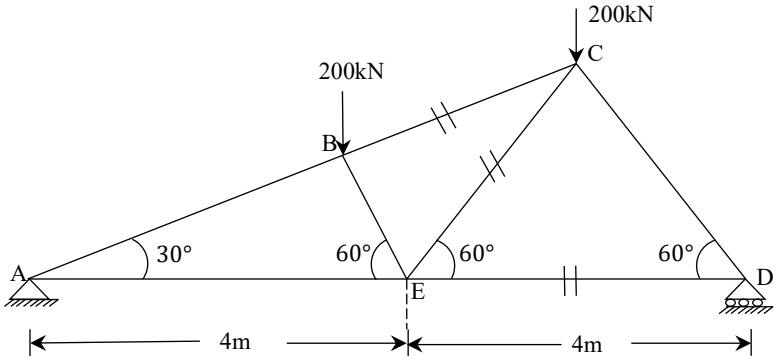
$F_{AE} = 1.3t\ (T)$ এবং $F_{DE} = 3.03t\ (T)$ **(Ans.)**

অতিরিক্ত (বুঝার জন্য)

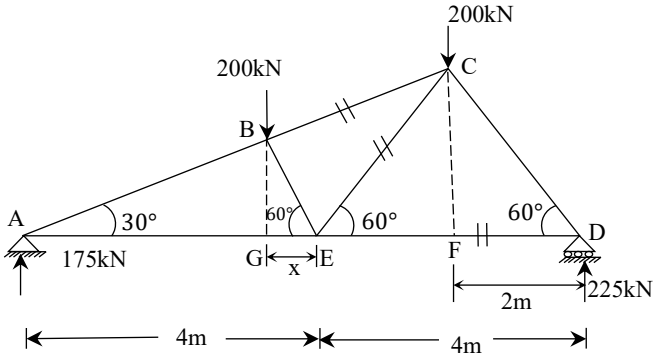


চিত্র ঃ ট্রাসের বিভিন্ন মেম্বারের ক্রিয়ারত বলের প্রকৃতি।

*** ৪। নিম্নের চিত্রে প্রদর্শিত ট্রাসটির BC, CE ও DE মেম্বারের বলের পরিমাণ ও প্রকৃতি নির্ণয় কর।** বাকাশিবো- ২০০৯



সমাধানঃ



চিত্র হতে, $tan60° = \frac{BG}{x}$

$\therefore BG = x\, tan60°$.....(i)

আবার, $tan30° = \frac{BG}{(4-x)}$

$\therefore BG = (4-x)tan30°$

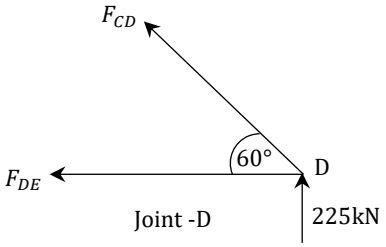
$\Rightarrow x\, tan60° = (4-x)\tan 30°$ (i) হতে (সল্ভ ফাংশন ব্যবহার)

$\therefore x = 1\, m$

$\sum M_A = (\curvearrowright +ve)$

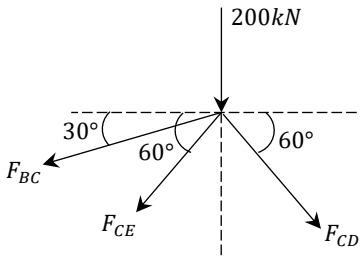
$$200 \times (4-1) + 200 \times (4+2) - R_D \times 8 = 0$$
$$\therefore R_D = 225\ KN(\uparrow)$$
$$R_A = 200 + 200 - 225 = 175\ KN(\uparrow)$$

জয়েন্ট D এর জন্য -



$$\sum V_F = 0(\uparrow +ve)$$
$$225 + F_{CD}\ sin60° = 0$$
$$\therefore F_{CD} = -259.81\ KN\ (C)$$

$$\sum \boldsymbol{H_F} = \mathbf{0}(\rightarrow +\boldsymbol{ve})$$
$$-F_{DE} - F_{CD}cos60° = 0$$
$$\Rightarrow F_{DE} = -F_{CD}cos60°$$
$$= -(-259.81)cos60°$$
$$\therefore F_{DE} = 129.90\ KN\ (T)$$



