

SUBJECT: Theory Of Machine
SUBJECT CODE: 2037471(037)

UNIT-1.0 POPULAR PLANAR MECHANISMS

1.1 Kinematics of Machines: Introduction to Statics, Kinematics, Kinetics, Dynamics. Mechanism and machine, rigid and resistant bodies, Kinematic links, joints, pairs, chain and its types, degree of freedom, Constrained motion and its types.

1.2 Four link planar mechanisms and Inversions:

- i. Four bar chain: Locomotive coupler, Beam engine and Pantograph.
- ii. Single slider Crank chain: Pendulum pump, Rotary I.C. engine mechanism, Oscillating cylinder engine, Whitworth quick return Mechanism, Quick return mechanism of shaper.
- iii. Double Slider chain: Scotch Yoke mechanism, Elliptical trammels, Oldham's Coupling.

PREPARED BY: RAKESH RAY

SUBJECT: Theory Of Machine
SUBJECT CODE: 2037471(037)

UNIT-1.0 POPULAR PLANAR MECHANISMS

ASSIGNMENT - 1

1. Define the following:

निम्नलिखित को परिभाषित कीजिए।

- | | |
|--------------------|---------------------|
| (i) Static | (i) स्थैतिकी |
| (ii) Dynamics | (ii) गतिकी |
| (iii) Kinetics | (iii) बल गतिकी |
| (vi) Kinematics | (iv) शुद्धगतिकी |
| (v) Resistant Body | (v) प्रतिरोधी पिण्ड |
| (vi) Rigid Body | (vi) दृढ़ पिंड |

2. Define the following:

निम्नलिखित को परिभाषित कीजिए।

- | | |
|-----------------------|-----------------------|
| (i) Degree of freedom | (i) डिग्री ऑफ फ्रीडम |
| (ii) Kinematics Link | (ii) शुद्धगतिकी लिंक: |
| (iii) Kinematic chain | (iii) शुद्धगतिकी कड़ी |
| (vi) Kinematic pair | (vi) शुद्धगतिकी युगल |

3. Define the following:

निम्नलिखित को परिभाषित कीजिए:

- | | |
|------------------------------|-------------------------|
| (i) Mechanism | (i) यंत्रावली |
| (ii) Inversion | (ii) उत्क्रमण |
| (iii) Inversion of Mechanism | (iii) तंत्र का उत्क्रमण |

4. With the help of neat a sketch, explain the types of constrained motion.

स्वच्छ चित्रों की सहायता से विभिन्न प्रकार की बाधित गति को समझाइए।

5. Explain double slider crank chain with the help of its inversion.

डबल स्लाइडर फ्रेंक चेन को उनके उत्क्रमण की सहायता से समझाइए।

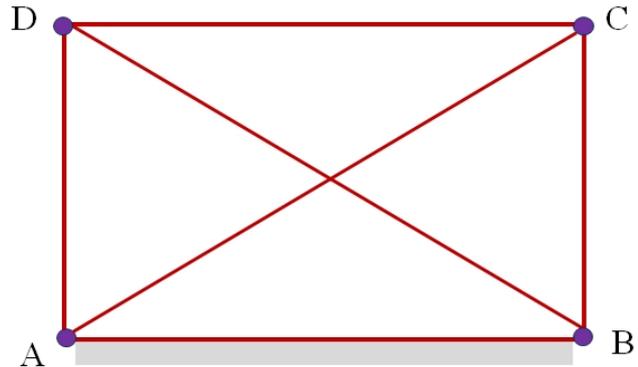
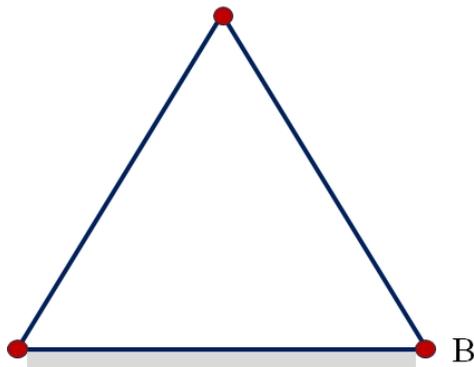
6. What do you understand by the word inversion? Write down the name of different types of inversions of 4 bar chain and explain beam engine mechanism.

इन्वर्जन शब्द से आप क्या समझते हैं? 4 बार चेन के विभिन्न प्रकार के इन्वर्जन के नाम लिखिए और बीम इंजन तंत्र की व्याख्या कीजिए।

7. Describe with the help of neat sketch the crank and slotted bar quick return motion mechanism. फ्रेंक एवं खांचित (स्लॉटेड) लीवर द्रुतगति विन्यास को रेखाचित्र खींचकर समझाइए।

8. A crank and slotted lever mechanism used in a shaper has a centre distance of 250 mm between the centre of oscillation of the slotted lever and the centre of rotation of the crank. The radius of the crank is 100 mm. Find the ratio of the time of cutting to the time of return stroke. एक शेपर में फ्रैंक एवं खॉचित लीवर यंत्रावली का उपयोग किया गया है जिसमें खॉचित लीवर के दोलन केन्द्र तथा फ्रैंक के घूर्णन केन्द्र के बीच की दूरी 250 मिमी है। फ्रैंक की त्रिज्या 100 मिमी है। कर्तन स्ट्रोक के समय तथा वापसी स्ट्रोक के समय का अनुपात ज्ञात कीजिए।

9. Define degree of freedom. Find degree of freedom of the given mechanism: स्वतंत्रता की कोटि को परिभाषित कीजिए तथा निम्नलिखित मैकेनिज्म के लिए स्वतंत्रता की कोटि निकालिए :



10. What is single slider crank chain mechanism? Describe with the help of a neat sketch the crank and slotter lever mechanism. सरल स्लाइडर फ्रैंक चैन यंत्रावली क्या है? फ्रैंक और स्लोटेड लीवर मैकेनिज्म को रेखाचित्र बनाकर समझाइए ।

11. What is kinematic link? Explain in short with a suitable example. शुद्धगतिक कड़ी क्या होती है ? उपयुक्त उदाहरण देते हो... हुए संक्षेप में समझाइये।

12. A crank and slotted lever mechanism used in a shaper has a centre distance of 300 mm between the centre of oscillation of the slotted lever and the centre of rotation of the crank. The radius of the crank is 120 mm. Find the ratio of the time of cutting to the time of return stroke. एक शेपर में क्रैन्क एवं खॉचित लीवर यंत्रावली का उपयोग किया गया है जिसमें खॉचित लीवर के दोलन केन्द्र तथा क्रैन्क के घूर्णन केन्द्र के बीच की 300 मिमी है। क्रैन्क की त्रिज्या 120 मिमी हो, तो दूरी स्ट्रोक के समय तथा वापसी स्ट्रोक के समय का अनुपात ज्ञात कीजिए।

13. Explain difference between Mechanism and Machines. यंत्र विन्यास तथा मशीन में अन्तर स्पष्ट कीजिये।

14. What do you understand by Kinematic Pair? Describe with neat sketch different types of Kinematic Pairs. शुद्धगतिक युगल से आप क्या समझते हैं? विभिन्न प्रकार के शुद्धगतिक युगल का चित्र सहित वर्णन कीजिए।

15. In a Whitworth quick return motion mechanism distance between the fixed center is 60 mm and the length of the driving crank is 80 mm the length of the slotted lever is 160 mm and the length of the connecting rod is 140 mm. Find the ratio of the time of cutting stroke to the time of return stroke and also the effective stroke.

