বিষয়ঃ স্ট্রাকচারাল মেকানিক্স
বিষয় কোডঃ ২৬৪৩১

৩য় পর্ব সিভিল টেকনোলজি, ২০২২ প্রবিধান

উপস্থাপনায়

সাবিনা শাহনাজ
ইন্সট্রাক্টর স্টেপ(সিভিল)
ময়মনসিংহ পলিটেকনিক ইনস্টিটিউট

মোঃ আরিফ
খন্ডকালীন শিক্ষক(সিভিল)
ময়মনসিংহ পলিটেকনিক ইনস্টিটিউট

অধ্যায়-১ ঃ পদার্থের যান্ত্রিক গুণাগুণ

আলোচ্য বিষয়সমূহ

- ❖ পদার্থের যান্ত্রিক ধর্ম
- ❖ পীড়ন-বিকৃতি
- ❖ পীড়ন-বিকৃতি ডায়াগ্রাম
- ❖ কতিপয় সংজ্ঞা ঃ সমানুপাতিক সীমা, স্থিতিস্থাপক সীমা, নতি বা সর্বোচ্চ বিন্দু, কার্যকরী পীড়ন, অনুমোদিত পীড়ন
- ❖ পীড়ন-বিকৃতি সম্পর্কিত সমস্যার সমাধান
- ❖ যৌগিক দন্ডের পীড়ন

পীড়ন (Stress)

- ❖ প্রতি একক ক্ষেত্রফলের উপর যে পরিমান প্রতিক্রিয়া বল ক্রিয়া করে তাকে পীড়ন বলে।
- ❖ এককথায়, পীড়ন = বল/ক্ষেত্রফল
- ❖ পীড়নকে s দ্বারা প্রকাশ করা হয় এবং এর একক kg/ cm^2
- ❖ প্রকারভেদ ঃ পীড়ন তিন প্রকার

➢ টান বা প্রসারন পীড়ন

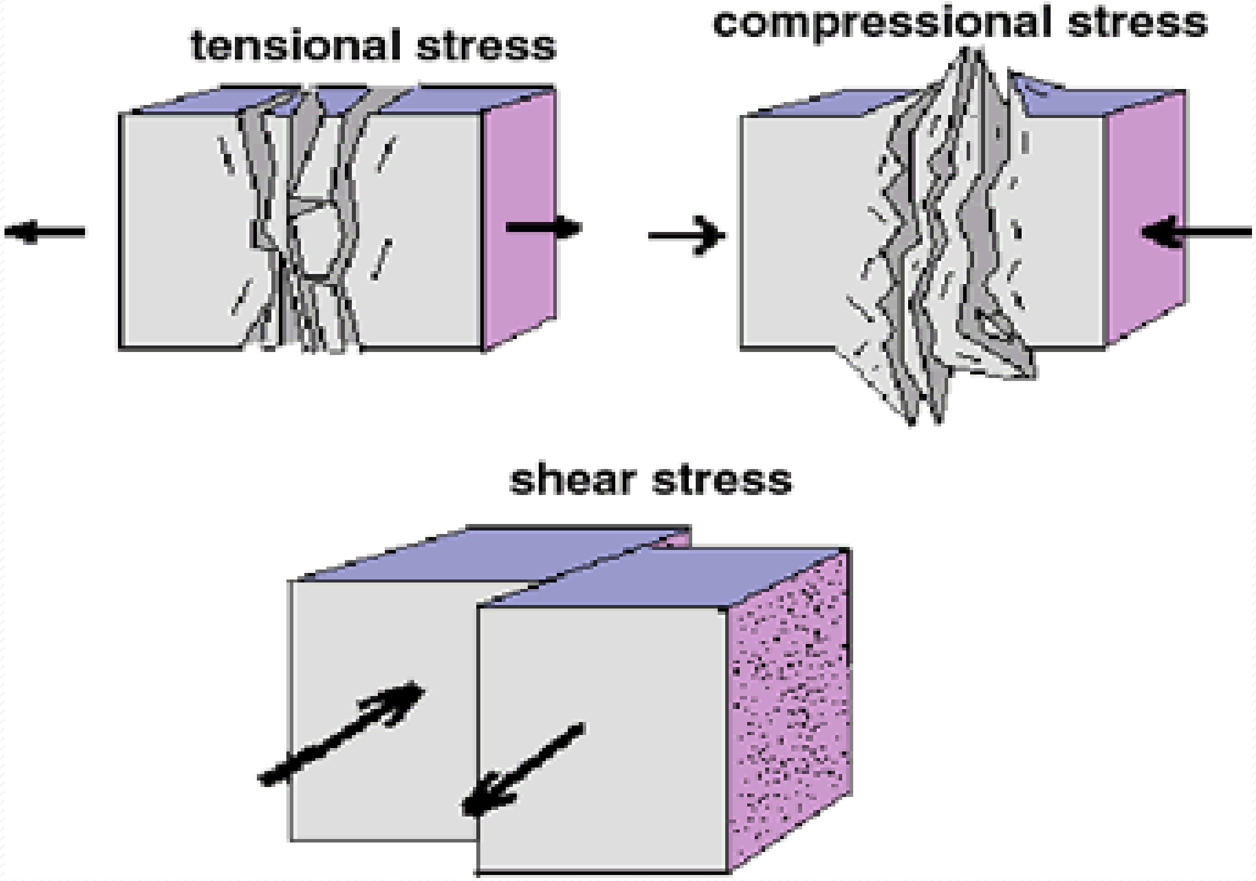
➢ চাপ বা সংকোচন পীড়ন

➢ শিয়ার পীড়ন

পীড়ন (Stress)

- **টান পীড়ন (Tensional Stress)** ঃ টানা বলের কারনে একক ক্ষেত্রফলের উপর যে পীড়নের সৃষ্টি হয় তাকে টান পীড়ন বলে। টান পীড়নকে s_t দ্বারা প্রকাশ করা হয়।
- **চাপ পীড়ন (Compressional Stress)** ঃ চাপা বলের কারনে একক ক্ষেত্রফলের উপর যে পীড়নের সৃষ্টি হয় তাকে চাপ পীড়ন বলে। চাপ পীড়নকে s_c দ্বারা প্রকাশ করা হয়।
- **শেয়ার পীড়ন (Shearing Stress)** ঃ কোন বস্তুর উপর দুটি সমান ও বিপরীতমুখী বল স্পর্শক অবস্থায় ক্রিয়াকরে বস্তুর অভ্যন্তরে একক ক্ষেত্রফলের উপর যে প্রতিক্রিয়া বলের সৃষ্টি করে তাকে শেয়ার পীড়ন বলে। শেয়ার পীড়নকে s_s দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

পীড়ন (Stress)

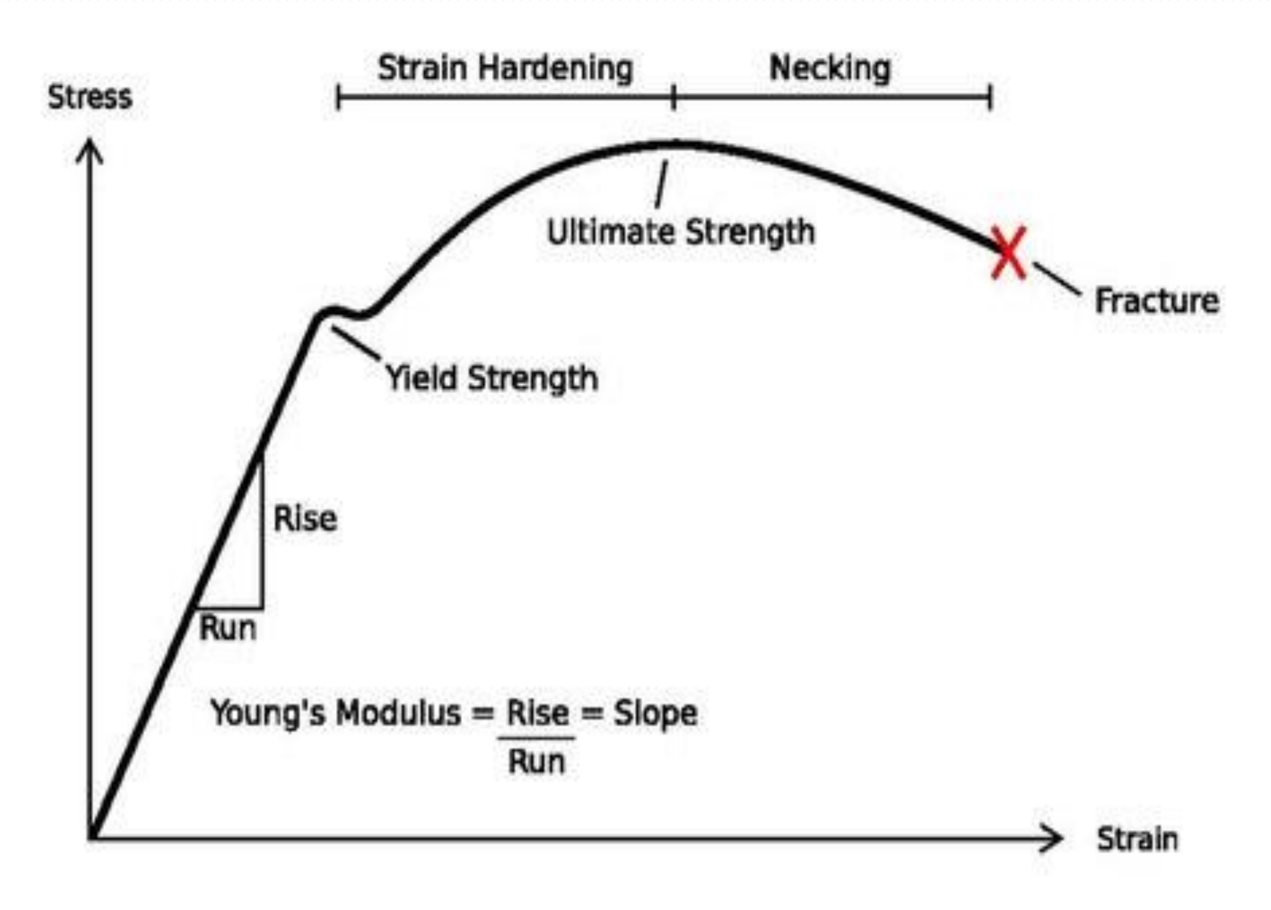


বিকৃতি (Strain)

- ❖ কোন বস্তুর আকৃতির একক পরিবর্তনকে বিকৃতি বলে।
- ❖ প্রকারভেদ ঃ বিকৃতি তিন প্রকার
  - ➢ টান বিকৃতি
  - ➢ চাপ বিকৃতি
  - ➢ শেয়ার বিকৃতি

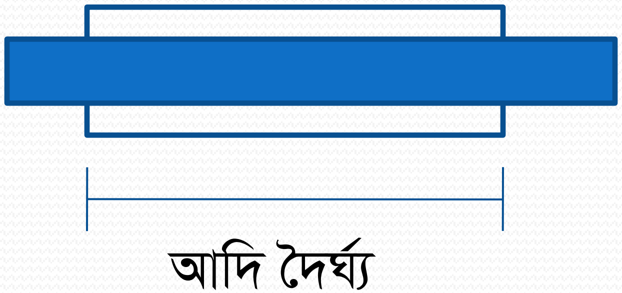
- হুকের সুত্র ঃ স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে কোন পদার্থের পীড়ন তার বিকৃতির সমানুপাতিক।
- স্থিতিস্থাপক গুনাঙ্ক বা মডুলাস অব ইলাস্টিসিটি ঃ পীড়ন ও বিকৃতির অনুপাত একটি ধ্রুব সংখ্যা। এই ধ্রুবককেই স্থিতিস্থাপক গুনাঙ্ক বলে।
- স্থিতিস্থাপক সীমা ঃ যে সর্বোচ্চ লোড প্রয়োগ করলে বস্তুটি পূর্বের অবস্থায় ফিরে আসে, সেই সর্বোচ্চ লোড দ্বারা সৃষ্টি হওয়া পীড়নকে স্থিতিস্থাপক সীমা বলে।
- সমানুপাতিক সীমা ঃ যে সর্বোচ্চ সীমা পর্যন্ত পীড়ন ও বিকৃতি পরস্পর সমানুপাতিক হয়, সেই সীমাকে সমানুপাতিক সীমা বলে।
- নতি বা সর্বোচ্চ বিন্দু ঃ যদি পীড়নের মান বৃদ্ধি ছাড়াই বিকৃতি ঘটে, সে পীড়নকে নতি বিন্দু বা ইল্ড পয়েন্ট বলে।

স্টিলের পীড়ন- বিকৃতির ডায়াগ্রাম



❖ নিরাপদ সহগ ঃ কোন পদার্থের অনুমোদিত পীড়ন ও সর্বোচ্চ পীড়নের অনুপাতকে নিরাপদ সহগ বলে।

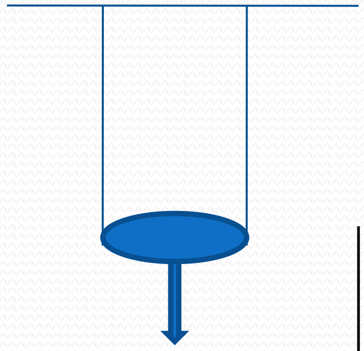
❖ দৈর্ঘ্য বিকৃতি ও পার্শ্ব বিকৃতি ঃ দৈর্ঘ্য পরিবর্তন ও আদি দৈর্ঘ্যের অনুপাতকে দৈর্ঘ্য বিকৃতি এবং পার্শ্ব মাপের পরিবর্তন ও আদি পার্শ্ব মাপের অনুপাতকে পার্শ্ব বিকৃতি বলে।



❖ পয়শনের অনুপাত ঃ স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে কোন বস্তুর পার্শ্ব বিকৃতি ও দৈর্ঘ্য বিকৃতির অনুপাত একটি ধ্রুব সংখ্যা। একে পয়শনের অনুপাত বলে।

পীড়ন-বিকৃতি সম্পর্কিত সমস্যাবলি

❖ উদাহরণ-১। খাড়াভাবে ঝুলানো 5 cm ব্যাস বিশিষ্ট ইস্পাত দন্ড 2000 kg ওজন বহন করলে এতে পীড়নের মান কত হবে? এটি কি ধরনের পীড়ন?