জয়েন্ট C এর জন্য -

$$\sum \boldsymbol{V_F} = \mathbf{0}(\uparrow +\boldsymbol{ve})$$
$$-200 - F_{BC}sin30° - F_{CE}\ sin60° - F_{CD}sin60° = 0$$
$$\Rightarrow F_{BC}sin30° + F_{CE}sin60° = -200 - F_{CD}\ sin60°$$
$$\Rightarrow F_{BC}sin30° + F_{CE}sin60° = -200 - (-259.81) \times sin60°$$
$$\therefore F_{BC}\ sin30° + F_{CE}\ sin60° = 25\ .....(ii)$$

$\sum \boldsymbol{H_F} = \mathbf{0}(\rightarrow +\boldsymbol{ve})$

$F_{CD}\ cos60° - F_{BC}cos30° - F_{CE}cos60° = 0$

$\Rightarrow F_{BC}cos30° + F_{CE}cos60° = F_{CD}cos60°$

$= (-259.81) \times cos60°$

$\Rightarrow F_{BC}cos30° + F_{CE}cos60° = -129.91$ .....(iii)

$\therefore F_{BC} = -250\ KN = 250\ KN\ (C)$

এবং $F_{CE} = 173.21\ KN\ (T)$

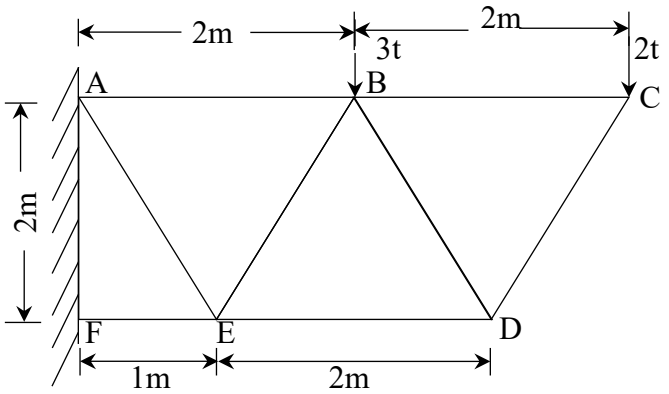
$\therefore F_{BC} = 250\ KN\ , F_{CE} = 173.21\ KN(T), F_{DE} = 129.90\ KN\ (T)$ **(Ans.)**

(ii) ও (iii) নং সমীকরণ সমাধান করে পাই।

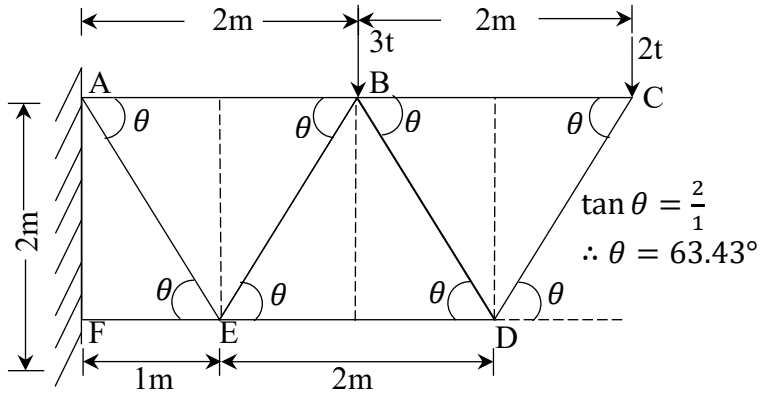
[$ax + by = c_1$এবং $a_2x + b_2y = c_2$]

