घूर्णों का सिद्धान्त (Principle of Moments) :—

"यदि किसी पिंड पर लगे अनेक बलों के किसी बिंदु पर घूर्णों का बीजगणितीय योग शून्य है तो पिंड घूमने के संदर्भ में संतुलन में होगा।

अथवा,

यदि किसी पिंड पर प्रवाम घूर्णों का योग उस पर प्रदक्षिण घूर्णों के योग के बराबर है तो वह पिंड घूमने के संदर्भ में संतुलन में होगा।

If algebraic sum of moments of all the forces acting on a body about a point is zero, then body will be in the state of rotational equilibrium. OR

If sum of anticlockwise moments about a point acting on a body is equal to sum of clockwise moment about the same point, the body is said to be in rotational equilibrium.

$$\Sigma M = 0$$

Applied Mechanics by G.K.Kashyap

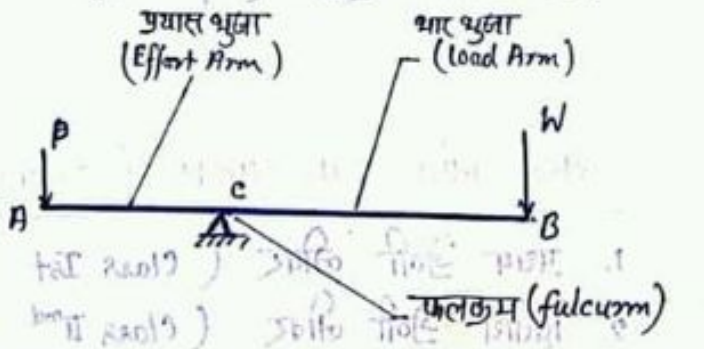
लीवर (Levers) :—

कोई लीवर एक दृढ़ व सीधी या वक्राकार छड़ है जो एक स्थिर बिंदु के परितः घूम सकता है।

एक आदर्श लीवर घूर्णों के सिद्धान्त पर कार्य करता है।

लीवर एक बिंदु पर टिका होता है जिसे आलम्ब या फलक्रम (fulcrum) कहते हैं।

फलक्रम के एक ओर प्रयास (effort) (P) व दूसरी ओर भार (W) (Load) लगा होता है।



लीवर की जिस भुजा पर प्रयास लगता है, उसे प्रयास भुजा (Effort Arm) व जिस भुजा पर भार लगता है, उसे भार भुजा (Load Arm) कहते हैं।

Scanned with CamScanner

लीवर सिद्दान्त के अनुसार,

$$P \times AC = W \times BC$$

$$\frac{W}{P} = \frac{AC}{BC}$$

लीवर लाभ (Leverage) या यांत्रिक लाभ (Mechanical Advantage) :-

किसी लीवर के प्रयास भुजा तथा भार भुजा के अनुपात को लीवर लाभ या यांत्रिक लाभ कहते है।

"Ratio of Effort Arm and Load Arm of a lever is k/a Leverage or Mech. Advantage of lever."

$$\frac{\text{Effort Arm}}{\text{Load Arm}} = \frac{AC}{BC} = \frac{W}{P}$$

लीवर के प्रकार (Lever's types)
- सरल लीवर (Simple Lever)
- यौगिक लीवर (Compound lever)

सरल लीवर (Simple Lever) :-

यह एक दृढ़ व सीधी या वक्राकार छड़ है जो एक फलक्रम पर टिकी होती है।

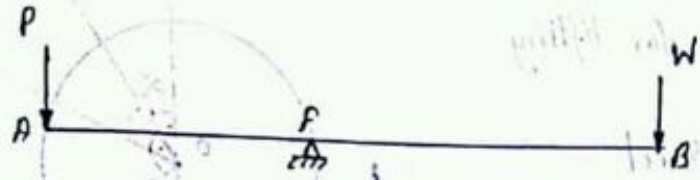
सरल लीवर के प्रकार (of Simple Lever) :-

1. प्रथम श्रेणी लीवर (Class Ist lever)
2. द्वितीय श्रेणी लीवर (Class IInd lever)
3. तृतीय श्रेणी लीवर (Class IIIrd lever)