আমরা জানি,

$$S = \frac{P}{A}$$

$$\Rightarrow S = \frac{2000}{19.63}$$

$$S = 101.88 \text{ kg/cm}^2$$

এটি টান পীড়ন

দেওয়া আছে,

$P = 2000$ kg

$d = 5$ cm

$A = \pi \times d^2/4$

$= \pi \times 5^2/4$

$= 19.63 \text{ cm}^2$

পীড়ন-বিকৃতি সম্পর্কিত সমস্যাবলি

❖ উদাহরণ-২। ইস্পাতের সর্বোচ্চ শিয়ার পীড়ন 3000 কেজি/ সেমি² হলে10 মিমি. পুরু ইস্পাতের পাতে 20 মিমি. ব্যাসের পাঞ্চের সাহায্যে ছিদ্র করতে কী পরিমাণ বল লাগবে? পাঞ্চের উপর চাপা পীড়ন কত হবে?

দেওয়া আছে,

$S_S = 3000\ kg/cm^2$

$t = 10mm = 1cm$

$d = 20mm = 2cm$

$P = ?$

$S_C = ?$

$A = \pi \times d \times t$

$= \pi \times 2 \times 1$

$= 6.28\ cm^2$

আমরা জানি,

$$S_S = \frac{P}{A}$$

$\Rightarrow P = S_S \times A$

$\Rightarrow P = 3000 \times 6.28$

$P = 18840\ kg$

আবার, পাঞ্চের মুখের ক্ষেত্রফল, $A = \pi \times d^2/4$

$= 3.14\ cm^2$

$$S_C = \frac{P}{A} = \frac{18840}{3.14}$$

$= 6000\ kg/cm^2$

পীড়ন-বিকৃতি সম্পর্কিত সমস্যাবলি

- স্থিতিস্থাপক গুনাঙ্ক বা মডুলাস অব ইলাস্টিসিটি কে E দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

$$E = \frac{\frac{P}{A}}{\frac{\Delta}{L}} = \frac{PL}{A\Delta}$$

$$\Delta = \frac{PL}{AE}$$

এখানে,

Δ = পরিবর্তিত দৈর্ঘ্য

P = বল

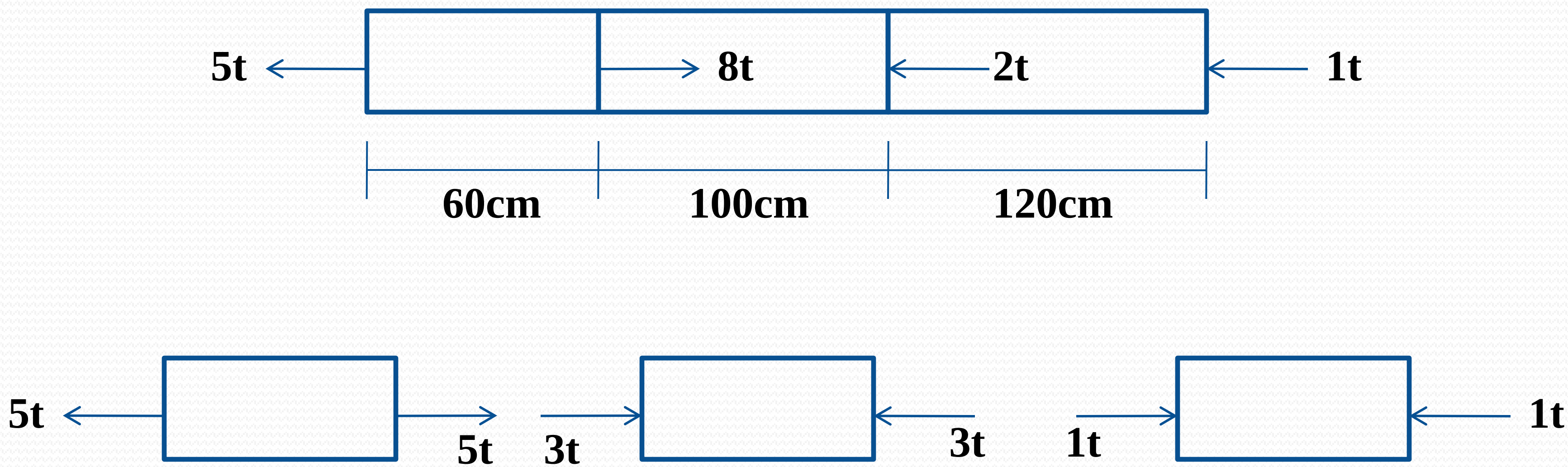
L = আদি দৈর্ঘ্য

A= ক্ষেত্রফল

E= স্থিতিস্থাপক গুনাঙ্ক

পীড়ন-বিকৃতি সম্পর্কিত সমস্যাবলি

❖ উদাহরণ-৩। চিত্রের দন্ডটির মোট বিকৃতির পরিমান নির্ণয় কর। দন্ডটির ক্ষেত্রফল 10 cm^2 এবং স্থিতিস্থাপক গুনাঙ্ক $E = 0.8\times10^3$ ton/cm^2.



পীড়ন-বিকৃতি সম্পর্কিত সমস্যাবলি

মোট বিকৃতি, $\Delta = \frac{P_1L_1}{AE} - \frac{P_2L_2}{AE} - \frac{P_3L_3}{AE}$

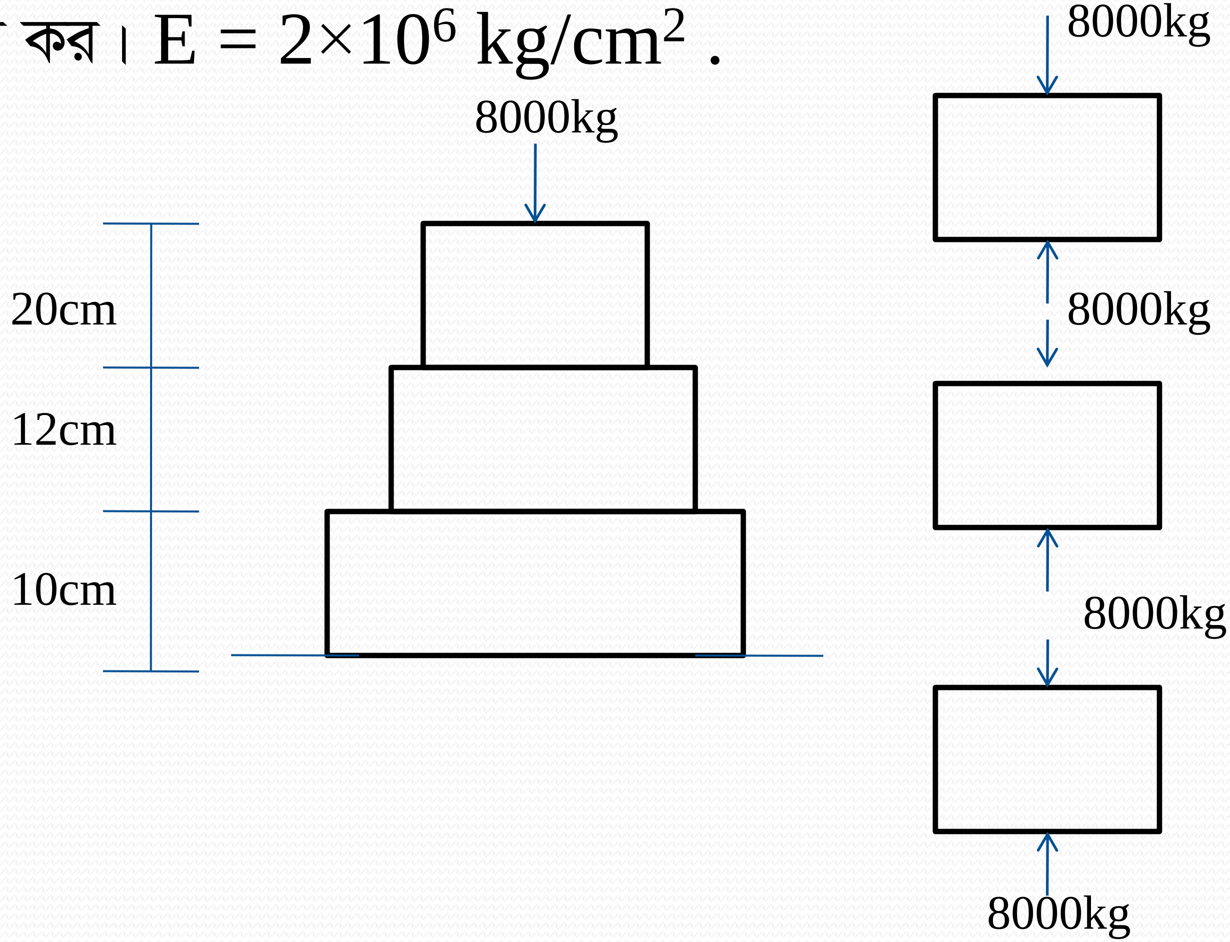
$$= \frac{1}{AE}(P_1L_1 - P_2L_2 - P_3L_3)$$

$$= \frac{1}{10\times 0.8\times 10^3}(5\times 60-3\times 100-1\times 120)$$

= - 0.015 cm [(-)Ve চিহ্ন নির্দেশ করে দৈর্ঘ্য কমবে]

পীড়ন-বিকৃতি সম্পর্কিত সমস্যাবলি

❖ উদাহরণ-৪। চিত্রে প্রদর্শিত 2cm, 4cm ও 8cm ব্যাসের একটি খাড়া দন্ডের উপর 8000kg চাপা বল প্রয়োগ করলে মোট দৈর্ঘ্য হ্রাসের পরিমান নির্ণয় কর। $E = 2\times10^6\ kg/cm^2$.



পীড়ন-বিকৃতি সম্পর্কিত সমস্যাবলি

মোট বিকৃতি, $\Delta = -\frac{PL_1}{A_1E} - \frac{PL_2}{A_2E} - \frac{PL_3}{A_3E}$

$$= \frac{P}{E}\left[-\frac{L_1}{A_1} - \frac{L_2}{A_2} - \frac{L_3}{A_3}\right]$$

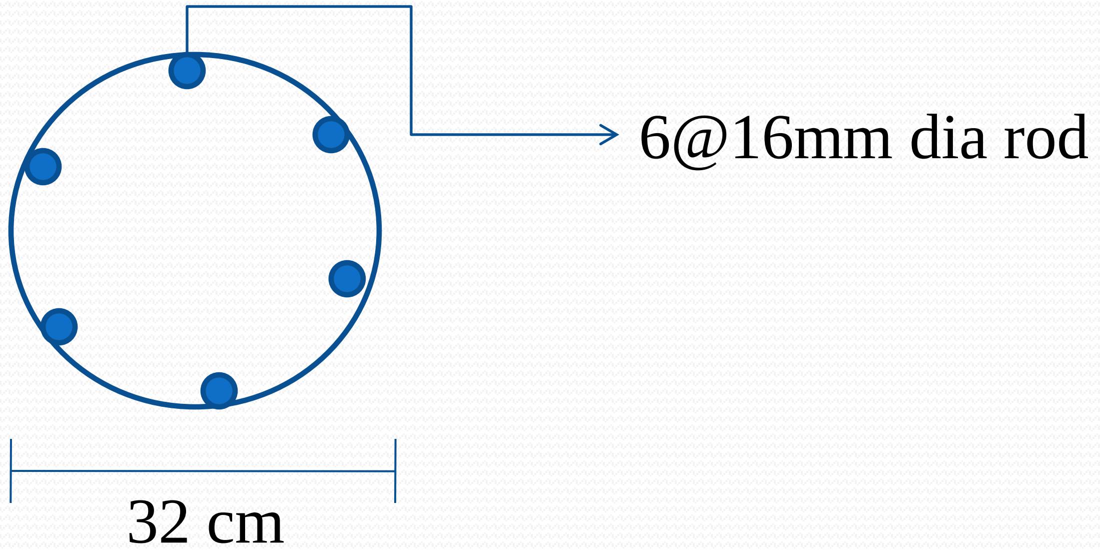
$$= -\frac{8000}{2\times10^6}\left[\frac{20}{\frac{\pi}{4}\times d_1^2} + \frac{12}{\frac{\pi}{4}\times d_2^2} + \frac{10}{\frac{\pi}{4}\times d_3^2}\right]$$

$$= -\frac{8000\times4}{2\times10^6\times\pi}\left(\frac{20}{2^2} + \frac{12}{4^2} + \frac{10}{8^2}\right)$$

= - 0.030 cm [(-)Ve চিহ্ন নির্দেশ করে দৈর্ঘ্য কমবে]

যৌগিক দন্ডের পীড়ন সম্পর্কিত সমস্যাবলি

❖ উদাহরণ-৫। একটি বৃত্তাকার R.C.C কলামের ব্যাস 32cm এবং কলামের ভেতর 6 টি 16mm ব্যাসের স্টিল রড আছে। কলামটির উপর P লোড প্রয়োগ করলে কংক্রিটে 66 kg/cm^2 পীড়ন উৎপন্ন হয়। স্টিল রডে উৎপন্ন পীড়নের পরিমান এবং আরোপিত লোড P এর মান নির্ণয় কর, যখন $E_S = 2\times10^6$ kg/cm^2 ও $E_c = 1.3\times10^5$ kg/cm^2