*****৫। চিত্রে প্রদত্ত ট্রাসটির মেম্বারগুলোর বল নির্ণয় কর।**

BPSC- ১৮, বাকাশিবো- ২০১৭'পরি

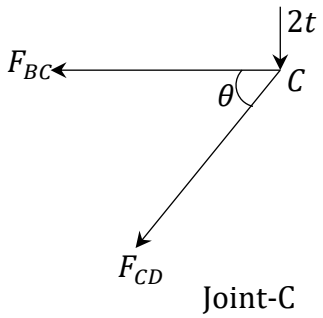


সমাধানঃ



ট্রাসটি আবদ্ধ (Fixed) সাপোর্টের সাথে আছে। তাই এ ক্ষেত্রে সাপোর্টে $\sum M \neq 0$, তাই সাপোর্ট প্রতিক্রিয়া বল বের করা যাবে না বা বের করার প্রয়োজনও নেই। এ ধরনের অঙ্ক সমাধানের ক্ষেত্রে খেয়াল করতে হবে যে সকল মেম্বারের বল নির্ণয় করতে বলা হয়েছে তা কোন জয়েন্ট আগে বিবেচনা করলে সহজে বের করা যাবে এবং সেই জয়েন্ট হতে প্রাপ্ত মেম্বারের বলকে অন্য জয়েন্টের মেম্বারের বল নির্ণয়ে ব্যবহার করা যায় যাতে কোনো জয়েন্টে দুইটার (২টি) বেশি অজানা বল না থাকে। $\sum V_F$ ও $\sum H_F$ হিসেব করার সময় দেখতে হবে কোনটায় একটি অজানা বল আসে, সেটি আগে করতে হবে।

জয়েন্ট C - এর জন্য,



$$\sum \boldsymbol{V_F} = \mathbf{0}(\uparrow +\boldsymbol{ve})$$

$$-2 - F_{CD} sin\theta = 0$$

$$\Rightarrow F_{CD} = \frac{-2}{sin\theta}$$

$$= -\frac{2}{sin63.43°} \quad [\theta = 63.43°]$$

$$= -2.24t$$

$$\therefore \boldsymbol{F_{CD} = 2.24t\ (C)}$$

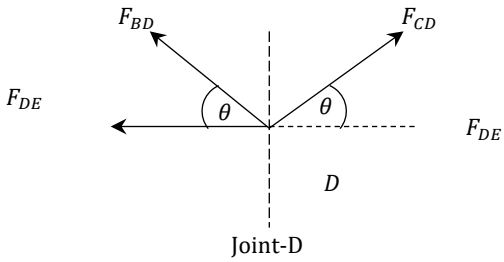
আবার, $\sum \boldsymbol{H_F} = \mathbf{0}(\rightarrow +\boldsymbol{ve})$

$-F_{BC} - F_{CD}\cos\theta = 0$

$\Rightarrow F_{BC} = -F_{CD}\cos\theta$

$\Rightarrow F_{BC} = -(-2.24)cos63.43°$

$\therefore F_{BC} = 1t\ (T)$



জয়েন্ট D - এর জন্য,

$\sum \boldsymbol{V_F} = \mathbf{0}(\uparrow +\boldsymbol{ve})$

$F_{BD}sin\theta + F_{CD}sin\theta = 0$

$\Rightarrow F_{BD}sin\theta = -F_{CD}sin\theta$

$\Rightarrow F_{BD} = -F_{CD}$

$= -(-2.24)$

$\therefore \boldsymbol{F_{BD} = 2.24\ t\ (T)}$

আবার, $\sum \boldsymbol{H_F} = \mathbf{0}(\rightarrow +\boldsymbol{ve})$

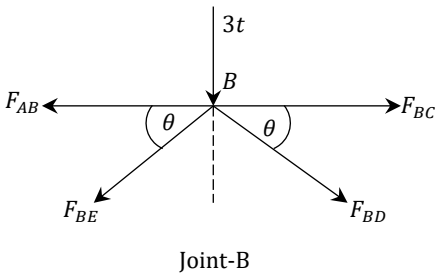
$F_{CD}cos\theta - F_{BD}cos\theta - F_{DE} = 0$

