

Pulleys :-

घिसी, लकड़ी या लोहे के बने एक पहिये के समान हैं जिसकी परिधि पर खोंचा बने रहते हैं जिससे उस पर लिपटा गया रस्सा क्रिया के अंतर्गत उतर न सके।

भार उठाने वाली मशीन के संदर्भ में घिसी को पूर्णतया चिकना माना जाता है जिससे घर्षण में व्यय हुआ कार्य शून्य ही जाता है। अतः घिसी के दोनों ओर रस्सी के सिरे में तनाव समान रहेगा। यहाँ रस्से को भी शारहीन मानेंगे।

घिसी के प्रकार :-

घिसी ब्लॉक पर लगी पुलियों की संख्या के आधार पर पुली दो प्रकार की होती है।

(i) एकल घिसी (Single Pulley)

(ii) बहु घिसी (Multiple Pulley)

(i) एकल घिसी (Single Pulley) :- यदि घिसी ब्लॉक पर केवल एक ही घिसी हो तो इसे एकल घिसी कहते हैं। इससे कोई यांत्रिक लाभ नहीं होता वरन् यह प्रयास की दिशा सुविधानुसार बदलने में प्रयोग की जाती है। एकल घिसी निम्नलिखित दो प्रकार की होती है।

(a) अचल घिसी (Fixed Pulley)

(b) चल घिसी (Movable Pulley)

(a) अचल घिसी (Fixed Pulley) :-

यह घिसी पुली ब्लॉक की सहायता से किसी स्थिर बिंदु पर लटकी होती है तथा क्रिया के अंतर्गत ऊपर नीचे नहीं होती।

माना $W =$ भार

$P =$ प्रयास

$\omega =$ पुली व पुली ब्लॉक का

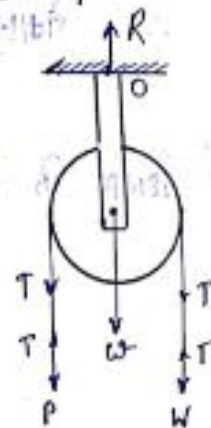
भार

$T =$ रस्सी में तनाव

$$\Sigma V = 0$$

$$R = P + W + \omega$$

$$\text{रस्सी पर } P = T = W$$



समी. - (i)

बिंदु 0 पर प्रतिक्रिया $R = 2W + W$

यदि पुली का नगण्य माने तो $W = 0$

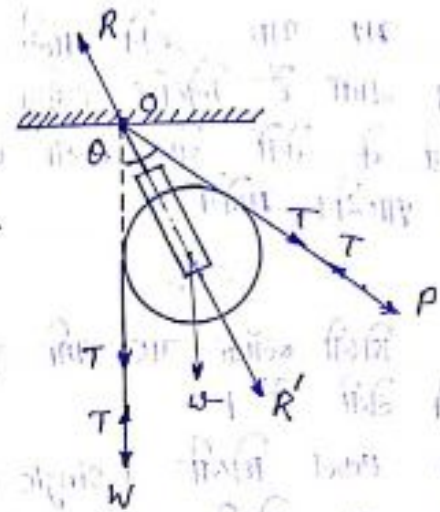
$$\therefore R = 2W$$

यदि पुली पर प्रयास की दिशा ऊर्ध्व से θ कोण पर हो तो प्रयास व भार का परिणामी

$$R' = \sqrt{P^2 + (W+W)^2 + 2P(W+W)\cos\theta}$$

यदि $W = 0$ (नगण्य)