যৌগিক দন্ডের পীড়ন সম্পর্কিত সমস্যাবলি

আমরা জানি,

কংক্রিট এবং স্টিলের বিকৃতি সমান হলে,

$$\frac{S_S}{S_C} = \frac{E_S}{E_C}$$

$$\frac{S_S}{66} = \frac{2\times10^6}{1.3\times10^5}$$

$S_S = 1015.38 \text{ kg/cm}^2$

দেওয়া আছে,

$S_C = 66 \text{ kg/cm}^2$

$E_S = 2\times10^6 \text{ kg/cm}^2$

$E_c = 1.3\times10^5 \text{ kg/cm}^2$

$A_g = \pi\times32^2/ 4 = 804.25 \text{ cm}^2$

$A_S = 6\times\pi\times1.6^2/4 = 12.06 \text{ cm}^2$

$A_C = 804.25-12.06$

$= 792.19 \text{ cm}^2$

$S_S = ?$

$P = ?$

আবার, $P = P_S + P_C$

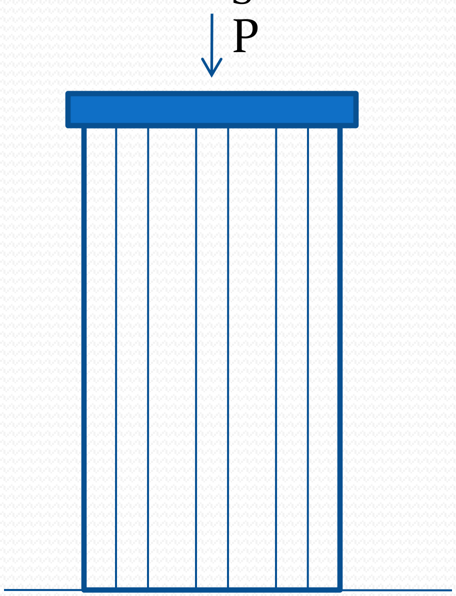
$= S_S \times A_S + S_C \times A_C$

$= 1015.38\times12.06 + 66\times792.19$

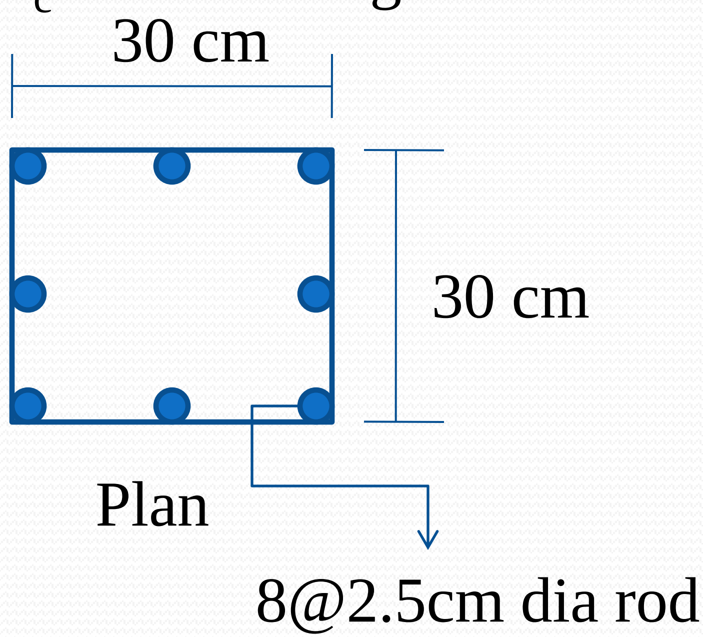
$= 64530.02 \text{ kg}$

যৌগিক দন্ডের পীড়ন সম্পর্কিত সমস্যাবলি

❖ উদাহরণ-৬। 30cm বর্গাকার একটি কংক্রিট কলামে চিত্রানুযায়ী 8 টি 2.5cm ব্যাসের স্টিল রড আছে। কলামটির উপর P লোড প্রয়োগ করলে কংক্রিটে 52.5 kg/cm^2 পীড়ন উৎপন্ন হয়। স্টিল রডে উৎপন্ন পীড়নের পরিমান এবং আরোপিত লোড P এর মান নির্ণয় কর। কভার প্লেটটি কংক্রিট এবং ইস্পাত দন্ডের উপর বসানো আছে, যার উপর P লোড প্রয়োগ করা হয়েছে। যখন $E_S = 2\times10^6$ kg/cm^2 ও $E_c = 1.4\times10^5$ kg/cm^2



Elevation



Plan

যৌগিক দণ্ডের পীড়ন সম্পর্কিত সমস্যাবলি

দেওয়া আছে,

$S_C = 52.5\ kg/cm^2$

$E_S = 2\times10^6\ kg/cm^2$

$E_c = 1.4\times10^5\ kg/cm^2$

$A_g = 30\times30 = 900\ cm^2$

$A_S = 8\times\pi\times2.5^2/4 = 39.27\ cm^2$

$A_C = 900-39.27$

$= 860.73\ cm^2$

$S_S = ?$

$P = ?$

আমরা জানি,

কংক্রিট এবং স্টিলের বিকৃতি সমান হলে,

$$\frac{S_S}{S_C} = \frac{E_S}{E_C}$$

$$\frac{S_S}{52.5} = \frac{2\times10^6}{1.4\times10^5}$$

$$S_S = 750\ kg/cm^2$$

আবার, $P = P_S + P_C$

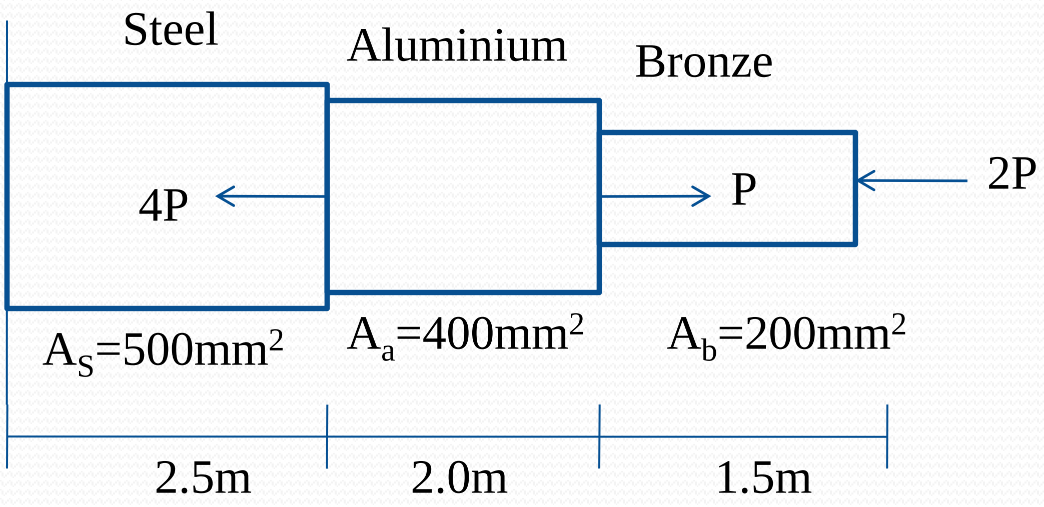
$= S_S \times A_S + S_C \times A_C$

$= 750\times39.27 + 52.5\times860.73$

$= 74640.825\ kg$

বাড়ির কাজ

- প্রশ্ন-১ ঃ পীড়ন ও বিকৃতি বলতে কী বুঝ?
- প্রশ্ন-২ ঃ হুকের সূত্রটি নোটেশন সহ লিখ।
- প্রশ্ন-৩ ঃ পয়শনের অনুপাত বলতে কী বুঝ?
- প্রশ্ন-৪ ঃ নমনীয় স্টিলের পীড়ন-বিকৃতি ডায়াগ্রাম অঙ্কন করে বিভিন্ন অংশ দেখাও।
- প্রশ্ন-৫ ঃ ২cm ব্যাসের একটি ধাতব দন্ডের প্রান্তে 4200kg লোড ঝুলিয়ে দেওয়া হলে দন্ডটিতে কত পীড়ন উৎপন্ন হবে?
- প্রশ্ন-৬ ঃ চিত্র হতে P এর সর্বোচ্চ মান নির্ণয় কর, যখন স্টিল 150MPa, অ্যালুমিনিয়াম 90MPa, এবং ব্রোঞ্জ এ 110MPa এর বেশি পীড়ন নিতে পারে না।



অধ্যায়-২ ঃ বলের সূত্র (Laws of Force)

আজকের আলোচ্য বিষয়সমূহ

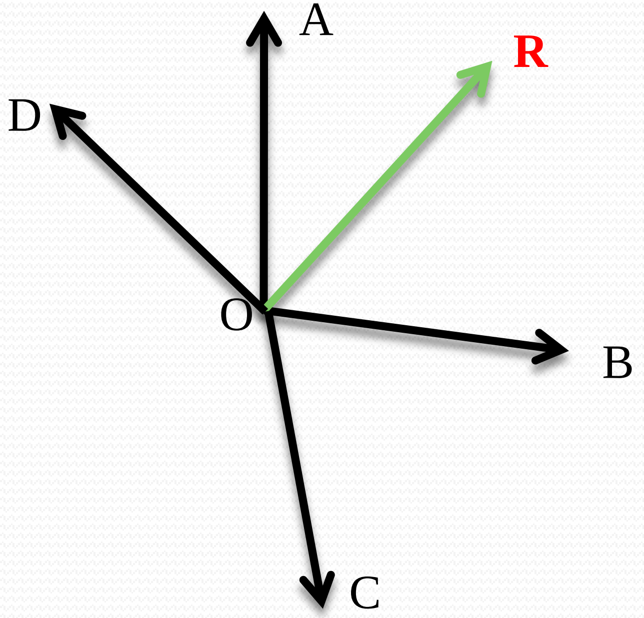
- ❖বল
- ❖লব্ধি বল এবং উপাংশ বল
- ❖বলের ত্রিভুজ সূত্র
- ❖বলের সামান্তরিক সূত্র
- ❖বলের সামান্তরিক সূত্রের প্রতিপাদন
- ❖বলের সামান্তরিক সূত্র সম্পর্কিত সমস্যাবলির সমাধান

বল (Force)

- যা স্থির বস্তুর উপর ক্রিয়া করে তাকে গতিশীল করে বা করতে চায় এবং কোন গতিশীল বস্তুর উপর ক্রিয়া করে তাকে স্থির করে বা করতে চায় তাকে বল বলে।
- বলের একক নিউটন (N) এবং বল একটি ভেক্টর রাশি।
- ভেক্টর রাশি ঃ যে সকল রাশিকে সম্পূর্ণরুপে প্রকাশ করার জন্য মান ও দিক উভয়েরই প্রয়োজন হয়, তাকে ভেক্টর রাশি বলে।

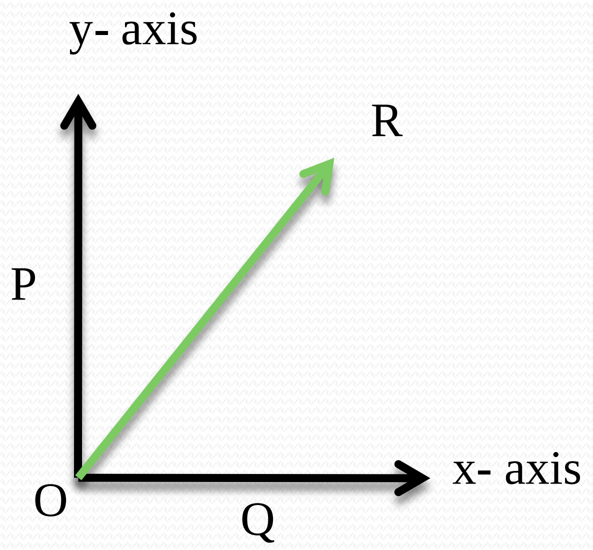
লব্ধি বল (Resultant Force)

❖ দুই বা ততোধিক বল যদি একই সময়ে একটি স্থির বস্তুর উপর ক্রিয়াশীল হয় এবং যদি এমন একটি বল নির্ণয় করা যায়, যার ক্রিয়াফল ঐ বস্তুর উপর নির্দিষ্ট বলগুলির মিলিত ক্রিয়াফলের সমান, তাহলে ঐ একক বলকে দুই বা ততোধিক বলের লব্ধি বল বলে।



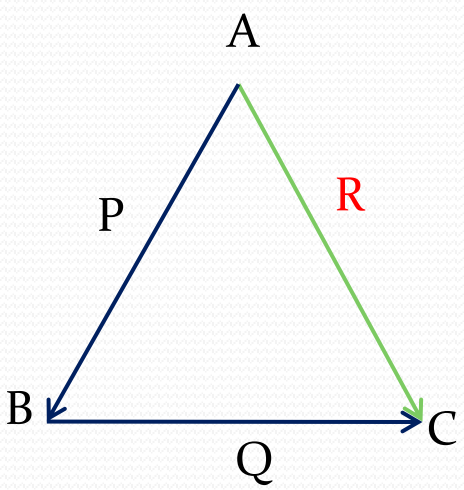
উপাংশ বল (Component Force)

❖ কোন বিন্দুতে ক্রিয়ারত কোন বলকে পরষ্পর সমকোনে অবস্থিত দুটি অক্ষে বিভক্ত করলে তাদের প্রত্যেককে উপাংশ বল (Component Force) বলে।



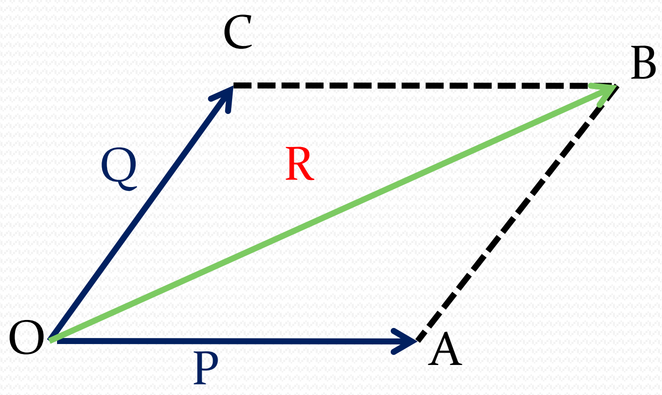
বলের ত্রিভুজ সূত্র

❖ একটি বিন্দুতে ক্রিয়াশীল দুটি বলের মান ও দিক কোন ত্রিভুজের একইক্রমে গৃহীত দুটি বাহু দ্বারা সূচিত হলে, এদের লব্ধির মান ও দিক ঐ ত্রিভুজের বিপরীতক্রমে গৃহীত তৃতীয় বাহু দ্বারা সূচিত হবে। একে বলের ত্রিভুজ সূত্র বলে।

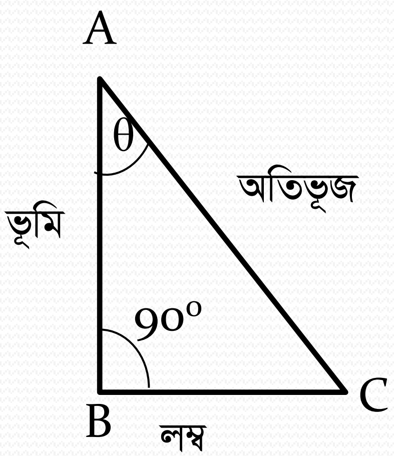


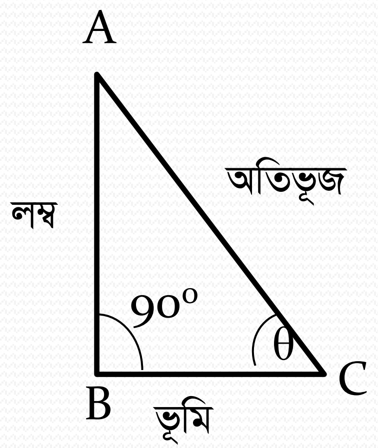
বলের সামান্তরিক সূত্র

- একই বিন্দুতে ক্রিয়াশীল দুটি বলের মান ও দিক যদি কোন বিন্দু হতে অংকিত একটি সামান্তরিকের দুটি সন্নিহিত বাহু দ্বারা প্রকাশ করা যায়, তবে ঐ বলদ্বয়ের লব্ধির মান ও দিক সামান্তরিকের ঐ বিন্দু হতে অংকিত কর্ণ দ্বারা প্রকাশ করা যাবে।