$\Rightarrow F_{DE} = F_{CD}cos\theta - F_{BD}cos\theta$

$= (-2.24)cos63.43° - 2.24\ cos63.43°$

$\therefore F_{DE} = -2t$

$\therefore \boldsymbol{F_{DE} = 2t\ (C)}$



জয়েন্ট B - এর জন্য,

সলভ ফাইল ব্যবহার করুন

$\sum \boldsymbol{V_F} = (\uparrow +\boldsymbol{ve})$

$-3 - F_{BE}sin\theta - F_{BD}sin\theta = 0$

$\Rightarrow -3 - F_{BE}sin63.43° - (2.24) \times sin63.43° = 0$

$\therefore F_{BE} = -5.59t$

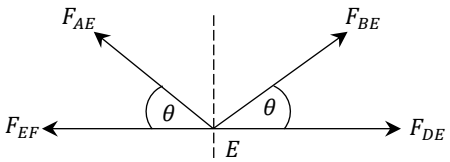
$\therefore \boldsymbol{F_{BE} = 5.59\ t\ (C)}$

আবার, $\sum \boldsymbol{H_F} = \boldsymbol{0}(\rightarrow +\boldsymbol{ve})$

$F_{BC} + F_{BD}cos\theta - F_{AB} - F_{BE}cos\theta = 0$

$\Rightarrow 1 + 2.24cos63.43° - F_{AB} - (-5.59) \times \cos 63.43° = 0$

$\therefore \boldsymbol{F_{AB} = 4.50t\ (T)}$



Joint-E

জয়েন্ট E - এর জন্য,

আবার, $\sum \boldsymbol{H_F} = \boldsymbol{0}(\rightarrow +\boldsymbol{ve})$

$F_{DE} + F_{BE}cos\theta - F_{EF} - F_{AE}\cos\theta = 0$

$\Rightarrow -2 + (-5.59)cos63.43° - F_{EF} - 5.59cos63.43°$

$\therefore F_{EF} = -7\ t$

$\therefore \boldsymbol{F_{EF} = 7t\ (C)}$

$\sum \boldsymbol{V_F} = \boldsymbol{0}(\uparrow +\boldsymbol{ve})$

$F_{AE}sin\theta + F_{BE}sin\theta = 0$

$\Rightarrow F_{AE}sin\theta = -F_{BE}\sin\theta$

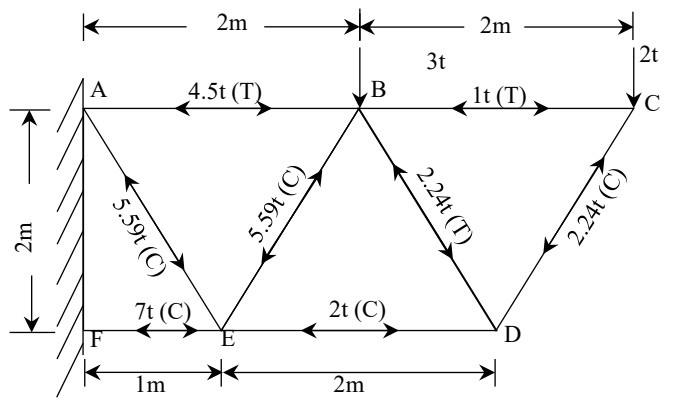
$\Rightarrow F_{AE} = -F_{BE} = -(-5.59)$

$\therefore \boldsymbol{F_{AE} = 5.59t\ (T)}$

$\therefore$ মেম্বারের বলসমূহ ঃ $F_{CE} = 2.24t\ (C), F_{BC} = 1\ t\ (T), F_{BD} = 2.24t\ (T), F_{DE} = 2t\ (C), F_{BE} = 5.59t\ (C),$

$F_{AB} = 4.50\ t\ (T), F_{AE} = 5.59t\ (T), F_{EF} = 7\ t\ (3)$ **(Ans.)**

অতিরিক্ত



চিত্র ঃ ট্রাসের মেম্বারে ক্রিয়ারত বলের প্রকৃতি।