Applied Mechanics by G.K.Kashyap

Scanned with CamScanner

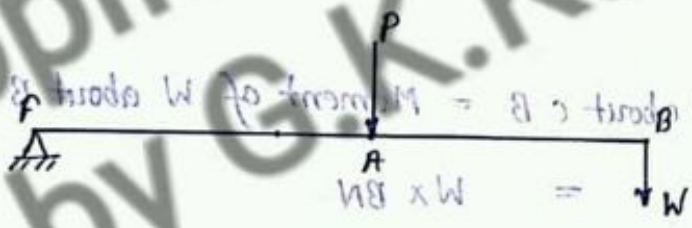
1. प्रथम श्रेणी लीवर (Class I lever) :— इसमें फलक्रम (F or C), भार (W) व प्रयास (P) के मध्य स्थित रहता है।



उदा० — कैंची, सी सॉ झुला, हैन्डपम्प का हैंडिल, फावड़ा, कुदाल

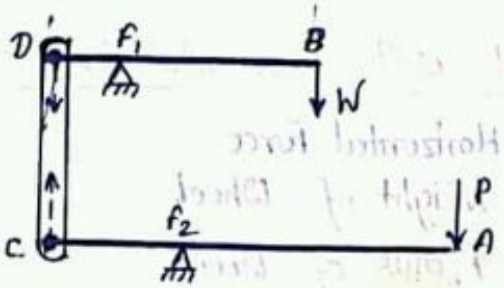
2. द्वितीय श्रेणी लीवर (Class IInd Lever) :— इसमें भार (W), फलक्रम (F) व प्रयास (P) के मध्य में होता है। उदा० — भार उठाने वाली छड़, सरौता, एक पहिया लगा ठेला आदि।

3. तृतीय श्रेणी लीवर (Class IIIrd Lever) :— इसमें प्रयास (P), फलक्रम (F) व भार (W) के मध्य होता है। उदा० — चाकू, चिमटा, चिमटा आदि।



यौगिक लीवर (Compound Lever) :—

अधिक यांत्रिक लाभ प्राप्त करने के लिए दो या दो से अधिक सरल लीवर (simple lever) प्रयोग किये जाते हैं जिसे यौगिक लीवर कहते हैं। इनके द्वारा बहुत कम प्रयास से अधिक भार उठाया जा सकता है।



यौगिक लीवर का लीवर लाभ = सरल लीवरों के लाभों का गुणनफल

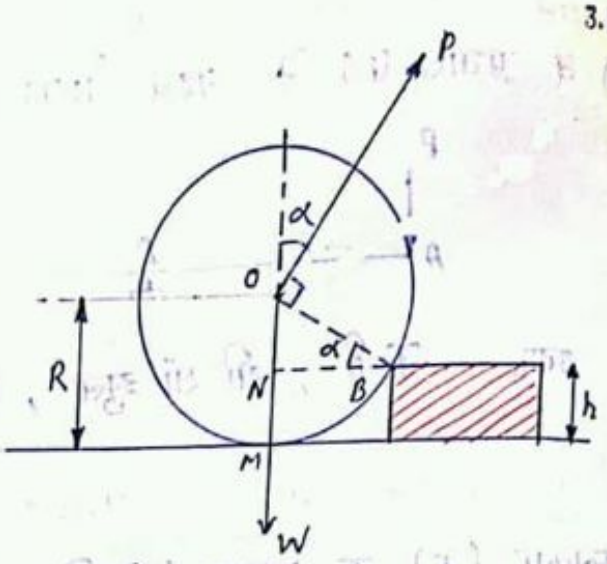
$$\left(\frac{W}{P}\right)_{comp} = \left(\frac{W}{P}\right)_{S_1} + \left(\frac{W}{P}\right)_{S_2} + \text{----}$$

Applied Mechanics by G.K.Kashyap

Scanned with CamScanner

पहिये (Wheel) :-

(i) Wheel with min. force :-



P = Minimum force for lifting wheel.