সমকোণী ত্রিভুজ





$\sin\theta = \frac{BC}{AC}$, $\cos\theta = \frac{AB}{AC}$, $\tan\theta = \frac{BC}{AB}$

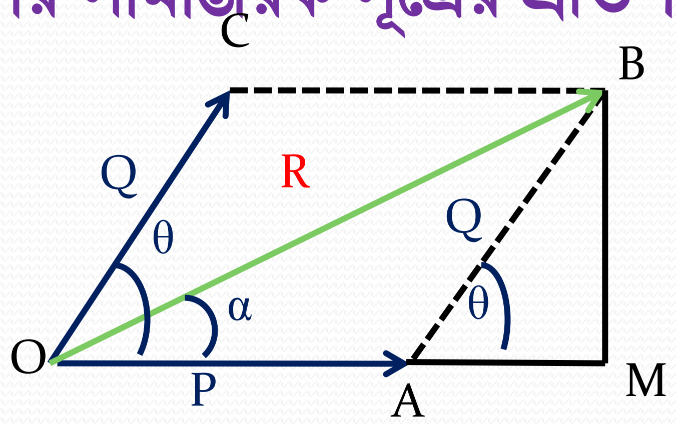
$\sin\theta = \frac{AB}{AC}$, $\cos\theta = \frac{BC}{AC}$, $\tan\theta = \frac{AB}{BC}$

$\sin\theta = \frac{\text{লম্ব}}{\text{অতিভূজ}}$, $\cos\theta = \frac{\text{ভূমি}}{\text{অতিভূজ}}$, $\tan\theta = \frac{\text{লম্ব}}{\text{ভূমি}}$

ছন্দ ঃ অলস অভূক ভূলট

পিথাগোরাসের উপপাদ্য অনুসারে, $AC^2 = AB^2 + BC^2$

বলের সামান্তরিক সূত্রের প্রতিপাদন



মনে করি, O বিন্দুতে P ও Q দুটি বল কাজ করছে। OA ও OC রেখা বল দুটির মান ও দিক নির্দেশ করছে। বলদ্বয়ের অন্তর্ভূক্ত কোন θ। এখন বল দুটিকে সামান্তরিকের দুটি বাহু ধরে OABC সামান্তরিকটি অংকন করলে OB কর্ণ বলদ্বয়ের লব্ধির মান ও দিক নির্দেশ করবে। চিত্রে লব্ধির মানকে R দ্বারা সূচিত করা হয়েছে। লব্ধি বলটি P বলের সাথে α কোন উৎপন্ন করে। এখন সামান্তরিকটির B বিন্দু হতে লম্ব আঁকি যা OA রেখার বর্ধিতাংশকে M বিন্দুতে ছেদ করে।

বলের সামান্তরিক সূত্রের প্রতিপাদন

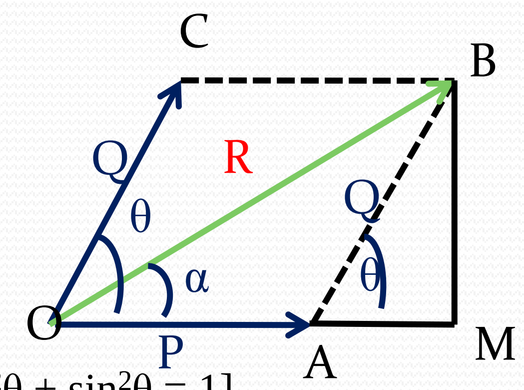
চিত্র হতে পাই, AB = OC = Q, <BAM = θ

এখন ΔABM হতে পাই,

$\sin\theta = \frac{BM}{AB}$ | $\cos\theta = \frac{AM}{AB}$

$\Rightarrow BM = AB\sin\theta$ | $\Rightarrow AM = AB\cos\theta$

$\therefore BM = Q\sin\theta$ | $\therefore AM = Q\cos\theta$



আবার, OBM সমকোনী ত্রিভুজ হতে পাই,

$OB^2 = OM^2 + BM^2$

$\Rightarrow OB^2 = (OA + AM)^2 + BM^2$

$\Rightarrow R^2 = (P + Q\cos\theta)^2 + (Q\sin\theta)^2$

$\Rightarrow R^2 = P^2 + 2PQ\cos\theta + Q^2\cos^2\theta + Q^2\sin^2\theta$

$\Rightarrow R^2 = P^2 + 2PQ\cos\theta + Q^2(\cos^2\theta + \sin^2\theta)$

$\Rightarrow R^2 = P^2 + 2PQ\cos\theta + Q^2$ [$\because \cos^2\theta + \sin^2\theta = 1$]

$\therefore R = \sqrt{P^2 + 2PQ\cos\theta + Q^2}$

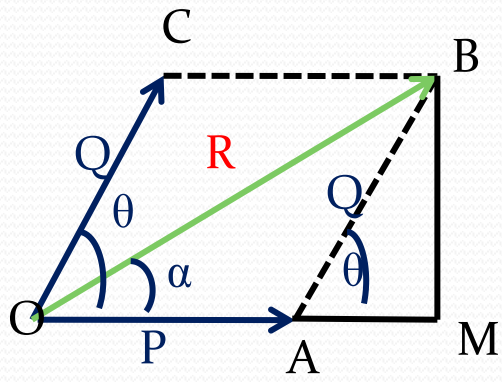
বলের সামান্তরিক সূত্রের প্রতিপাদন

OBM সমকোণী ত্রিভুজ হতে পাই,

$$\tan\alpha = \frac{BM}{OM}$$

$$\Rightarrow \tan\alpha = \frac{BM}{OA + AM}$$

$$\Rightarrow \tan\alpha = \frac{Q\sin\theta}{P + Q\cos\theta}$$



বলের সামান্তরিক সূত্র সম্পর্কিত সমস্যার সমাধান

❖সমস্যা-১ ঃ 100kg ও 80kg মানের দুটি টানা বল একটি বিন্দতে 60^0 কোনে ক্রিয়া করছে। সামান্তরিকের সূত্রের সাহাযে বল দুটির লব্ধির মান ও দিক নির্ণয় কর।

আমরা জানি,

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

$$\Rightarrow R = \sqrt{100^2 + 2\times100\times80\cos60^0 + 80^2}$$

$$\therefore R = 156.20kg$$

আবার,

$$\tan\alpha = \frac{Q\sin\theta}{P + Q\cos\theta}$$

$$\Rightarrow \tan\alpha = \frac{80\sin60^0}{100 + 80\cos60^0}$$

$$\Rightarrow \tan\alpha = 0.495$$

$$\Rightarrow \alpha = \tan^{-1}(0.495)$$

$\therefore \alpha = 26.34^0$ (অনুভূমিক এর সাথে)

দেওয়া আছে,

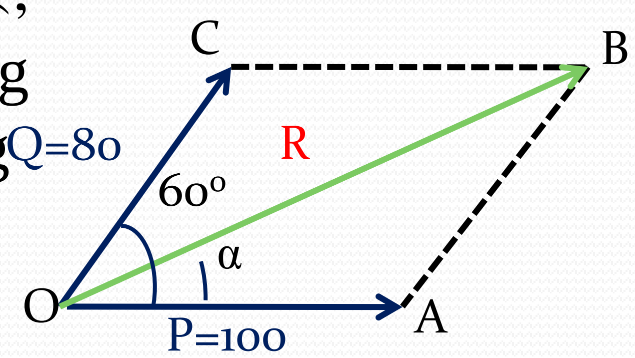
$P = 100kg$

$Q = 80kg$

$\theta = 60^0$

$R = ?$

$\alpha = ?$



বলের সামান্তরিক সূত্র সম্পর্কিত সমস্যার সমাধান

❖সমস্যা-২ ঃ 120^0 কোনে দুটি বল একটি বিন্দুতে দুটি বল একটি বিন্দুতে ক্রিয়ারত। বড় বলটি 80kg এবং লব্ধি বল ছোট বলের সাথে লম্বভাবে আনত হলে ছোট বলটি কত?

আবার,

$$\tan\alpha = \frac{Q\sin 120^0}{80 + Q\cos 120^0}$$

$$\Rightarrow \tan 30^0 = \frac{0.866Q}{80 - 0.5Q}$$

$\Rightarrow 0.577(80-0.5Q) = 0.866Q$

$\Rightarrow 46.16 - 0.2885Q = 0.866Q$

$\Rightarrow 0.866Q + 0.2885Q = 46.16$

$\Rightarrow 1.1545Q = 46.16$

$$\Rightarrow Q = \frac{46.16}{1.1545}$$

$\Rightarrow Q = 39.98$kg

$\therefore Q = 40$kg

দেওয়া আছে,

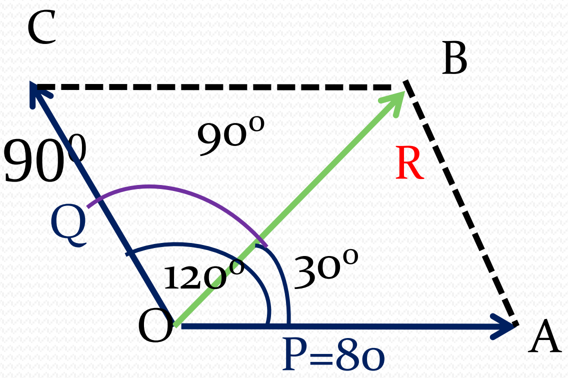
$P = 80$kg

$\theta = 120^0$

$\alpha = 120^0 - 90^0$

$= 30^0$

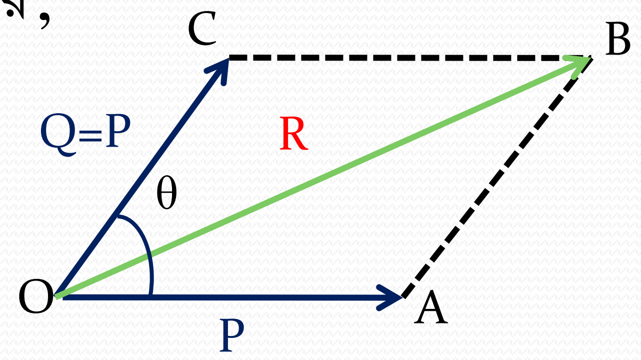
$Q = ?$



বলের সামান্তরিক সূত্র সম্পর্কিত সমস্যার সমাধান

❖সমস্যা-৩ ঃ যদি P ও Q পরস্পর সমান হলে প্রমাণ কর, $R = 2P\cos\frac{\theta}{2}$, যখন θ হচ্ছে বল দুটির মধ্যবর্তী কোন এবং R লব্ধি বল।

আমরা জানি, সামান্তরিকের সূত্রানুসারে, $\sqrt{P^2+2PQ\cos\theta+Q^2}$



$R = \sqrt{P^2+2P\times P\cos\theta+P^2}$

$\Rightarrow R = \sqrt{2P^2+2P^2\cos\theta}$

$\Rightarrow R = \sqrt{2P^2(1+\cos\theta)}$

$\Rightarrow R = \sqrt{2P^2\times 2\cos^2\frac{\theta}{2}}$

$\Rightarrow R =$

$\therefore \quad R = 2P\cos\frac{\theta}{2}$

বাড়ির কাজ

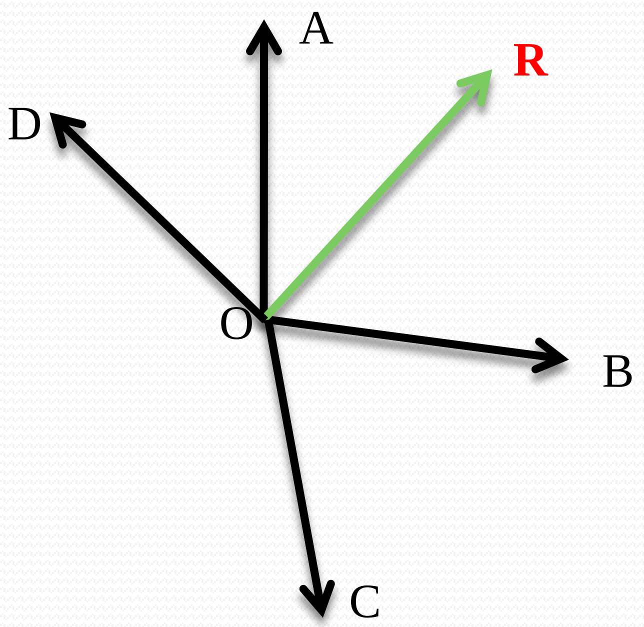
- প্রশ্ন-১ ঃ লব্ধি বল বলতে কী বুঝ?
- প্রশ্ন-২ ঃ বলের ত্রিভূজ সূত্রটি লেখ।
- প্রশ্ন-৪ ঃ বলের সামান্তরিক সূত্রটি প্রতিপাদন কর।
- প্রশ্ন-৫ ঃ ঃ P ও Q মানের দুটি বল একটি বিন্দুতে পরস্পর 120^0 কোণে ক্রিয়া করে। লব্ধি R = 140kg এবং P = 110kg হলে Q বলের মান নির্ণয় কর।
- প্রশ্ন-৫ ঃ একই বিন্দুতে 180^0 কোণে ক্রিয়ারত দুটি সমান সমান বলের লব্ধির মান কত?