$$R' = \sqrt{P^2 + W^2 + 2PW\cos\theta}$$



अतः बिंदु 0 पर प्रतिक्रिया बल

$$R = R' = \sqrt{P^2 + W^2 + 2PW\cos\theta}$$

पुनः यदि $P = T = W$

$$\therefore R = W\sqrt{2 + 2\cos\theta}$$

अब धिड़ी की दशा में, यदि प्रयास P लगने से W भार x दूरी ऊपर चलता है। अतः

प्रयास P द्वारा चली दूरी = x

भार W द्वारा चली दूरी = x

$$\therefore \text{वेगानुपात } V.R. = \frac{x}{x} = 1$$

$$V.R. = 1$$

आदर्श धिड़ी के लिए

$$\eta = \frac{M.A.}{V.R.}$$

$$\therefore M.A. = \eta \times V.R.$$

$$M.A. = V.R. = 1$$

(b) चल घिसी (Movable Pulley):-

चल घिसी ब्लॉक सहित ऊपर व नीचे हो सकती है।

यदि प्रयास P के कारण भार W , x दूरी ऊपर की ओर चलता है। अतः चल पुली पर कुल रस्सी की लम्बाई में कमी $2x$ होगी। इस प्रकार प्रयास P कुल $2x$ दूरी नीचे लगेगा।

$$\therefore y = 2x$$

$$x = x$$

\therefore वेगानुपात

$$V.R. = \frac{y}{x} = \frac{2x}{x}$$

$$\therefore \boxed{V.R. = 2}$$

अथवा, चल घिसी पर, $W = 2T$

अचल घिसी पर, $P = T$

$$\therefore P = \frac{W}{2}$$

$$\therefore \text{यांत्रिक लाभ } M.A. = \frac{W}{P}$$

$$\therefore \boxed{M.A. = 2}$$

आदर्श घिसी के लिए, $\eta = 1$

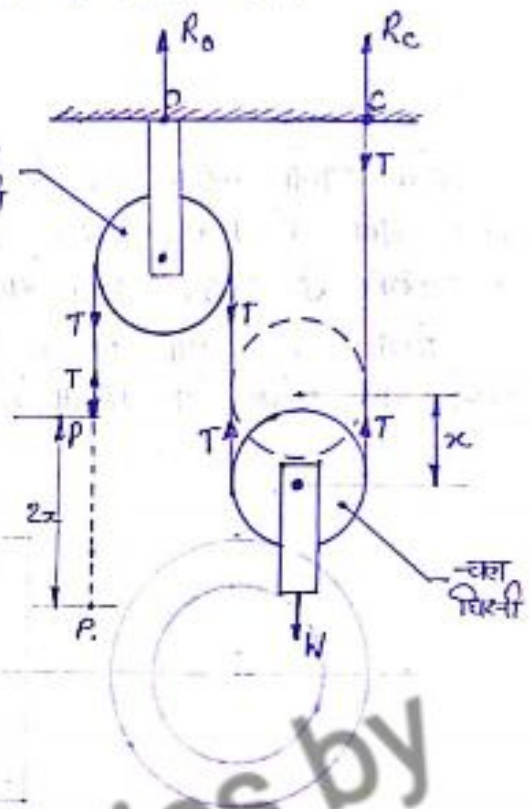
$$\boxed{M.A. = V.R. = 2}$$

यदि पुली ब्लॉक का भार w हो तो

$$\text{बिंदु } C \text{ पर प्रतिक्रिया } R_c = T = \frac{W+w}{2}$$

$$\text{बिंदु } O \text{ पर प्रतिक्रिया } R_o = 2T + w$$

$$R_o = W + w + w = W + 2w$$



अब माना-चलपुलियों की संख्या n हो तो

$$P = T_3 = \frac{W}{2^n} + \frac{W_1}{2^n} + \frac{W_2}{2^{n-1}} + \frac{W_3}{2^{n-2}} + \dots + \frac{W_n}{2}$$

or $2^n P = W + W_1 + 2W_2 + 2^2 W_3 + \dots + 2^n W_n$
यदि सभी पुलियों का भार समान है। $W_1 = W_2 = W_3 = \dots = W_n = W$

$$\therefore P = \frac{W + W(1 + 2 + 2^2 + 2^3 + \dots + 2^n)}{2^n}$$

$$P = \frac{W + W(2^n - 1)}{2^n} \quad \text{--- (i)}$$

यांत्रिक लाभ (M.A.) = $\frac{W}{P}$

$$M.A. = \frac{W \cdot 2^n}{W + W(2^n - 1)}$$

आदर्श मशीन की स्थिति में $\eta = 1$

$$\therefore V.R. = M.A. = \frac{W \cdot 2^n}{W + W(2^n - 1)} \quad \text{--- (ii)}$$