PREPARED BY: RAKESH RAY

SUBJECT: Theory Of Machine

SUBJECT CODE: 2037471(037)

UNIT-1.0 POPULAR PLANAR MECHANISMS

THEORY OF MACHINES:

Theory of Machines is a branch of engineering science that deals with the study of relative motion between the various parts of a machine and the forces that act on them. It's essentially the study of how machines work, focusing on both their motion and the forces involved.

मशीन सिद्धांत (Theory of Machines):

मशीन सिद्धांत इंजीनियरिंग विज्ञान की एक शाखा है जो किसी मशीन के विभिन्न भागों के बीच सापेक्ष गति और उन पर कार्य करने वाले बलों के अध्ययन से संबंधित है। यह अनिवार्य रूप से यह अध्ययन है कि मशीनें कैसे काम करती हैं, जिसमें उनकी गति और इसमें शामिल बल दोनों पर ध्यान केंद्रित किया जाता है।

Statics:

Statics is the branch of science which deals with the force and their effects, while acting the body in rest or in a state of constant velocity. It focuses on the analysis of forces acting on a system that is in equilibrium, meaning the net force and net torque acting on the system are zero.

स्थैतिकी:

स्थैतिकी यह विज्ञान की वह शाखा है जो विरामावस्था में पिंड पर लगने वाले बल और उनके प्रभावों से संबंधित है। या नियत वेग की अवस्था में पिंडों से संबंधित है। यह एक तंत्र पर कार्य करने वाले बलों के विश्लेषण पर केंद्रित है जो संतुलन में है, जिसका अर्थ है कि तंत्र पर कार्य करने वाला कुल बल और कुल बल आघूर्ण शून्य है।

Dynamics:

Dynamics is the branch of science which deals with the force and their effects, while acting the body in motion or that studies the motion of bodies and the forces that cause or change that motion.

गतिकी / गतिविज्ञान:

गतिकी विज्ञान की वह शाखा है जो गतिमान पिंड पर लगने वाले बल और उनके प्रभावों से संबंधित है या जो पिंडों की गति और उन बलों का अध्ययन करती है जो उस गति का कारण बनते हैं या उसे बदलते हैं।

Kinematics:

Kinematics is the branch of science that studies the motion of objects without considering the forces that cause that motion.

Study of motion of mechanical points, bodies and system without considering of force acting on them. Study of position, displacement, speed, velocity, acceleration, rotation

सुद्ध गतिकी:

सुद्ध गतिकी विज्ञान की वह शाखा है जो वस्तुओं की गति का अध्ययन बिना उन बलों को ध्यान में रखे करती है जो उस गति का कारण बनते हैं।

यांत्रिक बिंदुओं, निकायों और प्रणाली की गति का अध्ययन, उन पर कार्य करने वाले बल पर विचार किए बिना। स्थिति, विस्थापन, गति, वेग, त्वरण, घूर्णन का अध्ययन

Kinetics:

Kinetics Study of motion with reference of force. Study of inertia force

Kinetics is the branch of science that studies the motion of bodies and the forces that cause or change that motion.

बल गतिकी:

बल गतिकी विज्ञान की वह शाखा है जो पिंडों की गति और उन बलों का अध्ययन करती है जो उस गति का कारण बनते हैं या उसे बदलते हैं।

बल गतिकी बल के संदर्भ में गति का अध्ययन । जड़त्व बल का अध्ययन

Rigid Body:

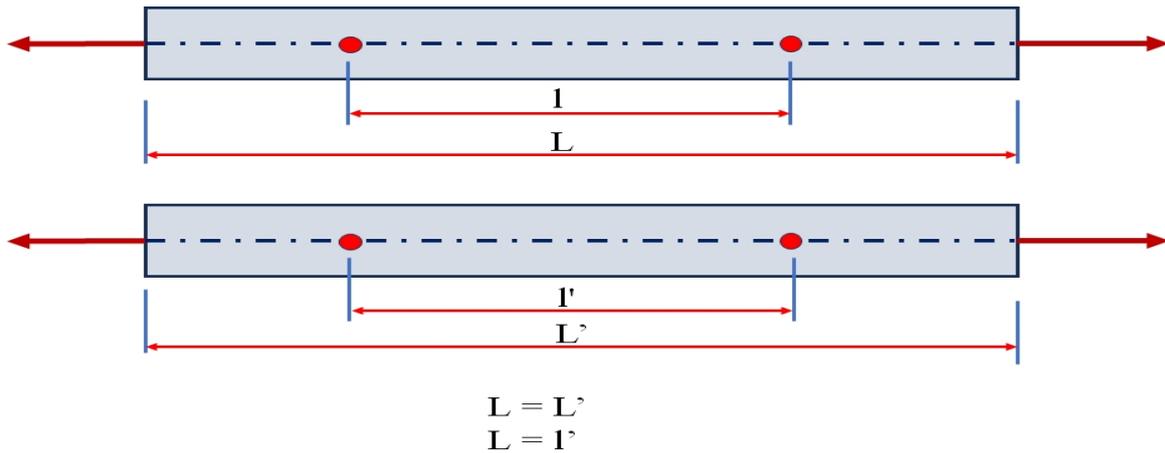
A rigid body is a solid body in which deformation is zero or so small can be neglected.

A rigid body is an idealized object that does not deform under the influence of external forces. In simpler terms, it's an object where the distance between any two points on the object remains constant, regardless of the forces applied to it.

दृढ़ पिंड (Rigid Body):

दृढ़ पिंड कठोर शरीर एक ठोस शरीर है जिसमें विरूपण शून्य या इतना छोटा होता है कि उसे नज़रअंदाज़ किया जा सकता है।

दृढ़ पिंड एक आदर्श वस्तु है जो बाहरी बलों के प्रभाव में विकृत नहीं होती है। सरल शब्दों में, यह एक ऐसी वस्तु है जिसमें वस्तु पर किन्हीं दो बिंदुओं के बीच की दूरी, उस पर लगाए गए बलों की परवाह किए बिना, स्थिर रहती है।