বল (Force)

- যা স্থির বস্তুর উপর ক্রিয়া করে তাকে গতিশীল করে বা করতে চায় এবং কোন গতিশীল বস্তুর উপর ক্রিয়া করে তাকে স্থির করে বা করতে চায় তাকে বল বলে।
- বলের একক নিউটন (N) এবং বল একটি ভেক্টর রাশি।
- ভেক্টর রাশি ঃ যে সকল রাশিকে সম্পূর্ণরুপে প্রকাশ করার জন্য মান ও দিক উভয়েরই প্রয়োজন হয়, তাকে ভেক্টর রাশি বলে।

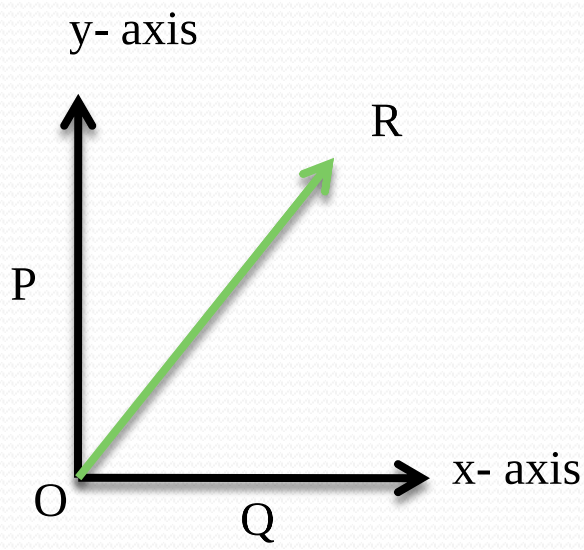
লব্ধি বল (Resultant Force)

- দুই বা ততোধিক বল যদি একই সময়ে একটি স্থির বস্তুর উপর ক্রিয়াশীল হয় এবং যদি এমন একটি বল নির্ণয় করা যায়, যার ক্রিয়াফল ঐ বস্তুর উপর নির্দিষ্ট বলগুলির মিলিত ক্রিয়াফলের সমান, তাহলে ঐ একক বলকে দুই বা ততোধিক বলের লব্ধি বল বলে।



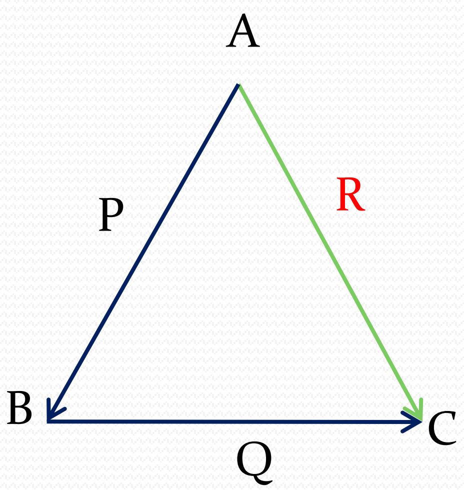
উপাংশ বল (Component Force)

❖ কোন বিন্দুতে ক্রিয়ারত কোন বলকে পরস্পর সমকোনে অবস্থিত দুটি অক্ষে বিভক্ত করলে তাদের প্রত্যেককে উপাংশ বল (Component Force) বলে।



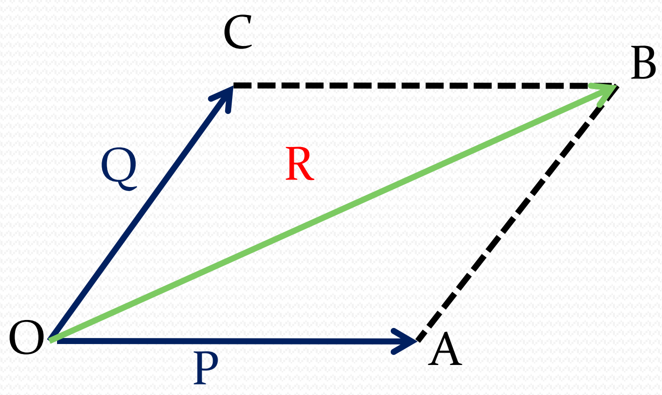
বলের ত্রিভুজ সূত্র

- একটি বিন্দুতে ক্রিয়াশীল দুটি বলের মান ও দিক কোন ত্রিভুজের একইক্রমে গৃহীত দুটি বাহু দ্বারা সূচিত হলে, এদের লব্ধির মান ও দিক ঐ ত্রিভুজের বিপরীতক্রমে গৃহীত তৃতীয় বাহু দ্বারা সূচিত হবে। একে বলের ত্রিভুজ সূত্র বলে।

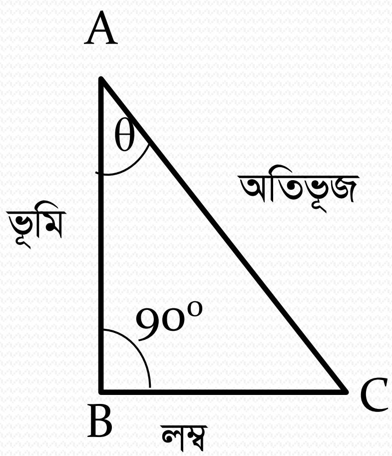


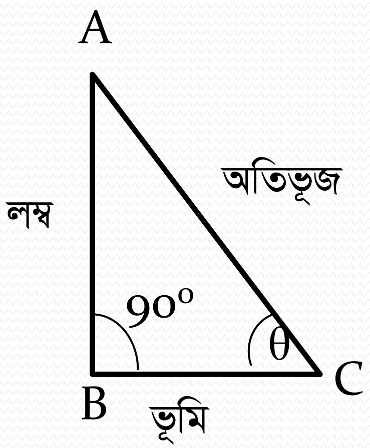
বলের সামান্তরিক সূত্র

❖ একই বিন্দুতে ক্রিয়াশীল দুটি বলের মান ও দিক যদি কোন বিন্দু হতে অংকিত একটি সামান্তরিকের দুটি সন্নিহিত বাহু দ্বারা প্রকাশ করা যায়, তবে ঐ বলদ্বয়ের লব্ধির মান ও দিক সামান্তরিকের ঐ বিন্দু হতে অংকিত কর্ণ দ্বারা প্রকাশ করা যাবে।



সমকোণী ত্রিভুজ





$\sin\theta = \frac{BC}{AC}$, $\cos\theta = \frac{AB}{AC}$, $\tan\theta = \frac{BC}{AB}$

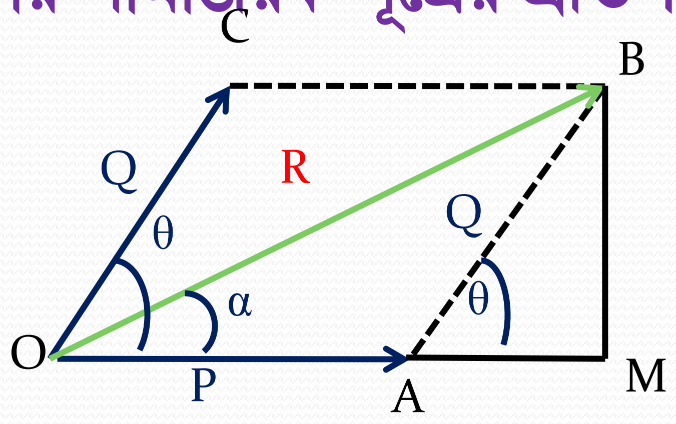
$\sin\theta = \frac{AB}{AC}$, $\cos\theta = \frac{BC}{AC}$, $\tan\theta = \frac{AB}{BC}$

$\sin\theta = \frac{\text{লম্ব}}{\text{অতিভূজ}}$, $\cos\theta = \frac{\text{ভূমি}}{\text{অতিভূজ}}$, $\tan\theta = \frac{\text{লম্ব}}{\text{ভূমি}}$

ছন্দ ঃ অলস অভূক ভূলট

পিথাগোরাসের উপপাদ্য অনুসারে, $AC^2 = AB^2 + BC^2$

বলের সামান্তরিক সূত্রের প্রতিপাদন



মনে করি, O বিন্দুতে P ও Q দুটি বল কাজ করছে। OA ও OC রেখা বল দুটির মান ও দিক নির্দেশ করছে। বলদ্বয়ের অন্তর্ভূক্ত কোন θ। এখন বল দুটিকে সামান্তরিকের দুটি বাহু ধরে OABC সামান্তরিকটি অংকন করলে OB কর্ণ বলদ্বয়ের লব্ধির মান ও দিক নির্দেশ করবে। চিত্রে লব্ধির মানকে R দ্বারা সূচিত করা হয়েছে। লব্ধি বলটি P বলের সাথে α কোন উৎপন্ন করে। এখন সামান্তরিকটির B বিন্দু হতে লম্ব আঁকি যা OA রেখার বর্ধিতাংশকে M বিন্দুতে ছেদ করে।

বলের সামান্তরিক সূত্রের প্রতিপাদন

চিত্র হতে পাই, AB = OC = Q, <BAM = θ

এখন ΔABM হতে পাই,

$\sin\theta = \frac{BM}{AB}$

=> BM = ABsinθ

∴ BM = Qsinθ

$\cos\theta = \frac{AM}{AB}$

=> AM = ABcosθ

∴ AM = Qcosθ

আবার, OBM সমকোনী ত্রিভুজ হতে পাই,

$OB^2 = OM^2 + BM^2$

$\Rightarrow OB^2 = (OA + AM)^2 + BM^2$

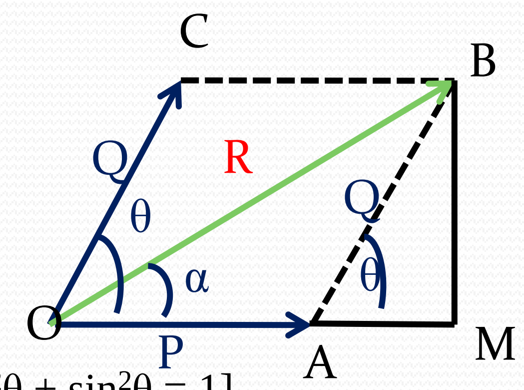
$\Rightarrow R^2 = (P + Q\cos\theta)^2 + (Q\sin\theta)^2$

$\Rightarrow R^2 = P^2 + 2PQ\cos\theta + Q^2\cos^2\theta + Q^2\sin^2\theta$

$\Rightarrow R^2 = P^2 + 2PQ\cos\theta + Q^2(\cos^2\theta + \sin^2\theta)$

$\Rightarrow R^2 = P^2 + 2PQ\cos\theta + Q^2$ $[\because \cos^2\theta + \sin^2\theta = 1]$

$\therefore R = \sqrt{P^2 + 2PQ\cos\theta + Q^2}$



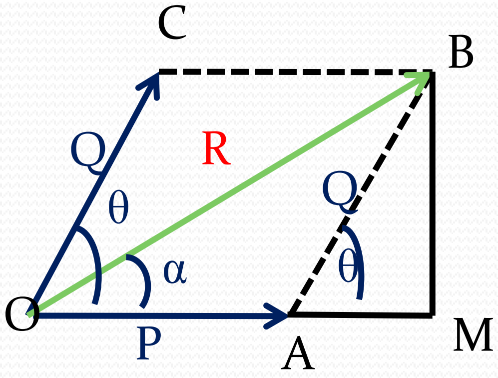
বলের সামান্তরিক সূত্রের প্রতিপাদন

OBM সমকোণী ত্রিভুজ হতে পাই,

$\tan\alpha = \dfrac{BM}{OM}$

$\Rightarrow \tan\alpha = \dfrac{BM}{OA + AM}$

$\Rightarrow \tan\alpha = \dfrac{Q\sin\theta}{P + Q\cos\theta}$



বলের সামান্তরিক সূত্র সম্পর্কিত সমস্যার সমাধান

❖সমস্যা-১ ঃ 100kg ও 80kg মানের দুটি টানা বল একটি বিন্দতে 60^0 কোনে ক্রিয়া করছে। সামান্তরিকের সূত্রের সাহাযে বল দুটির লব্ধির মান ও দিক নির্ণয় কর।

আমরা জানি,

$$R = \sqrt{P^2 + 2PQcos\theta + Q^2}$$

$$\Rightarrow R = \sqrt{100^2 + 2\times100\times80cos60^0 + 80^2}$$

$$\therefore R = 156.20kg$$

আবার,

$$\tan\alpha = \frac{Q\sin\theta}{P+Q\cos\theta}$$

$$\Rightarrow \tan\alpha = \frac{80\sin60^0}{100+80\cos60^0}$$

$$\Rightarrow \tan\alpha = 0.495$$

$$\Rightarrow \alpha = \tan^{-1}(0.495)$$

$\therefore \alpha = 26.34^0$ (অনুভূমিক এর সাথে)

দেওয়া আছে,

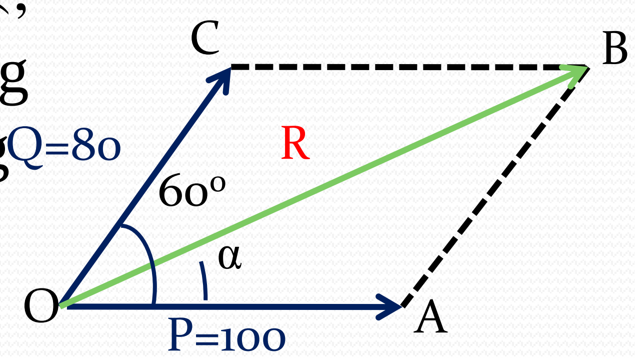
$P = 100kg$

$Q = 80kg$

$\theta = 60^0$

$R = ?$

$\alpha = ?$



বলের সামান্তরিক সূত্র সম্পর্কিত সমস্যার সমাধান

❖সমস্যা-২ ঃ 120^0 কোনে দুটি বল একটি বিন্দুতে দুটি বল একটি বিন্দুতে ক্রিয়ারত। বড় বলটি 80kg এবং লব্ধি বল ছোট বলের সাথে লম্বভাবে আনত হলে ছোট বলটি কত?