W = weight of Wheel

R = Radius of wheel

h = height of obstacle or rectangular block (अवरोध या आयताकार टुकड़ा)

$OM = OB = R$ and $NM = h$

$\therefore ON = OM - NM = (R-h)$

from ΔONB,

$$OB^2 = ON^2 + BN^2$$

$$\therefore BN^2 = OB^2 - ON^2$$

$$BN = \sqrt{R^2-(R-h)^2}$$

$$= \sqrt{R^2 - R^2 - h^2 + 2Rh}$$

$$BN = \sqrt{2Rh - h^2}$$

For Wheel lifting,

Moment of P about B = Moment of W about B

$$P \times OB = W \times BN$$

$$P = W \times \frac{BN}{OB}$$

Min. Force $\boxed{P = W \times \frac{\sqrt{2Rh-h^2}}{R}}$

(ii) Wheel with Horizontal force :-

P = Horizontal force

W = Weight of Wheel

R = Radius of Wheel

h = Height of Obstacle

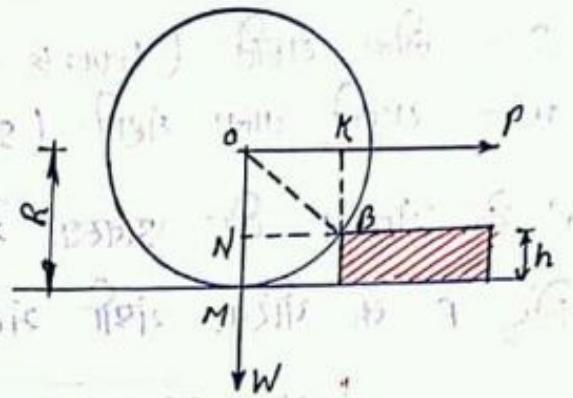
Applied Mechanics by G.K.Kashyap

Scanned with CamScanner

$OM = OB = R$

$BK = ON = OM - MN$

$BK = (R - h)$



from ΔONB,

$$OB^2 = BN^2 + ON^2$$

$$BN^2 = OB^2 - ON^2$$

$$BN = \sqrt{R^2 - (R-h)^2} = \sqrt{R^2 - R^2 - h^2 + 2Rh}$$

$$BN = \sqrt{2Rh - h^2}$$

P Moment about pt. B = W moment about pt. B

$$P \times BK = W \times BN$$

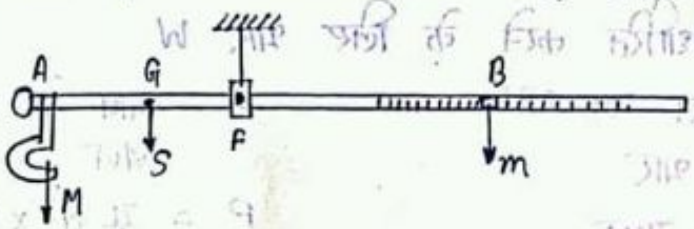
$$P = W \times \frac{BN}{BK}$$

$$\boxed{P = W \times \frac{\sqrt{2Rh - h^2}}{(R-h)}}$$

स्टील यार्ड (Steel Yard) :—

यह एक मशीन है जो संहति (mass) को तोलने (measure) के लिए प्रयोग की जाती है। इसका प्रयोग मुख्यतः रेलवे मालगोदामों, चुंगियों व फैक्ट्रियों आदि में होता है।

सामान्यतः यह एक सीधी छड़ (Rod) है जो एक फलक्रम (fulcrum) के परितः घूम सकती है। फलक्रम के एक ओर निश्चित दूरी पर संहति (M) जिसे तोलना हो, लटकाया जाता है व छड़ के दूसरी ओर एक निश्चित संहति को (m) ऐसी दूरी पर लटकाते हैं कि छड़ क्षैतिज हो जाये।



Applied Mechanics by G.K. Kashyap

Scanned with CamScanner

M = अज्ञात संहति (Unknown mass)
g = लीवर संहति (Lever's mass)
m = सरकने वाला संहति (Sliding mass)