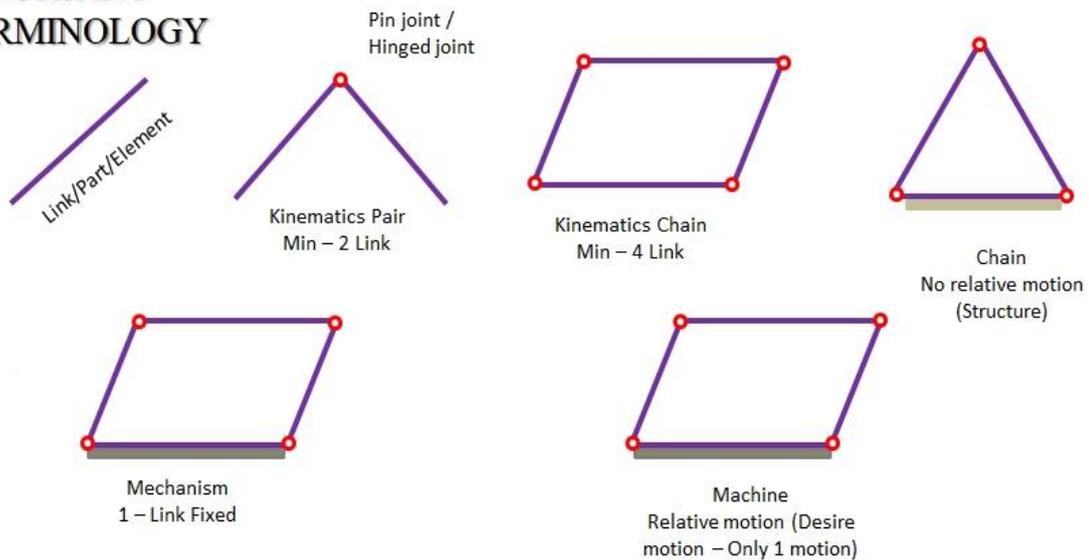
Resistant Body:

A rigid body is said to be resistant if it is capable of transmitting the required force with negligible deformation. These bodies are the parts of the machine which are used for transmitting motion and forces.

प्रतिरोधी पिंड" (Resistant Body):

किसी कठोर निकाय को प्रतिरोधी कहा जाता है यदि वह नगण्य विरूपण के साथ आवश्यक बल संचारित करने में सक्षम हो। ये निकाय मशीन के वे भाग हैं जिनका उपयोग गति और बलों को संचारित करने के लिए किया जाता है

IMPORTANT TERMINOLOGY



CONSTRAINED MOTION / RELATIVE MOTION

Constrained motion describes the movement of an object with respect to another object where its freedom of movement is restricted in some way.

Types of Constrained Motion:

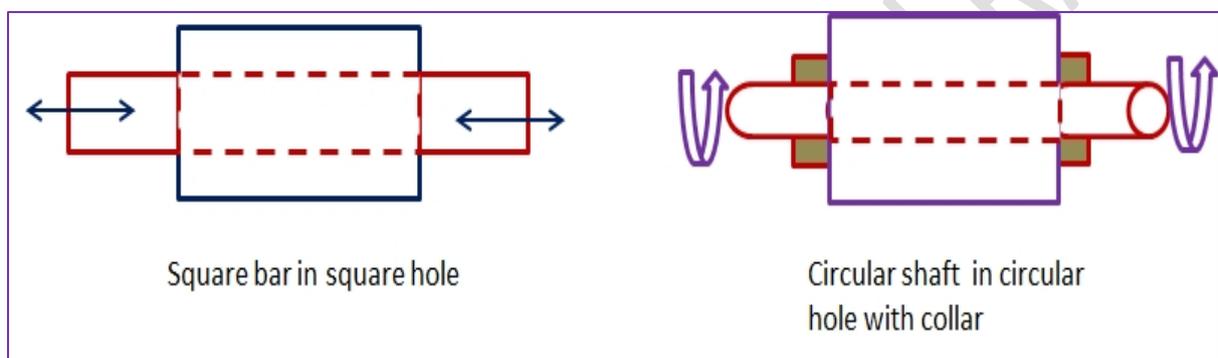
1. **Completely Constrained motion (Constrain motion or Desired motion)**
2. **Incompletely Constrained motion (Unconstraint motion or undesired motion)**
3. **Partially Successfully Constrained motion (Constrain motion or Desired motion)**

1. Completely Constrained motion (Constrain motion or Desired motion)

The object's movement is restricted to a single direction, regardless of the applied forces. Motion between two element of a pair is one direction irrespective of the direction of force applied.

Ex:

- Square bar in square hole.
- Circular shaft with collar.



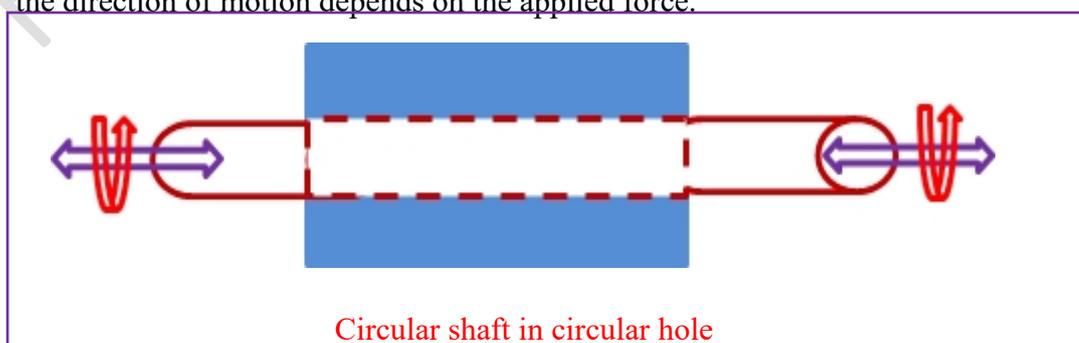
2. Incompletely Constrained motion (Unconstraint motion or undesired motion)

The object can move in multiple directions, and the direction of motion can change based on the direction of the applied force.

Motion between two elements of a pair is more than one direction and depends upon direction of force applied.

Ex:

- A circular shaft moving within a circular hole. It can rotate or slide within the hole, and the direction of motion depends on the applied force.



3. Partially Successfully Constrained motion (Constrain motion or Desired motion)

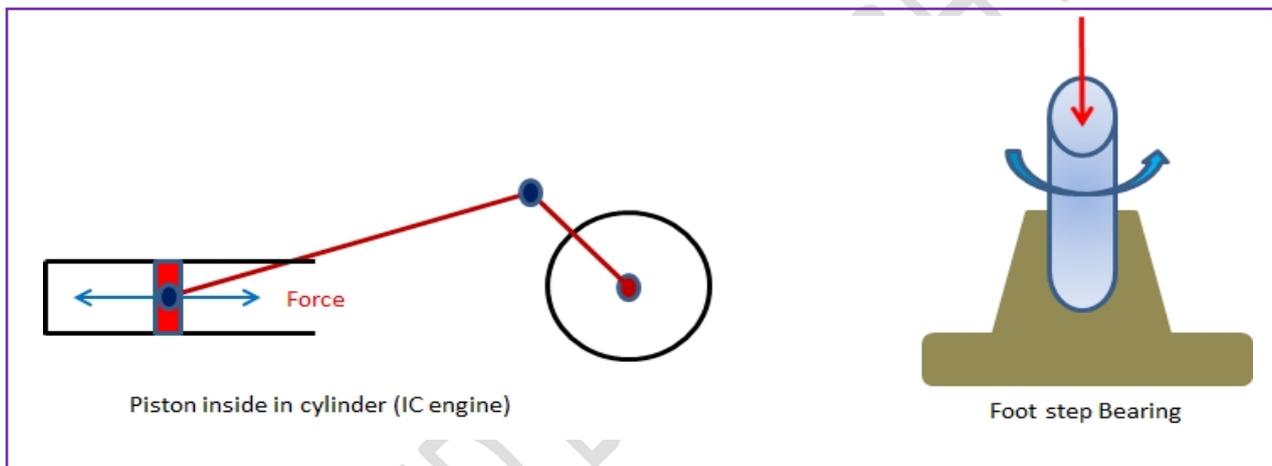
The object can move in multiple directions without external forces, but the application of external forces restricts the motion to a single direction.