আবার,

$$\tan\alpha = \frac{Q\sin 120^0}{80 + Q\cos 120^0}$$

$$\Rightarrow \tan 30^0 = \frac{0.866Q}{80 - 0.5Q}$$

$\Rightarrow 0.577(80\text{-}0.5Q) = 0.866Q$

$\Rightarrow 46.16 - 0.2885Q = 0.866Q$

$\Rightarrow 0.866Q + 0.2885Q = 46.16$

$\Rightarrow 1.1545Q = 46.16$

$$\Rightarrow Q = \frac{46.16}{1.1545}$$

$\Rightarrow Q = 39.98\text{kg}$

$\therefore Q = 40\text{kg}$

দেওয়া আছে,

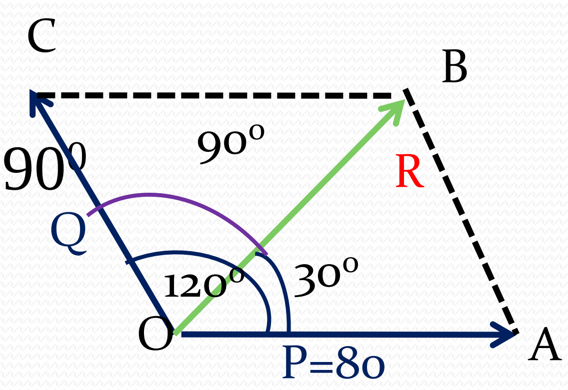
$P = 80\text{kg}$

$\theta = 120^0$

$\alpha = 120^0\text{-}90^0$

$= 30^0$

$Q = ?$



বলের সামান্তরিক সূত্র সম্পর্কিত সমস্যার সমাধান

❖সমস্যা-৩ ঃ যদি P ও Q পরস্পর সমান হলে প্রমাণ কর, $R = 2P\cos\frac{\theta}{2}$, যখন θ হচ্ছে বল দুটির মধ্যবর্তী কোন এবং R লব্ধি বল।

আমরা জানি, সামান্তরিকের সূত্রানুসারে, $R=\sqrt{P^2+2PQ\cos\theta+Q^2}$

$$R=\sqrt{P^2+2P\times P\cos\theta+P^2}$$

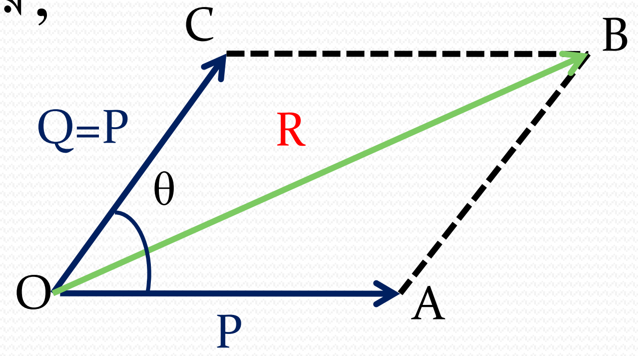
$$\Rightarrow R=\sqrt{2P^2+2P^2\cos\theta}$$

$$\Rightarrow R=\sqrt{2P^2(1+\cos\theta)}$$

$$\Rightarrow R=\sqrt{2P^2\times 2\cos^2\frac{\theta}{2}}$$

$$\Rightarrow R=$$

$$\therefore\quad R=2P\cos\frac{\theta}{2}$$



অধ্যায়-২ ঃ বলের সূত্র (Laws of Force)

আজকের আলোচ্য বিষয়সমূহ

❖ল্যামির সূত্র

❖ল্যামির সূত্রের প্রতিপাদন

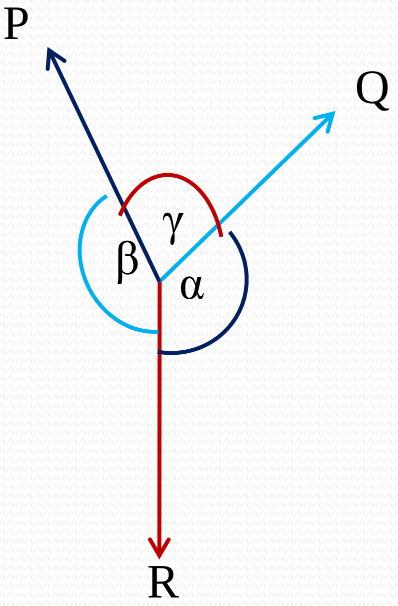
❖ল্যামির সূত্রের সমস্যাবলির সমাধান

ল্যামির সূত্র (Lami’s Theorem)

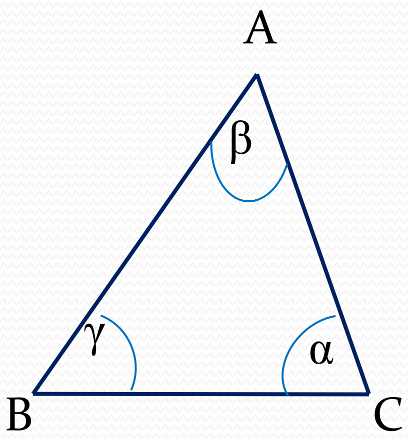
❖ কোন বিন্দুতে ক্রিয়ারত তিনটি বল ভারসাম্য সৃষ্টি করলে এদের প্রত্যেকটির মান ওপর দুটি বলের অন্তর্গত কোণের সাইনের (sine) সমানুপাতিক।

❖ অর্থাৎ

$$\frac{P}{\sin\alpha} = \frac{Q}{\sin\beta} = \frac{R}{\sin\gamma}$$



সাধারন আলোচনা



$$\frac{AB}{\sin\alpha} = \frac{BC}{\sin\beta} = \frac{CA}{\sin\gamma}$$

ল্যামির সূত্রের প্রতিপাদন

❖ মনে করি, P, Q ও R বল তিনটি O বিন্দুতে ভারসাম্য সৃষ্টি করেছে এবং এদের বিপরিত কোণগুলো যথাক্রমে α, β এবং γ ।

চিত্র হতে পাই, OA = BC = P এবং OB = AC = Q

এখন, $<AOC = 180^0 - \beta$

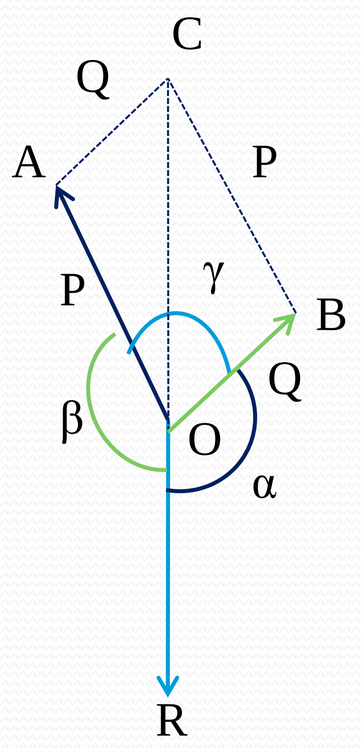
$<ACO = <BOC = 180^0 - \alpha$

$<CAO = 180^0 - (<AOC + <ACO)$

$= 180^0 - (180^0 - \beta + 180^0 - \alpha)$

$= 180^0 - 180^0 + \beta - 180^0 + \alpha$

$= \alpha + \beta - 180^0$



ল্যামির সূত্রের প্রতিপাদন

❖ কিন্তু $\alpha + \beta + \gamma = 360^0$

$\Rightarrow \alpha + \beta + \gamma = 360^0$

$\Rightarrow \alpha + \beta = 180^0 + 180^0 - \gamma$

$\Rightarrow \alpha + \beta - 180^0 = 180^0 - \gamma$

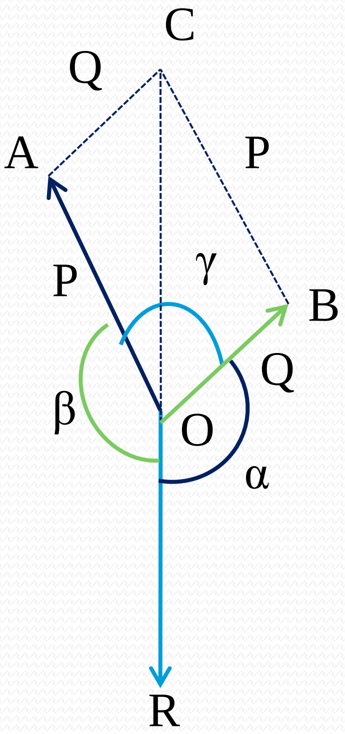
সুতরাং $<CAO = 180^0 - \gamma$

এখন, ত্রিকোণমিতির সূত্রানুসারে ΔAOC হতে পাই,

$$\Rightarrow \frac{OA}{\sin\angle ACO} = \frac{AC}{\sin\angle AOC} = \frac{OC}{\sin\angle CAO}$$

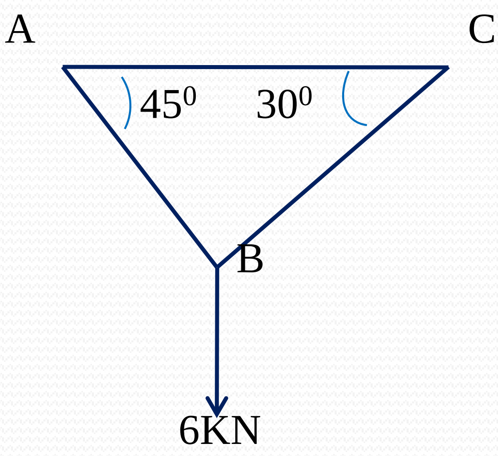
$$\Rightarrow \frac{P}{\sin(180^0-\alpha)} = \frac{Q}{\sin(180^0-\beta)} = \frac{R}{\sin(180^0-\gamma)}$$

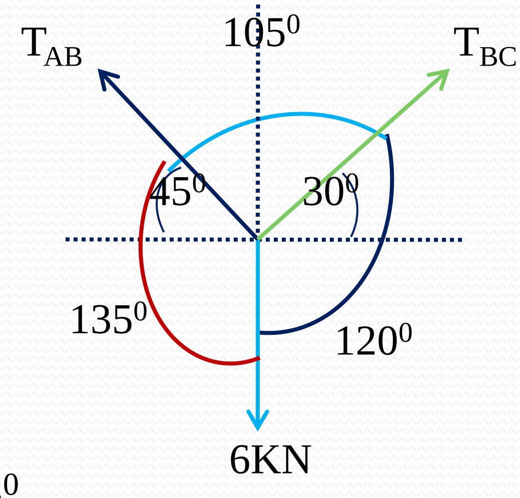
$$\frac{P}{\sin\alpha} = \frac{Q}{\sin\beta} = \frac{R}{\sin\gamma}$$



ল্যামির সূত্রের সমস্যাবলির সমাধান

প্রশ্ন-১ ঃ একই অনুভূমিক তলে A ও C বিন্দু হতে AB ও BC তার দুটির সাহায্যে 6KN ওজন ঝুলানো আছে। তার দুটি অনুভূমিক তলের সাথে যথাক্রমে 30^0 ও 45^0 কোণ সৃষ্টি করে। তার দুটোর টানের পরিমান নির্ণয় কর।





$45^0 + 90^0 = 135^0$

$30^0 + 90^0 = 120^0$

$360^0 - 135^0 - 120^0 = 105^0$

ল্যামির সূত্রের সমস্যাবলির সমাধান

এখন, $\frac{T_{AB}}{\sin 120^0} = \frac{T_{BC}}{\sin 135^0} = \frac{6}{\sin 105^0}$

সুতরাং $\frac{T_{AB}}{\sin 120^0} = \frac{6}{\sin 105^0}$

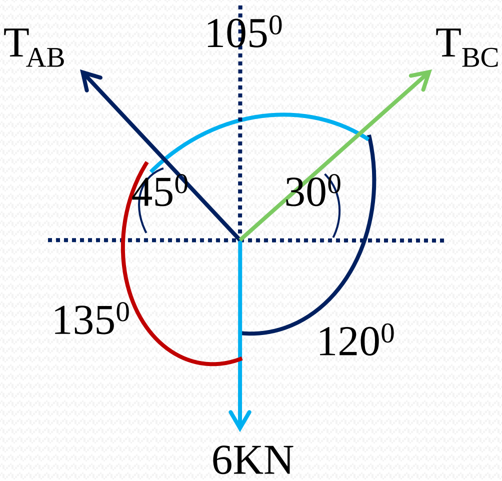
$\Rightarrow T_{AB} = \frac{6\times\sin 120^0}{\sin 105^0}$

$\Rightarrow T_{AB} = 5.38$ KN (Ans)

আবার $\frac{T_{BC}}{\sin 135^0} = \frac{6}{\sin 105^0}$

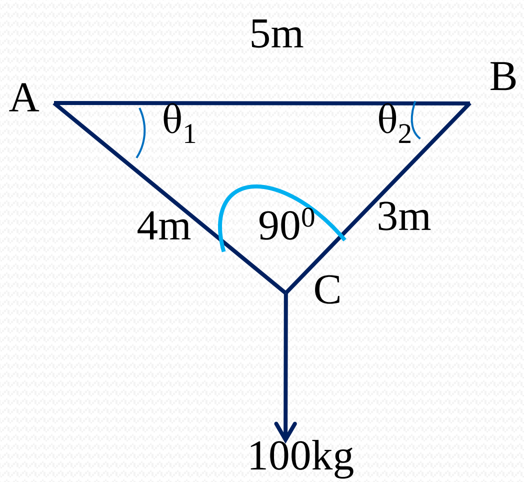
$\Rightarrow T_{BC} = \frac{6\times\sin 135^0}{\sin 105^0}$

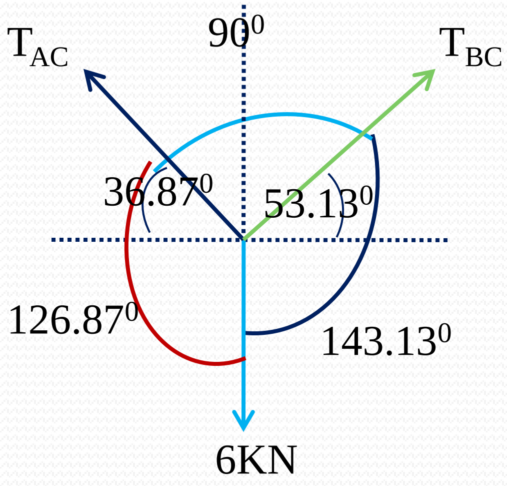
$\Rightarrow T_{BC} = 4.39$ KN (Ans)



ল্যামির সূত্রের সমস্যাবলির সমাধান

প্রশ্ন-২ ঃ AB একটি অনুভূমিক বীমের দৈর্ঘ্য 5m। A এবং B বিন্দু হতে যথাক্রমে AC এবং BC তারের সাহায্যে 100kg ওজন C বিন্দুতে ঝুলানো রয়েছে। যদি AC এবং BC তারের দৈর্ঘ্য যথাক্রমে 4m এবং 3m হয়, তবে AC এবং BC তারের টানের পরিমান নির্ণয় কর।





$$\theta_1 = \tan^{-1}\left(\frac{3}{4}\right) = 36.87^0$$

$$\theta_2 = \tan^{-1}\left(\frac{4}{3}\right) = 53.13^0$$

$$36.87^0 + 90^0 = 126.87^0$$

$$53.13^0 + 90^0 = 143.13^0$$

ল্যামির সূত্রের সমস্যাবলির সমাধান

এখন, $\frac{T_{AC}}{\sin 143.13^0} = \frac{T_{BC}}{\sin 126.87^0} = \frac{100}{\sin 90^0}$

সুতরাং $\frac{T_{AC}}{\sin 143.13^0} = \frac{100}{\sin 90^0}$

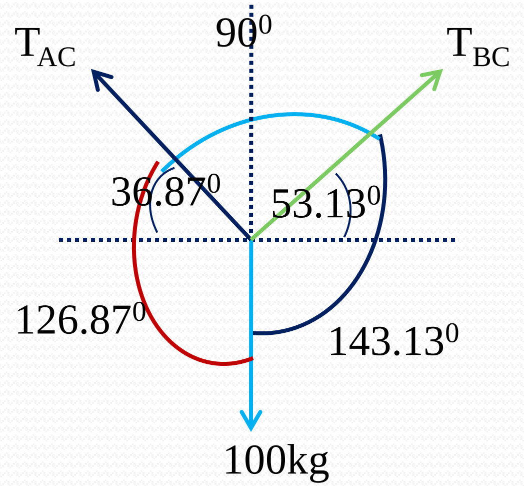
$\Rightarrow T_{AC} = \frac{100 \times \sin 143.13^0}{\sin 90^0}$