तंत्र के संतुलन की अवस्था में, $\Sigma M = 0$

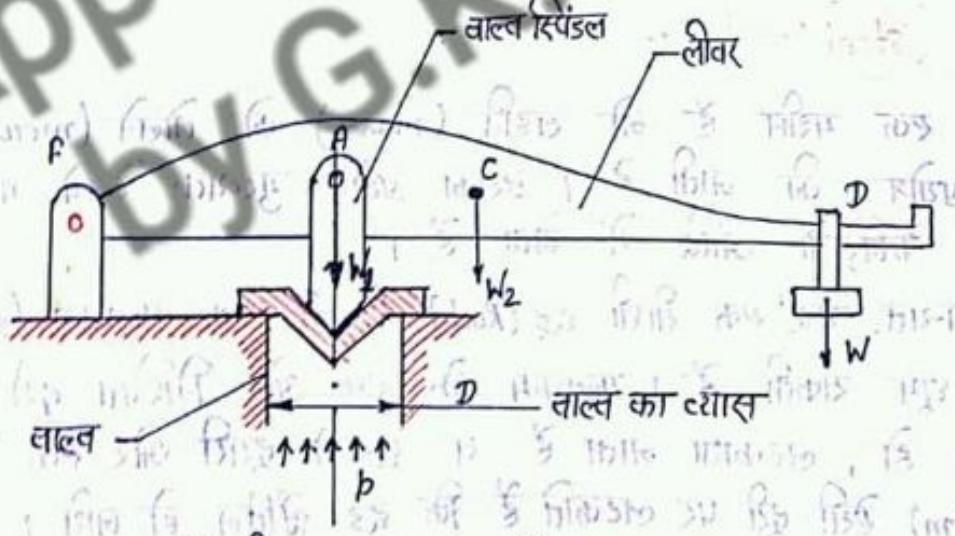
बिंदु F के परितः संभी संहतियों के बलों के घूर्ण लेने से,

$$Mg \times AF + Sg \times GF = mg \times BF$$

लीवर सुरक्षा वाल्व (Lever Safety Valve) :—

इसका उपयोग भाप या अन्य उच्च दाब गैसों के विरुद्ध सुरक्षा के लिए किया जाता है जैसे— बॉयलर (Boiler) etc. । निर्धारित दाब से अधिक दाब हो जाने पर स्वतः ही उच्च दाब सुरक्षा वाल्व से होकर निकल जाती है। जिससे दाब कम हो जाता है।

इसमें एक साधारण लीवर होता है जो एक फलक्रम पर घूम सकती है। लीवर पर एक वाल्व स्पिंडल लगा होता है जो वाल्व को खोलता व बंद करता है। लीवर एक ओर भार लटकाया जाता है जो भाप के दाब को निर्धारित करता है।



W = दाब को निर्धारित करने के लिए भार W
W_1 = वाल्व स्पिंडल का भार
W_2 = लीवर का भार
D = वाल्व का व्यास
b = भाप का वाल्व पर दाब
P = दाब के कारण वाल्व स्पिंडल बल

$$P = \frac{\pi}{4} d^2 \times b$$

Applied Mechanics by G.K Kashyap

Scanned with CamScanner

लीवर के संतुलन की अवस्था में , $\Sigma M = 0$

बिंदु F के परितः सभी बलों का घूर्ण लेने पर ,

$$W \times FD + W_2 \times FC + W_1 \times FA = P \times FA$$

बेल क्रेंक लीवर (Bell crank Lever) :-

बेल क्रेंक लीवर ,, दो भुजाओं वाला लीवर जो किसी बिंदु पर घुमकर क्रिया करता है। विभिन्न युक्तियों (devices) तथा यंत्र विन्यासों (mechanisms) में इसका प्रयोग होता है।

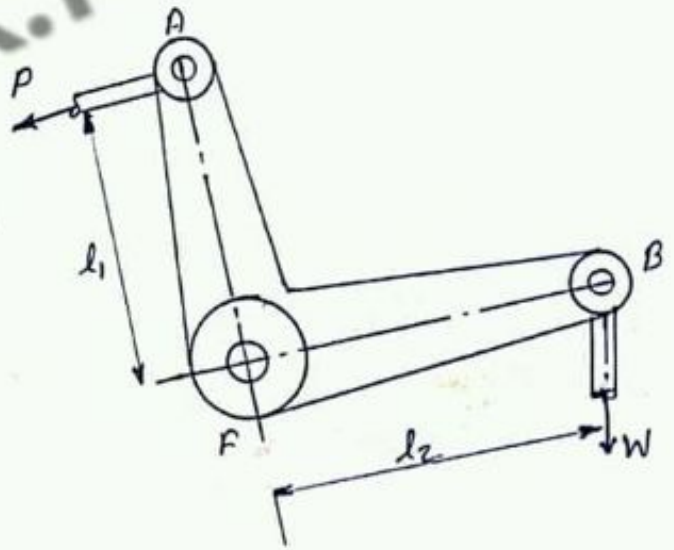
संतुलन की अवस्था में,

$\Sigma M = 0$

बिंदु F के परितः घूर्ण लेने पर

$$P \times l_1 = W \times l_2$$

$$P = W \times \frac{l_2}{l_1}$$



Applied Mechanics by G.K.Kashyap

Scanned with CamScanner