Motion between two elements of a pair is more than one direction but it made to have motion only in one direction by applying some external force.

Ex:

- Foot step Bearing
- Cam & follower
- Piston inside in cylinder (IC engine)

A shaft moving within a footstep bearing. Without an external force, it can rotate or move upwards. However, applying a compressive load can constrain the motion to rotation only.



बाध्य गति (CONSTRAINED MOTION / RELATIVE MOTION)

बाध्य गति किसी वस्तु की ऐसी गति को दर्शाती है किसी अन्य वस्तु के संबंध में जहां उसकी गति की स्वतंत्रता किसी न किसी रूप में प्रतिबंधित होती है।

बाध्य गति के प्रकार

1. पूर्णतः बाध्य गति (बाधित गति या वांछित गति):
2. अपूर्ण रूप से बाधित गति (अनियंत्रित गति या अवांछित गति):
3. आंशिक रूप से सफलतापूर्वक बाधित गति (बाधित गति या वांछित गति):

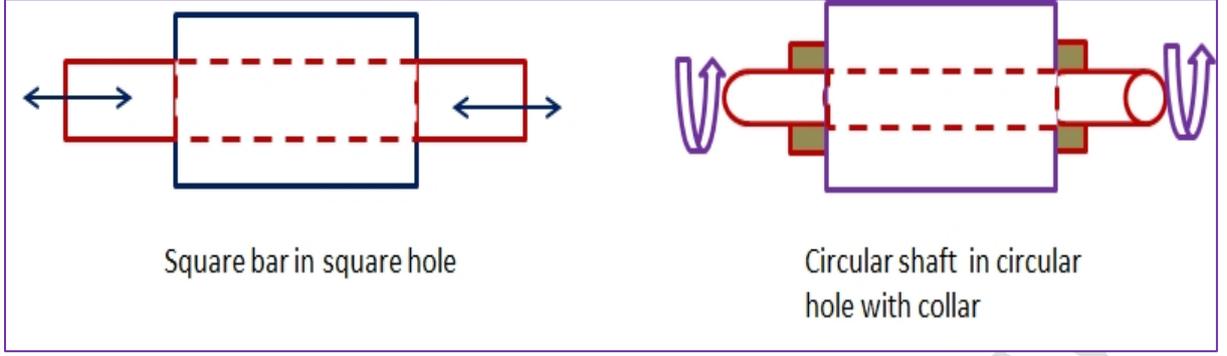
1. पूर्णतः बाध्य गति (बाधित गति या वांछित गति):

वस्तु की गति को लागू बलों की परवाह किए बिना एक ही दिशा तक सीमित कर दिया जाता है। एक युग्म के दो तत्वों के बीच गति एक ही दिशा में होती है, चाहे लगाए गए बल की दिशा कुछ भी हो।

उदाहरण:

- ♣ चौकोर छेद में चौकोर बार।

• कॉलर के साथ गोलाकार शाफ्ट।



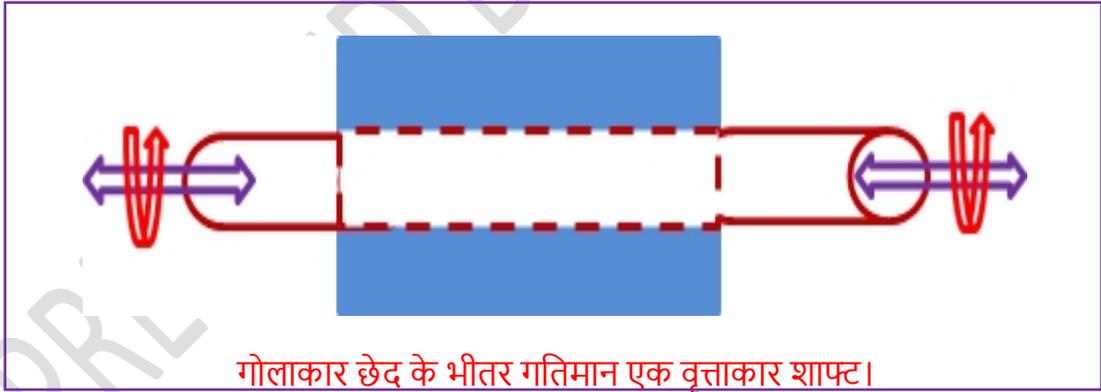
2. अपूर्ण रूप से बाधित गति (अनियंत्रित गति या अवांछित गति):

वस्तु कई दिशाओं में गति कर सकती है, और गति की दिशा लागू बल की दिशा के आधार पर बदल सकती है।

एक युग्म के दो तत्वों के बीच गति एक से अधिक दिशाओं में होती है तथा यह लगाए गए बल की दिशा पर निर्भर करती है।

उदाहरण:

- एक गोलाकार छेद के भीतर गतिमान एक वृत्ताकार शाफ्ट। यह छेद के भीतर घूम या स्लाइड कर सकता है, और गति की दिशा लागू बल पर निर्भर करती है।



3. आंशिक रूप से सफलतापूर्वक बाधित गति (बाधित गति या वांछित गति):

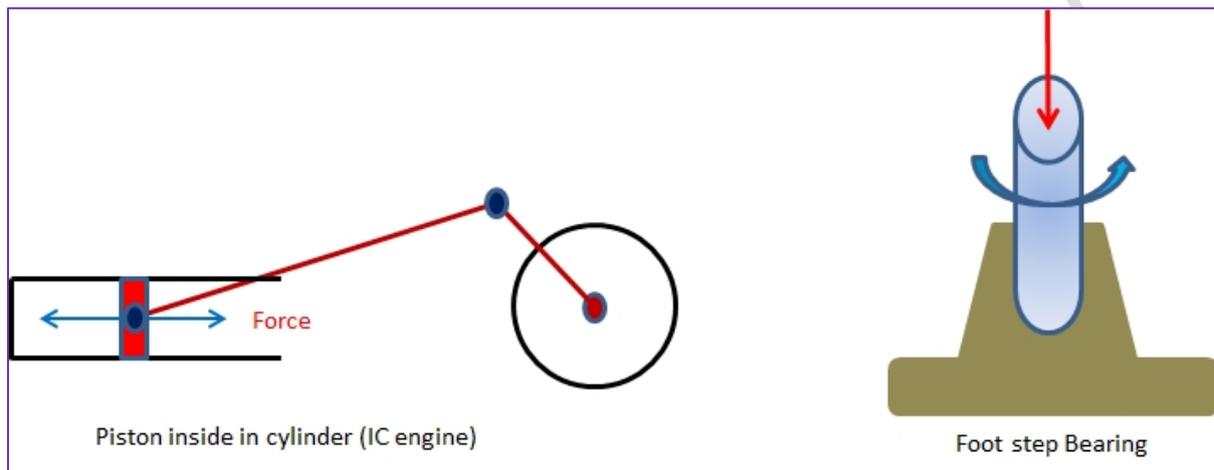
वस्तु बाहरी बलों के बिना कई दिशाओं में गति कर सकती है, लेकिन बाहरी बलों के आवेदन से गति को एक ही दिशा तक सीमित कर दिया जाता है।