$\Rightarrow T_{AC} = 60$ kg (Ans)

আবার $\frac{T_{BC}}{\sin 126.87^0} = \frac{100}{\sin 90^0}$

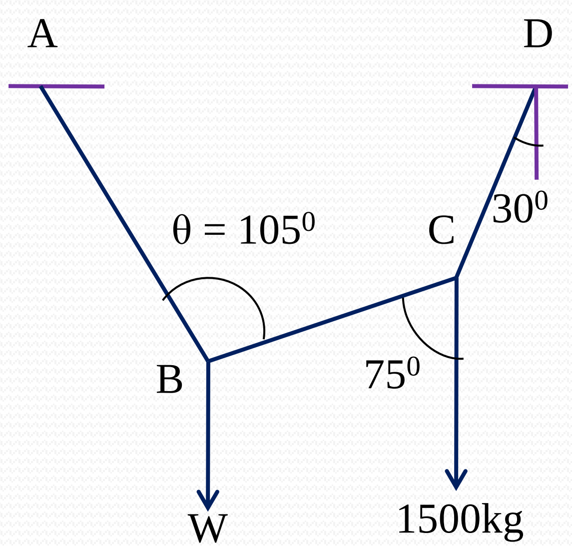
$\Rightarrow T_{BC} = \frac{100 \times \sin 126.87^0}{\sin 90^0}$

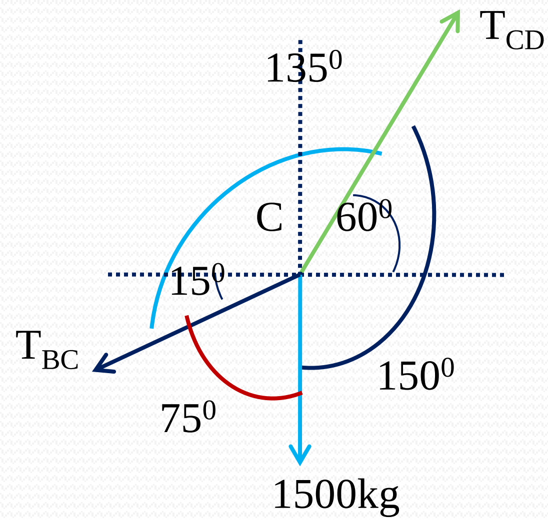
$\Rightarrow T_{BC} = 80$ kg (Ans)



ল্যামির সূত্রের সমস্যাবলির সমাধান

প্রশ্ন-৩ ঃ চিত্রে প্রদর্শিত তার দিয়ে দুটি ওজন ঝুলানো অবস্থায় আছে। $\theta = 105^0$ হলে AB, BC ও CD-তে টানের পরিমাণ ও ওজন W এর মান নির্ণয় কর।





$60^0 + 90^0 = 150^0$

$360^0 - 150^0 - 75^0 = 135^0$

ল্যামির সূত্রের সমস্যাবলির সমাধান

এখন, $\dfrac{T_{BC}}{\sin 150^0} = \dfrac{T_{CD}}{\sin 75^0} = \dfrac{1500}{\sin 135^0}$

সুতরাং $\dfrac{T_{BC}}{\sin 150^0} = \dfrac{1500}{\sin 135^0}$

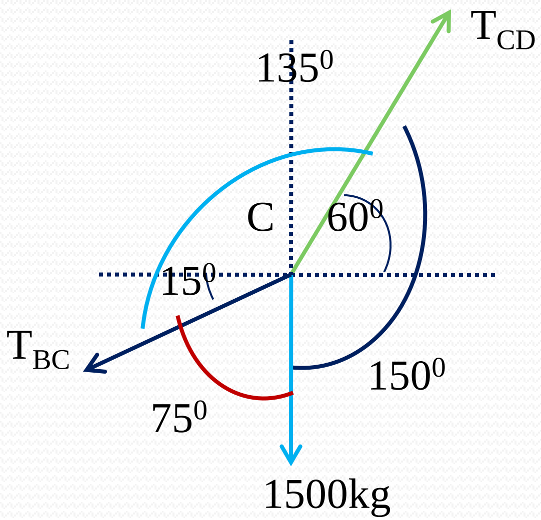
$\Rightarrow T_{BC} = \dfrac{1500 \times \sin 150^0}{\sin 135^0}$

$\Rightarrow T_{BC} = 1060.66$ kg (Ans)

আবার $\dfrac{T_{CD}}{\sin 75^0} = \dfrac{1500}{\sin 135^0}$

$\Rightarrow T_{CD} = \dfrac{1500 \times \sin 75^0}{\sin 135^0}$

$\Rightarrow T_{CD} = 2049.04$ kg (Ans)



ল্যামির সূত্রের সমস্যাবলির সমাধান

এখন, $\dfrac{T_{AB}}{\sin 105^0} = \dfrac{T_{BC}}{\sin 150^0} = \dfrac{W}{\sin 105^0}$

সুতরাং $\dfrac{T_{AB}}{\sin 105^0} = \dfrac{T_{BC}}{\sin 150^0}$

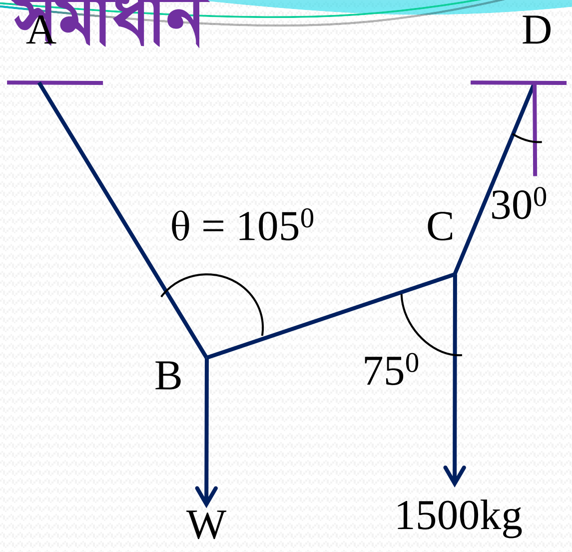
$\Rightarrow T_{AB} = \dfrac{1060.66 \times \sin 105^0}{\sin 150^0}$

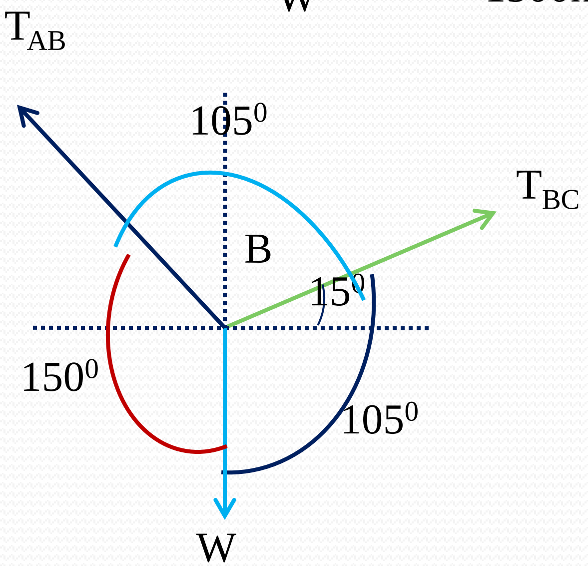
$\Rightarrow T_{AB} = 2049.04$ kg (Ans)

আবার $\dfrac{W}{\sin 105^0} = \dfrac{T_{BC}}{\sin 150^0}$

$\Rightarrow W = \dfrac{1060.66 \times \sin 105^0}{\sin 150^0}$

$\Rightarrow W = 2049.04$ kg (Ans)

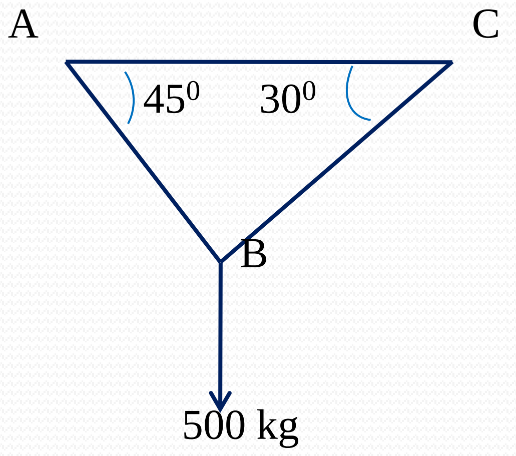




বাড়ির কাজ

প্রশ্ন-১ ঃ ল্যামির সূত্রটি প্রমাণ কর।

প্রশ্ন-২ ঃ একই অনুভূমিক তলে A ও C বিন্দু হতে AB ও BC তার দুটির সাহায্যে 500kg ওজন ঝুলানো আছে। তার দুটি অনুভূমিক তলের সাথে যথাক্রমে 30^0 ও 45^0 কোণ সৃষ্টি করে। তার দুটোর টানের পরিমান নির্ণয় কর।



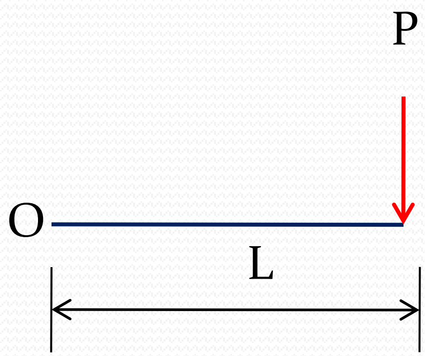
অধ্যায়-৩ ঃ বলের মোমেন্ট (Moment of Force)

আজকের আলোচ্য বিষয়সমূহ

- ❖বলের মোমেন্ট
- ❖মোমেন্টের প্রকারভেদ
- ❖ভেরিগননের মোমেন্ট নীতি
- ❖বলের মোমেন্ট নির্ণয় পদ্ধতি
- ❖মোমেন্ট সম্পর্কিত সমস্যাবলির সমাধান

বলের মোমেন্ট (Moment of Force)

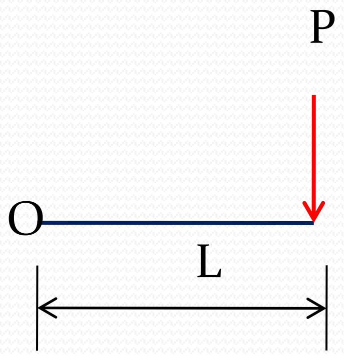
- বস্তুর উপর প্রযুক্ত বলের ঘূর্ণন ক্রিয়াকে ঐ বলের মোমেন্ট বা ভ্রামক (Moment of Force) বলে। অর্থাৎ কোন একটি বল যদি কোন বস্তুকে একটি নির্দিষ্ট স্থান হতে লম্ব দূরত্বে ঘুরায় বা ঘুরাতে চায়, তাহলে ঐ ঘুরানো প্রবণতার পারমাণকে প্রযুক্ত বলের মোমেন্ট বা ভ্রামক বলে। মোমেন্টকে M দ্বারা প্রকাশ করা হয়।
- এককথায়, মোমেন্ট = বল × লম্ব দূরত্ব
- মোমেন্টের একক kg-m



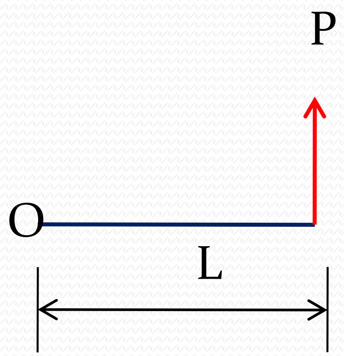
মোমেন্টের প্রকারভেদ (Types of Moment)

❖ মোমেন্ট দুই প্রকার-

১. ধনাত্বক মোমেন্ট (Clockwise Moment) ঃ কোন বল যদি নির্দিষ্ট লম্ব দূরত্বে থেকে বস্তুকে ঘরির কাঁটার দিকে ঘুরায় বা ঘুরাতে চায়, তাহলে বলের এরুপ ঘুর্ণন ক্রিয়াকে ধনাত্বক মোমেন্ট (Clockwise Moment) বলে।



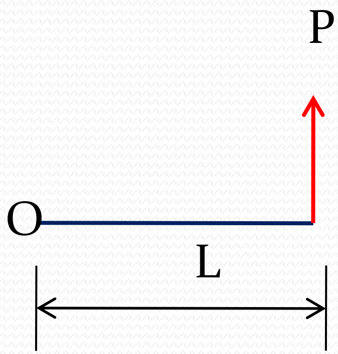
২. ঋনাত্বক মোমেন্ট (Anticlockwise Moment) ঃ কোন বল যদি নির্দিষ্ট লম্ব দূরত্বে থেকে বস্তুকে ঘরির কাঁটার বিপরীত দিকে ঘুরায় বা ঘুরাতে চায়, তাহলে বলের এরুপ ঘুর্ণন ক্রিয়াকে ঋনাত্বক মোমেন্ট (Anticlockwise Moment) বলে।

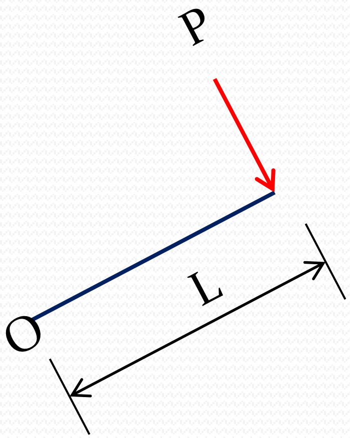


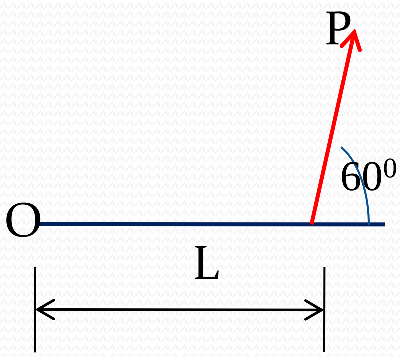
ভেরিগননের মোমেন্ট নীতি

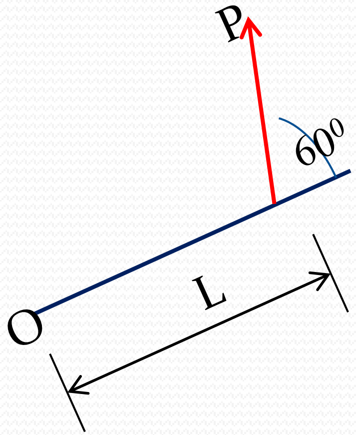
- যদি কোন বস্তুর উপর একাধিক সমতলীয় বল একই সাথে ক্রিয়ারত থাকে, তবে যেকোন বিন্দু হতে সকল বলের মোমেন্টের বীজগাণিতিক যোগফল হবে একই বিন্দু সাপেক্ষে উক্ত বলগুলোর লব্ধির মোমেন্টর সমান।
- অর্থাৎ লব্ধি বলের মোমেন্ট = বলগুলোর মোমেন্টের বীজগাণিতিক যোগফল