यदि पुलियों का भार नगण्य हो तो $W = 0$

$$V.R. = M.A. = \frac{W \cdot 2^n}{W}$$

$$V.R. = M.A. = 2^n \quad \text{--- (iii)}$$

अतः n = चल पुलियों की संख्या

Note :- उपरोक्त विधियों से हम देखते हैं कि

Ist Method से, $V.R. = 2^n$

IInd Method से,

$$M.A. = \frac{W \cdot 2^n}{W + W(2^n - 1)}$$

इस प्रकार हम देखते हैं कि पुलियों का भार का वेगानुपात पर कोई प्रभाव नहीं पड़ता परन्तु यांत्रिक लाभ अवश्य ही प्रभावित होता है।

समी. (ii) से, यदि पुलियों का भार बढ़ता है तो यांत्रिक लाभ (M.A.) घटता है अतः प्रथम निकाय में अचि. M.A. के लिए पुलियों का भार न्यूनतम रखना चाहिए।

उपरोक्त प्रबंध के संतुलन की अवस्था में

$$P = T$$

तथा

$$6T = W + W$$

$$\therefore P = \frac{W + W}{6}$$

$$\therefore M.A. = \frac{W}{P} = \frac{W + W}{\frac{W + W}{6}}$$

$$M.A. = 6$$

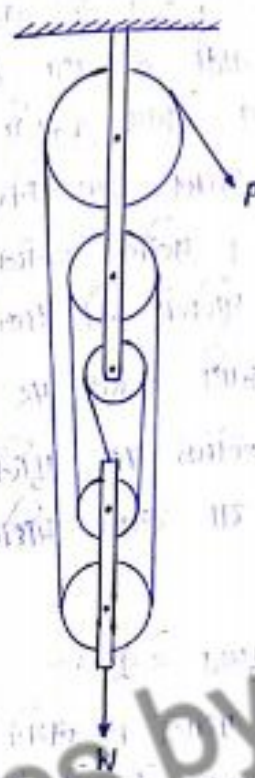
यदि पुलियों की संख्या n हो तो

$$P = \frac{W + W}{n}$$

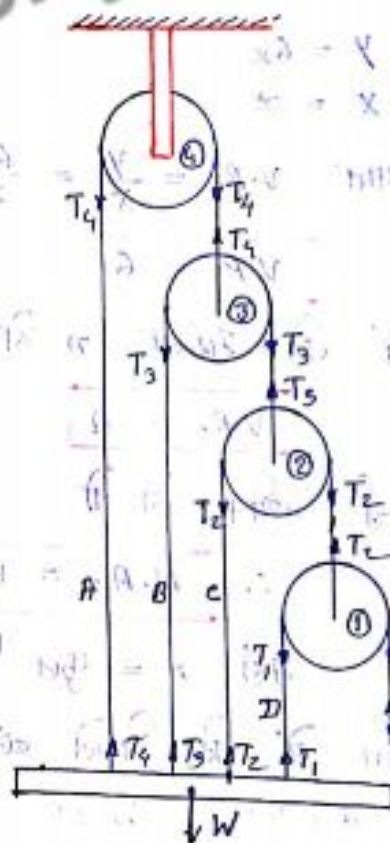
$$\therefore M.A. = n$$

आदर्श मशीन की स्थिति में, $\eta = 1$

$$V.R. = M.A. = n$$



(iii) घिरनियों का तृतीय निकाय (Third system of Pulleys)



(A) वेगानुपात :-

माना प्रयास P लगाने से भार W x दूरी ऊपर चलता है तो रस्सी- A, B, C, D भी x ऊपर चलेगी। इस प्रकार पुली-4 पर कुल रस्सी में कमी $4x$ होगी अतः पुली-3 $2x$ नीचे चलेगी और पुली-2 पर रस्सी की लं. $4x$ कम होगी और पुली-1 $4x$ दूरी नीचे चलेगी तथा प्रयास P (रस्सी- A के x दूरी ऊपर चलेगी से) $8x$ नीचे चलेगा।

इसी प्रकार रस्सी-6 के कारण प्रवास P , $4x$ तथा रस्सी c के कारण प्रवास P , x व रस्सी- n के कारण प्रवास P , x नीचे की ओर चलेगा।