एक युग्म के दो तत्वों के बीच गति एक से अधिक दिशाओं में होती है, लेकिन कुछ बाह्य बल लगाने पर यह गति केवल एक ही दिशा में होती है।

उदाहरण:

- ♣ फुट स्टेप बेयरिंग
- ♣ कैम और फॉलोवर
- ♣ सिलेंडर के अंदर पिस्टन (आईसी इंजन)

फुटस्टेप बेयरिंग के भीतर गतिमान एक शाफ्ट। बाहरी बल के बिना, यह घूम सकता है या ऊपर की ओर जा सकता है। हालांकि, एक संपीड़ित भार लागू करने से गति को केवल घूर्णन तक सीमित किया जा सकता है।



KINEMATICS LINK:

Every part of a machine which is having some relative motion with respect to some other part is known as kinematics link.

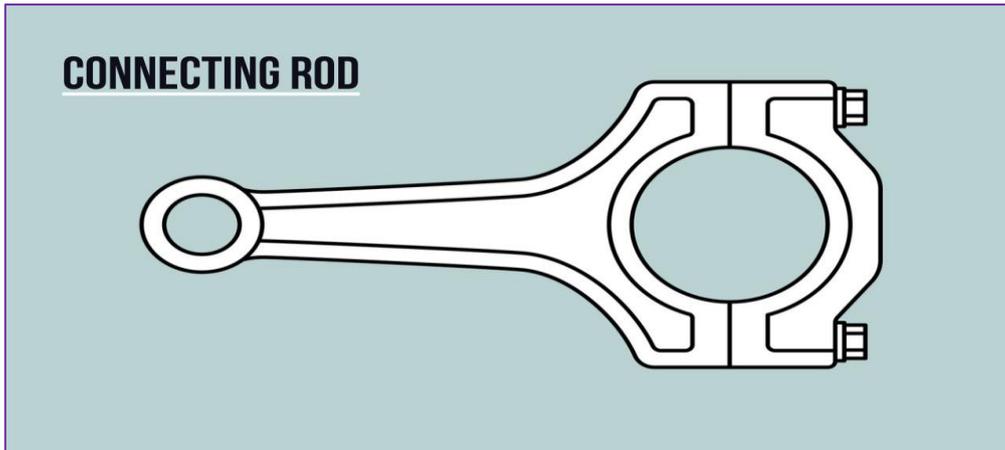
It is a resistant body which is capable of transmitted power and the motion from one element to another element.

Types of Kinematics Link to transmitted motion:

1. Rigid Link
2. Flexible Link
3. Fluid Link

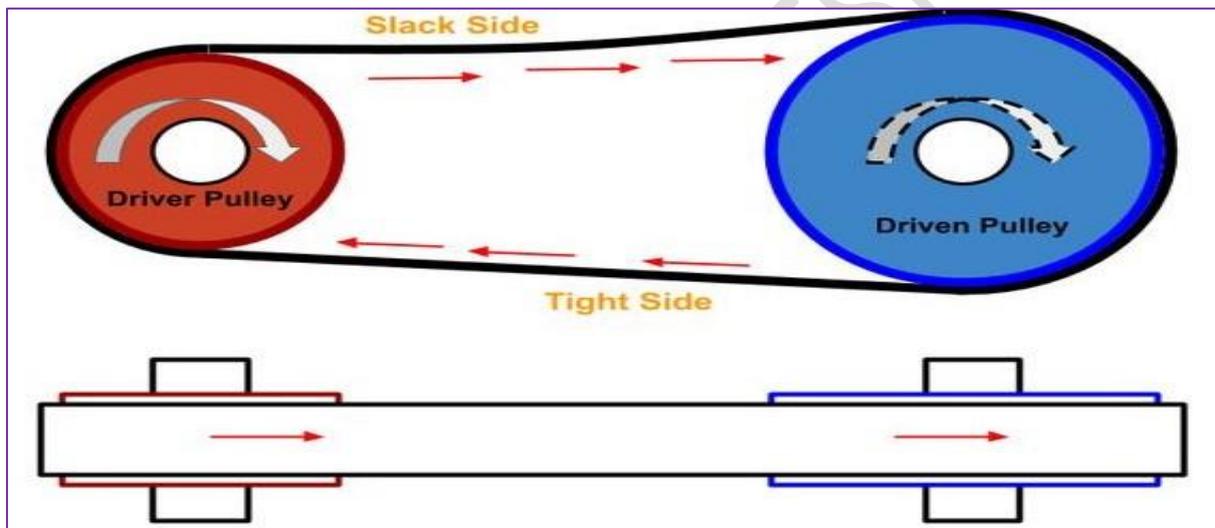
Rigid Link:

A rigid link is one which does not undergo any deformation while transmitting motion from one link to another link such as Crank shaft, piston rod, connecting rod, cylinder.



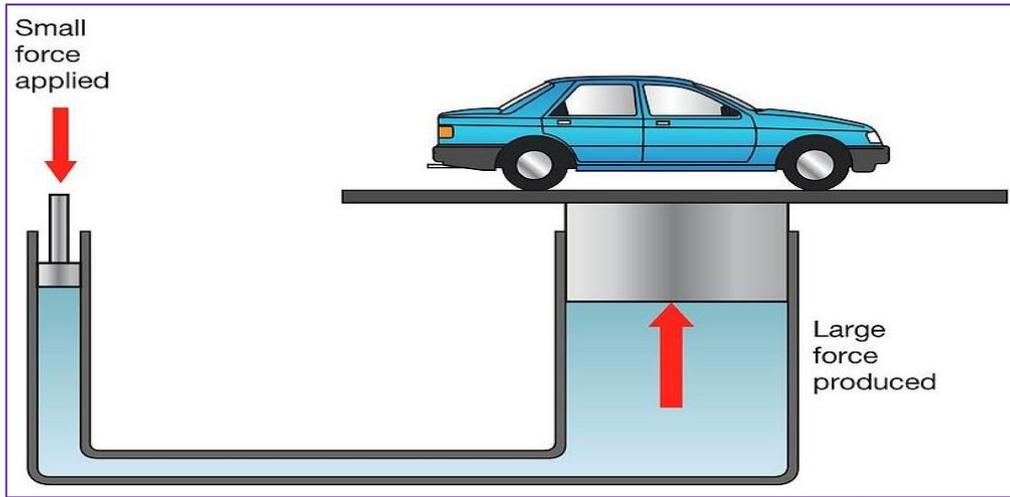
Flexible Link:

A flexible link is the link which deforms while transmitting the motion but does not affect its function of transmitting motion such as belts, chains, Rope, spring etc.