মোমেন্ট নির্ণয়



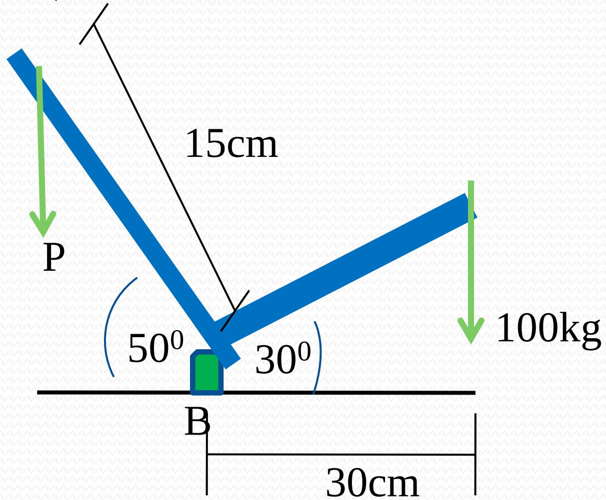


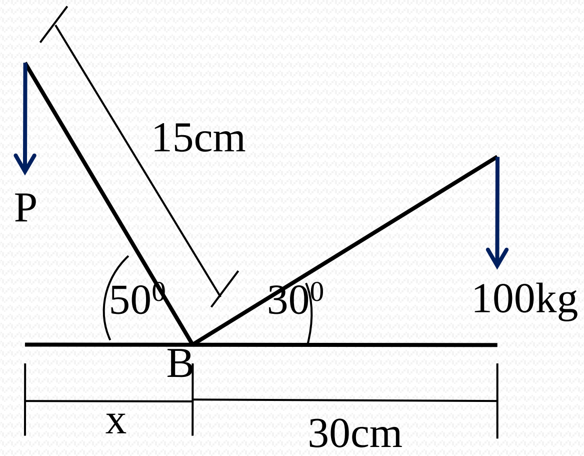




মোমেন্ট সম্পর্কিত সমস্যাবলির সমাধান

প্রশ্ন-১ ঃ চিত্রের ক্র্যাংটিতে P বলের মান কত হলে এটি সাম্যাবস্থ্যায় থাকবে?





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

$\Rightarrow +100\times 30 - P\times 15\cos 50^0 = 0$

$\Rightarrow P\times 15\cos 50^0 = 3000$

$\Rightarrow P = \dfrac{3000}{15\cos 50^0}$

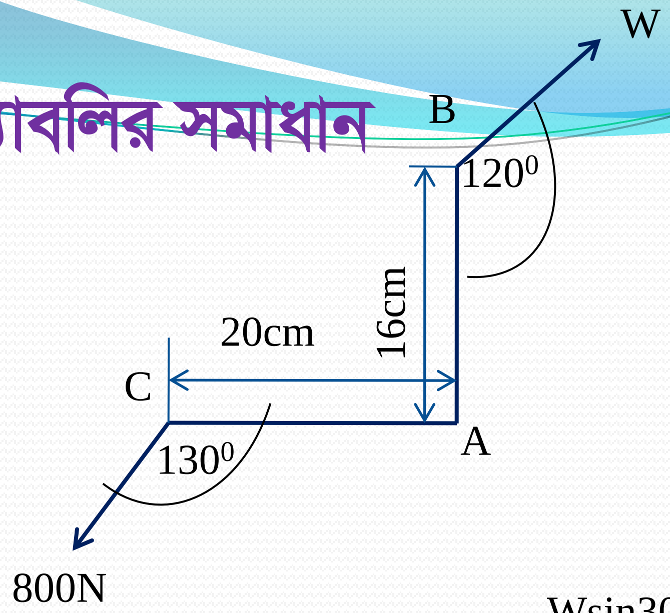
$\Rightarrow P = 311.14\text{kg}$ (Ans)

$\cos 50^0 = \dfrac{x}{15}$

$\Rightarrow x = 15\cos 50^0$

মোমেন্ট সম্পর্কিত সমস্যাবলির সমাধান

প্রশ্ন-২ ঃ নিম্নের চিত্র হতে W বলের মান নির্ণয় কর?



$\sum M_A = 0\ (+\circlearrowright)$

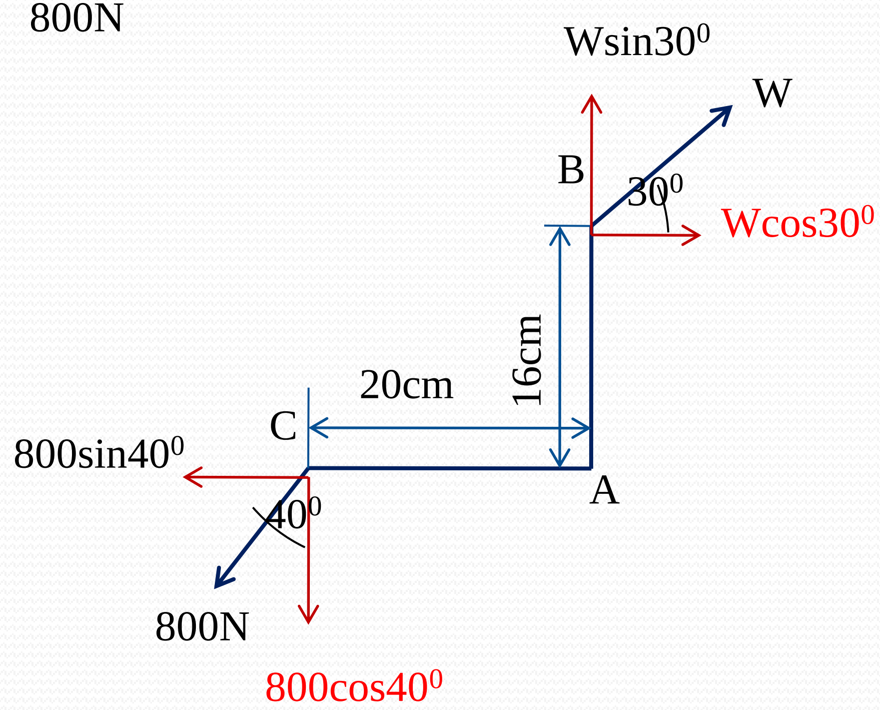
$\Rightarrow + W\cos30^0 \times 16 - 800\cos40^0 \times 20 = 0$

$\Rightarrow W\cos30^0 \times 16 = 800\cos40^0 \times 20$

$\Rightarrow 13.86W = 12256.71$

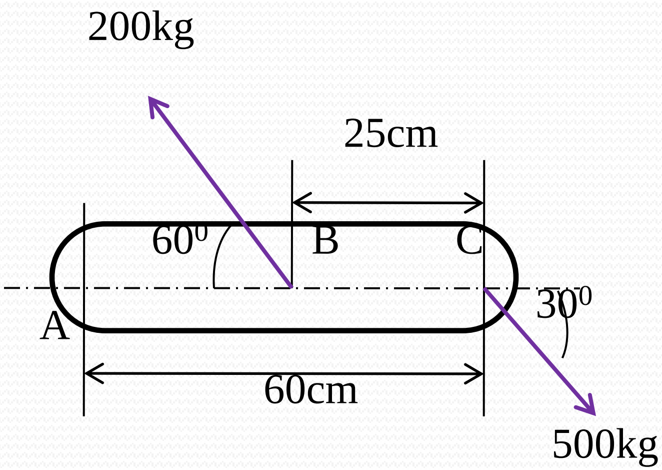
$\Rightarrow W = \frac{12256.71}{13.86}$

$\Rightarrow W = 884.32\ N$ (Ans)



মোমেন্ট সম্পর্কিত সমস্যাবলির সমাধান

প্রশ্ন-৩ ঃ নিম্নের চিত্র অনুযায়ী একটি ক্র্যাংকের উপর দুটি বল কাজ করছে। A বিন্দুতে বলদ্বয়ের মোমেন্ট কত এবং ক্র্যাংকটি কোন দিকে ঘুরবে?



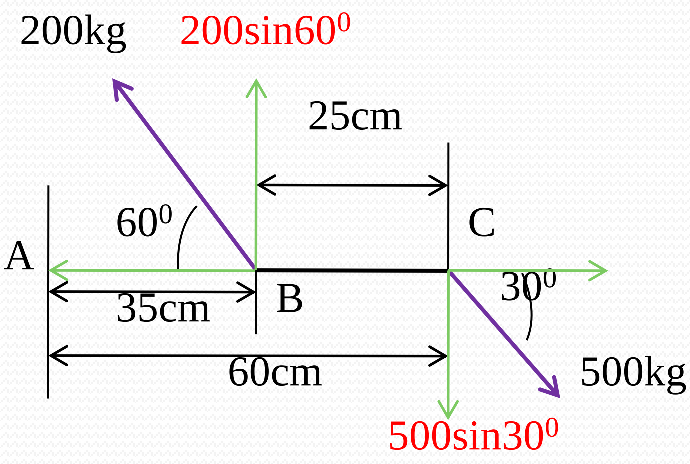
$\sum M_A(+)$

$= -200\sin 60^0 \times 35 + 500\sin 30^0 \times 60$

$= -6062.18 + 15000$

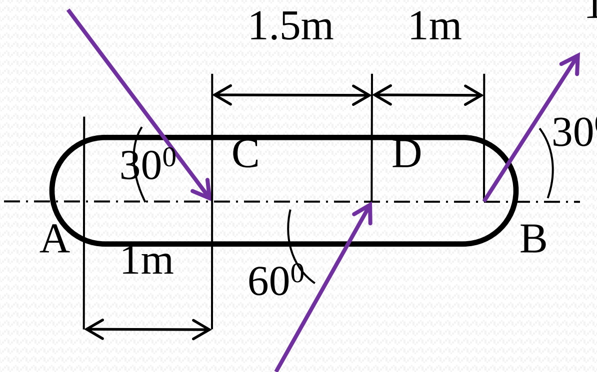
$= 8937.82$ kg-cm (Ans)

এখন, A বিন্দুতে বলদ্বয়ের মোমেন্ট ধনাত্বক বলে ক্র্যাংকটি ঘরির কাঁটার দিকে ঘুরবে। (Ans)



মোমেন্ট সম্পর্কিত সমস্যাবলির সমাধান

প্রশ্ন-৪ ঃ নিম্নের চিত্র অনুযায়ী AB ক্র্যাংকের উপর তিনটি বল কাজ করছে। ক্র্যাংকটির A প্রান্তের মোমেন্টের মান ও দিক নির্ণয় কর।



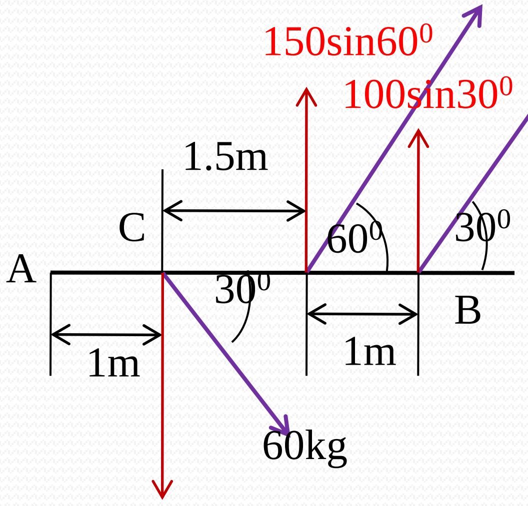
$\sum M_A(+\circlearrowright)$

$= +\ 60\sin30^0\times1 - 150\sin60^0\times2.5 - 100\sin30^0\times3.5$

$= +\ 30 - 324.76\ - 175$

$= -\ 469.76$ kg-m (Ans)

এখন, A বিন্দুতে বলদ্বয়ের মোমেন্ট ঋনাত্বক বলে ক্র্যাংকটি ঘরির কাঁটার বিপরীত দিকে ঘুরবে। (Ans)

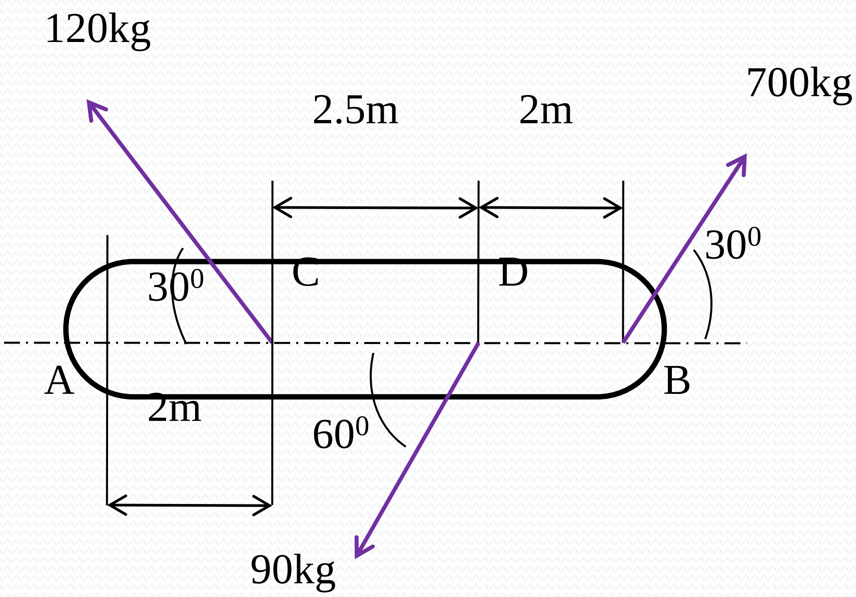


বাড়ির কাজ

প্রশ্ন-১ ঃ বলের মোমেন্ট বলতে কি বুঝ?

প্রশ্ন-২ ঃ মোমেন্ট কত প্রকার ও কী কী?

প্রশ্ন-৩ ঃ নিম্নের চিত্র অনুযায়ী AB ক্র্যাংকের উপর তিনটি বল কাজ করছে। ক্র্যাংকটির A প্রান্তের মোমেন্টের মান ও দিক নির্ণয় কর।



ধন্যবাদ