अतः प्रवास P द्वारा कुल चली दूरी $y = 8x + 4x + 2x + x$
 $= 15x$

बाद W द्वारा चली दूरी $x = x$

\therefore वेगानुपात (V.R.) $= \frac{y}{x} = \frac{15x}{x} = 15$

V.R. $= 2^4 - 1$

यदि निकाय में कुल पुलियों की संख्या n हो तो

$V.R. = 2^n - 1$

आदर्श मशीन की स्थिति में, $\eta = 1$

$\therefore M.A. = V.R. = 2^n - 1$

(B) गोलिक लाथ (M.A.) :-

माना पुली-1, 2, 3, 4 का भार क्रमशः $\omega_1, \omega_2, \omega_3, \omega_4$ हो तथा निकाय के संतुलन की स्थिति में,

$T_1 = P$

पुली-1 पर

$T_2 = 2T_1 + \omega_1$

$T_2 = 2P + \omega_1$

पुली-2 पर

$T_3 = 2T_2 + \omega_2$

$T_3 = 2^2P + 2\omega_1 + \omega_2$

पुली-3 पर

$T_4 = 2T_3 + \omega_3$

$T_4 = 2^3P + 2^2\omega_1 + 2\omega_2 + \omega_3$

$W = T_1 + T_2 + T_3 + T_4$

$W = P + (2P + \omega_1) + (2^2P + 2\omega_1 + \omega_2) + (2^3P + 2^2\omega_1 + 2\omega_2 + \omega_3)$

$W = P(1 + 2 + 2^2 + 2^3) + \omega_1(1 + 2 + 2^2) + \omega_2(1 + 2) + \omega_3$

$W = P(2^0 + 2^1 + 2^2 + 2^3) + \omega_1(2^0 + 2^1 + 2^2) + \omega_2(2^0 + 2^1) + \omega_3 2^0$

$W = P \left[\frac{2^0(2^4 - 1)}{2 - 1} \right] + \omega_1 \left[\frac{2^0(2^3 - 1)}{2 - 1} \right] + \omega_2 \left[\frac{2^0(2^2 - 1)}{2 - 1} \right]$

$+ \omega_3 \left[\frac{2^0(2^1 - 1)}{2 - 1} \right]$

यदि निकाय में n पुलियाँ हों तो

$W = P(2^n - 1) + \omega_1(2^{n-1} - 1) + \omega_2(2^{n-2} - 1) + \dots + \omega_{n-1}(2^1 - 1)$

माना सभी पुलियों का भार समान हो तो

$$W_1 = W_2 = W_3 = W_4 = \dots = W_n = W$$

$$W = P(2^n - 1) + W[(2^{n-1} - 1) + (2^{n-2} - 1) + (2^{n-3} - 1) + \dots + (2^1 - 1)]$$

$$= P(2^n - 1) + W[(2^1 + 2^2 + 2^3 + \dots + 2^{n-1}) - (n-1)]$$

$$= P(2^n - 1) + W\left[\frac{2(2^{n-1} - 1)}{2 - 1} - (n-1)\right]$$

$$= P(2^n - 1) + W[2^n - 2 - n + 1]$$

$$W = P(2^n - 1) + W(2^n - n - 1)$$

$$\therefore \text{यांत्रिक लाभ} = \frac{W}{P} = \frac{P(2^n - 1) + W(2^n - n - 1)}{P} \quad \text{--- (ii)}$$

यदि पुलियों का भार नगण्य हो $W = 0$

$$\therefore \text{यांत्रिक लाभ (M.A.)} = \frac{P(2^n - 1)}{P}$$

$$M.A. = (2^n - 1)$$

आदर्श मशीन की स्थिति में, $\eta = 1$

$$\therefore \boxed{V.R. = M.A. = (2^n - 1)}$$

यहाँ n = निकाय में कुल पुलियों की संख्या

समी. (ii) से, निकाय का यांत्रिक लाभ (M.A.) पुलियों का भार बढ़ने से बढ़ता है। अतः तृतीय निकाय से अधिकतम यांत्रिक लाभ प्राप्त करने के लिए पुलियों का भार अधिकतम रखना चाहिए।