Fluid link:

Fluid link is the link which uses the fluid pressure to transmit the motion such as hydraulic jack, Hydraulic Ram, Hydraulic press, hydraulic brakes and lift etc.



शुद्धगतिकी लिंक:

मशीन का हर हिस्सा जो किसी दूसरे हिस्से के सापेक्ष कुछ सापेक्ष गति रखता है, उसे शुद्धगतिकी लिंक कहते हैं।

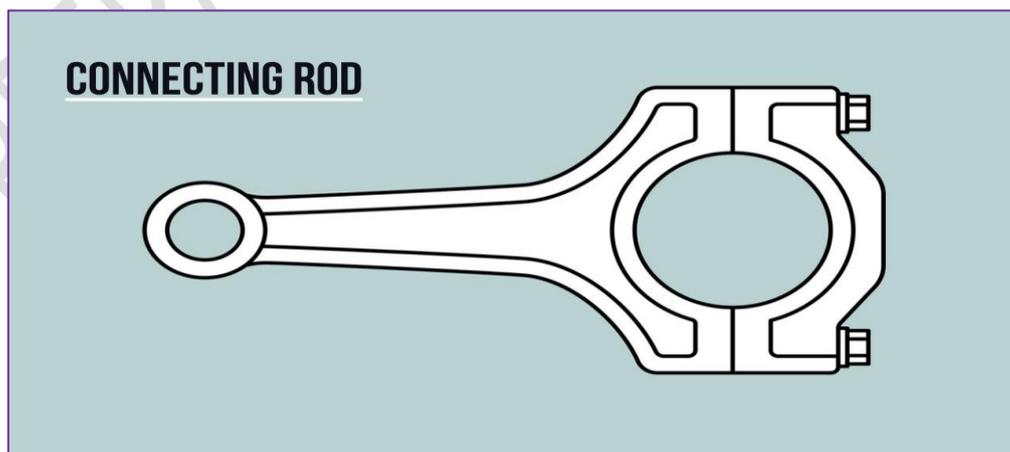
यह एक प्रतिरोधी निकाय है जो एक तत्व से दूसरे तत्व तक शक्ति और गति संचारित करने में सक्षम है।

संचारित गति के लिए किनेमेटिक्स लिंक के प्रकार:

1. कठोर लिंक
2. लचीला लिंक
3. द्रव लिंक

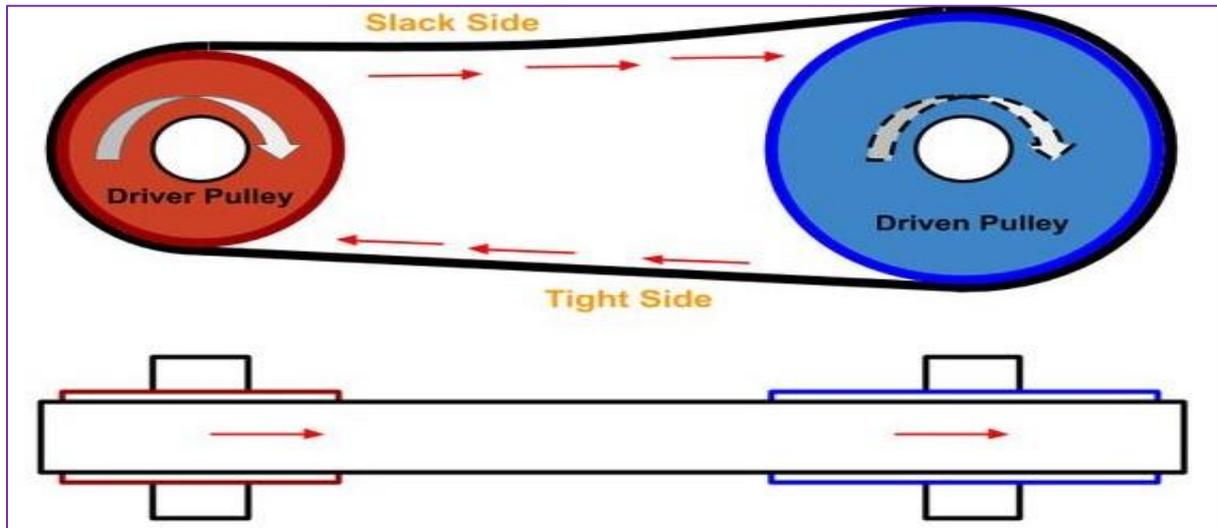
कठोर लिंक:

एक कठोर लिंक वह है जो एक लिंक से दूसरे लिंक जैसे क्रैंक शाफ्ट, पिस्टन रॉड, कनेक्टिंग रॉड, सिलेंडर में गति संचारित करते समय किसी भी विरूपण से नहीं गुजरता है



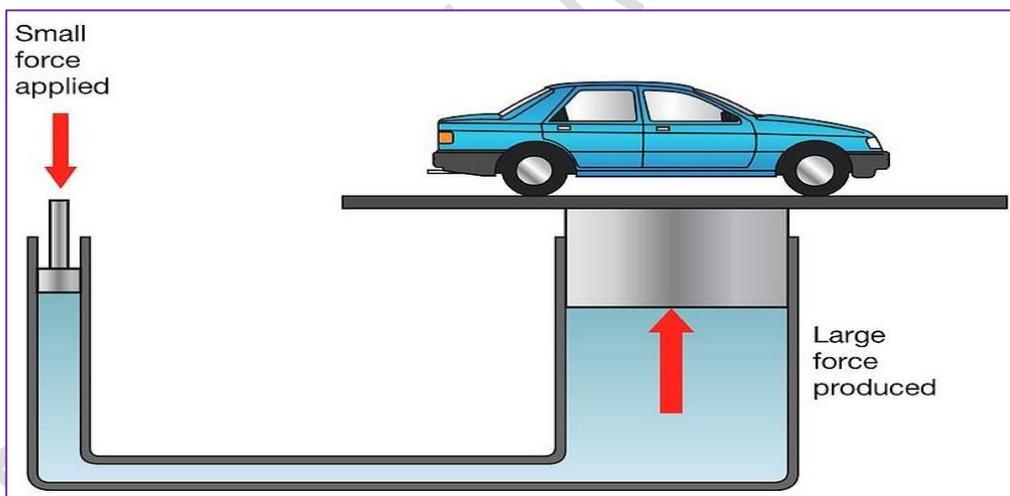
लचीला लिंक:

एक लचीला लिंक वह लिंक है जो गति संचारित करते समय विकृत हो जाता है लेकिन बेल्ट, चेन रस्सी, स्प्रिंग आदि जैसे गति संचारित करने के अपने कार्य को प्रभावित नहीं करता है।



द्रव लिंक:

द्रव लिंक वह लिंक है जो गति संचारित करने के लिए द्रव दबाव का उपयोग करता है जैसे हाइड्रोलिक जैक, हाइड्रोलिक रैम, हाइड्रोलिक प्रेस, हाइड्रोलिक ब्रेक और लिफ्ट आदि।

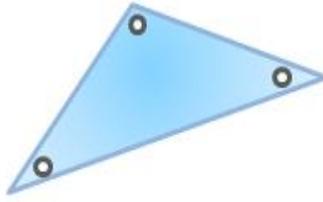


TYPES OF LINKS BASED ON ATTACHMENT:

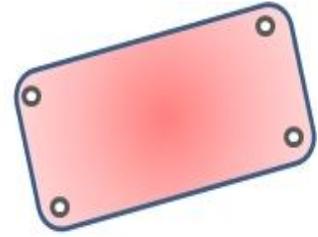
1. Binary Link \longrightarrow Having two connection (One with two nodes)
2. Ternary Link \longrightarrow Having three connection (One with three nodes)
3. Quaternary Link \longrightarrow Having four connection (One with four nodes)



Binary LINK



TERNARY LINK



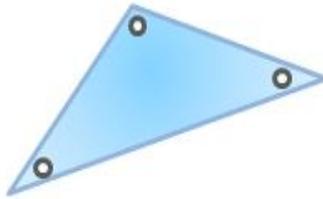
QUATERNARY LINK

अटैचमेंट के आधार पर लिंक के प्रकार::

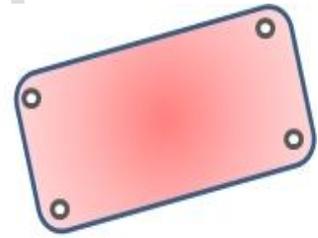
1. बाइनरी लिंक \longrightarrow जिसमें दो कनेक्शन होते हैं (एक में दो नोड्स होते हैं)
2. टर्नरी लिंक \longrightarrow जिसमें तीन कनेक्शन होते हैं (एक में तीन नोड्स होते हैं)
3. क्वाटरनेरी लिंक \longrightarrow जिसमें चार कनेक्शन होते हैं (एक में चार नोड्स होते हैं)



Binary LINK

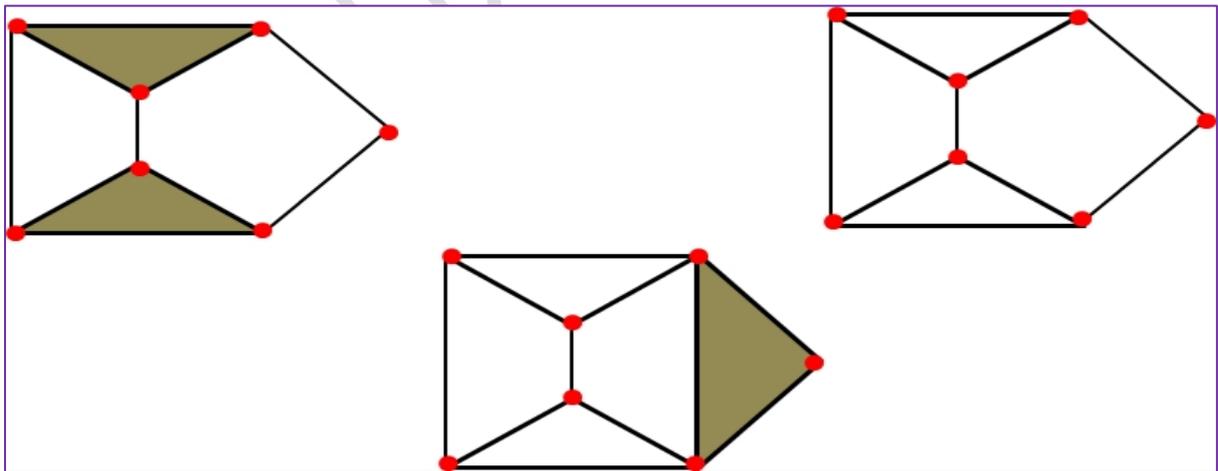


TERNARY LINK



QUATERNARY LINK

Examples:

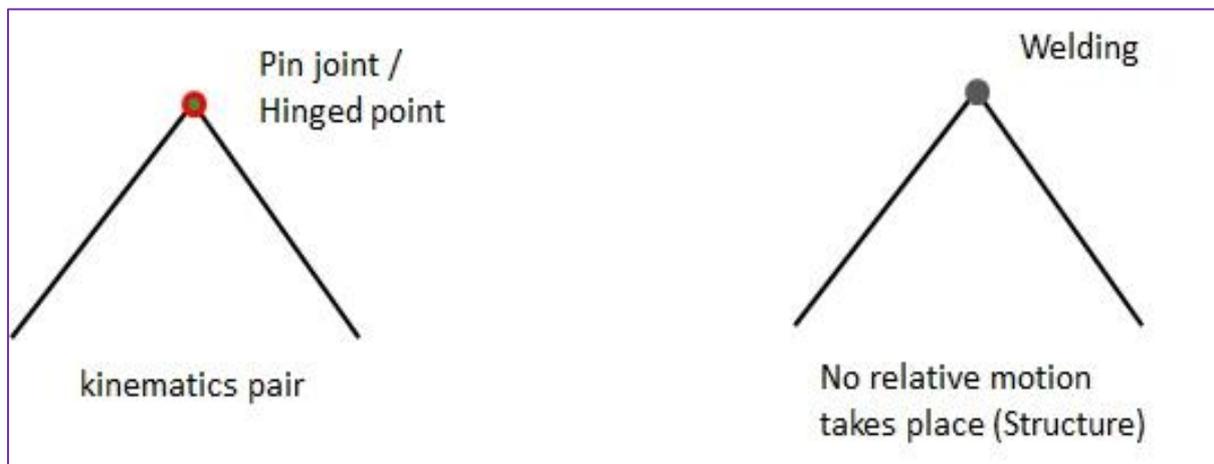


KINEMATICS PAIR:

The connection between the two link is always a joint on a pair but this pair will also be a kinematics pair if the relative motion between the link is a completely or successfully constrained motion.

A joint of two links that permits relative motion is called Kinematics pair.

Every kinematics pair is a pair or joint but every pair or joint may or may not be kinematics pair.

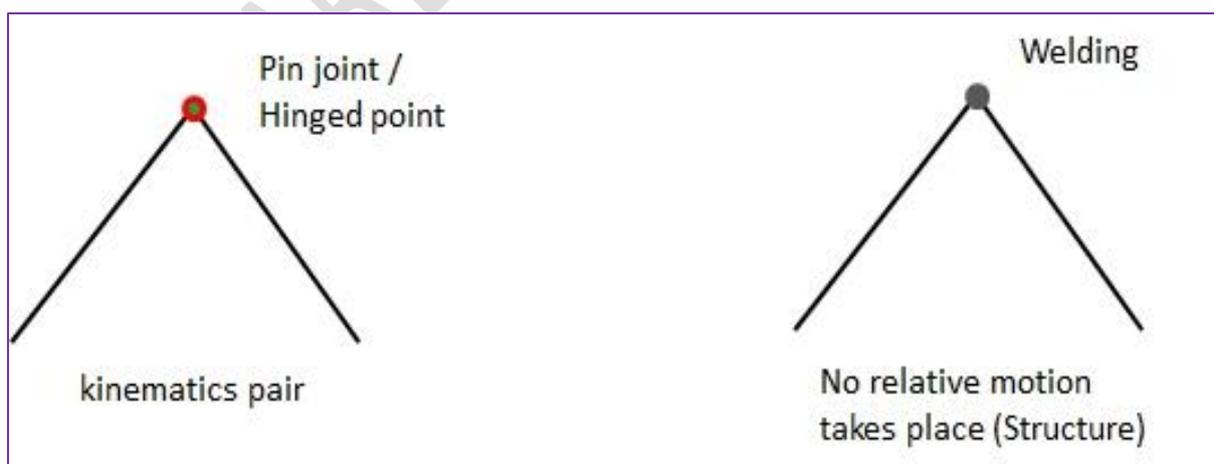


शुद्धगतिकी युग्म:

दो लिंक के बीच का कनेक्शन हमेशा एक जोड़ी पर एक जोड़ होता है, लेकिन यह जोड़ी भी एक शुद्धगतिकी युग्म होगी यदि लिंक के बीच सापेक्ष गति पूरी तरह से या सफलतापूर्वक बाधित गति है।

दो लिंक का एक युग्म जो सापेक्ष गति की अनुमति देता है उसे शुद्धगतिकी युग्म कहा जाता है।

शुद्धगतिकी युग्म जोड़ी एक जोड़ी या जोड़ है, लेकिन हर जोड़ी या जोड़ शुद्धगतिकी युग्म हो भी सकती है और नहीं भी।



CLASSIFICATION OF KINEMATICS PAIR

A. According to the type of relative motion (Nature of relative motion between the link)

- Turning pair (Revolute pair)
- Sliding pair (Prismatic pair)
- Cylindrical pair
- Rolling pair
- Spherical pair
- Helical pair (Screw pair)

B. According to the type of Contact (Nature of contact between the link)

- Lower pair
- Higher pair
- Wrapping pair

C. According to the type of Closure (Nature of mechanical arrangement)

- Closed pair / Self closed pair
- Unclosed pair / Force closed pair / Open pair

शुद्धगतिकी युग्म का वर्गीकरण:

A. सापेक्ष गति के प्रकार के अनुसार (लिंक के बीच सापेक्ष गति की प्रकृति)

- टर्निंग पेयर (रिवॉल्व पेयर)
- स्लाइडिंग पेयर (प्रिज्मीय पेयर)
- बेलनाकार पेयर
- रोलिंग पेयर
- गोलाकार पेयर
- हेलिकल पेयर (स्कू पेयर)

B. संपर्क के प्रकार के अनुसार (लिंक के बीच संपर्क की प्रकृति)

- निचली जोड़ी
- उच्च जोड़ी
- रैपिंग जोड़ी

C. बंद करने के प्रकार के अनुसार (यांत्रिक व्यवस्था की प्रकृति)

- बंद जोड़ी / स्वतः बंद जोड़ी
- बंद न की गई जोड़ी / बल बंद जोड़ी / खुली जोड़ी

Turning pair (Revolute pair):

Connection of two elements such that only a constrained motion of rotation of one element with respect to other elements.

DOF = 1

Ex:

- Pin joint / Hinged joint
- Circular shaft in circular hole with collar.

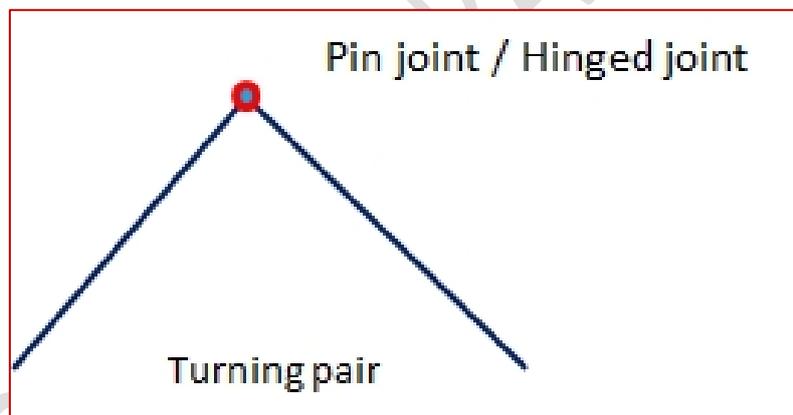
टर्निंग पेयर (रिवॉल्यूट पेयर):

दो तत्वों का ऐसा संयोजन जिससे केवल एक तत्व का अन्य तत्वों के सापेक्ष घूर्णन की सीमित गति हो।

DOF = 1

उदाहरण:

- पिन जोड़ / टिका हुआ जोड़
- कॉलर के साथ गोलाकार छेद में गोलाकार शाफ्ट



Sliding pair (Prismatic pair):

Connection of two element one is constrained to have a sliding motion relative to the other

DOF = 1

Ex:

- Square bar in a square hole
- Reciprocating engine cylinder

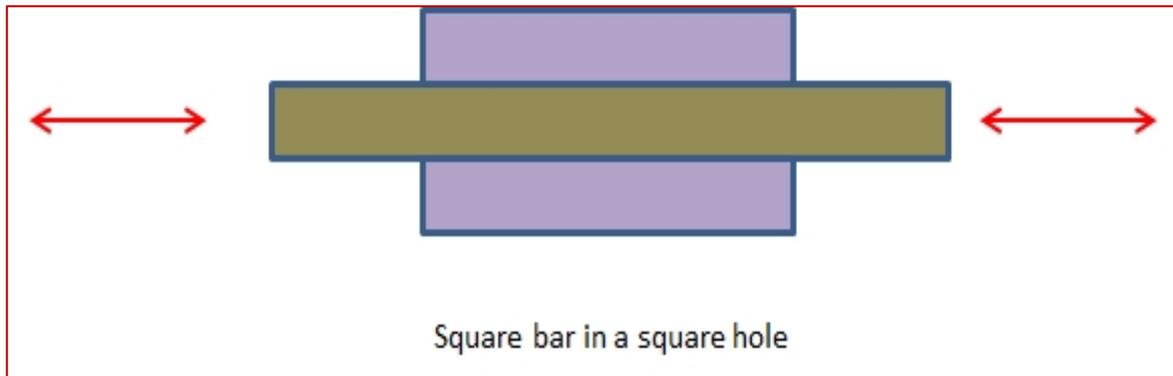
स्लाइडिंग जोड़ी (प्रिज्मीय जोड़ी):

दो तत्वों का कनेक्शन जिसमें एक दूसरे के सापेक्ष स्लाइडिंग गति के लिए बाध्य है

DOF = 1

उदाहरण:

- ♣ एक वर्गाकार छेद में वर्गाकार बार
- ♣ रेसिप्रोकेटिंग इंजन सिलेंडर



Cylindrical pair:

If the relative motion between the pairing elements is the combination of turning and sliding.

DOF = 2

Ex:

- Circular shaft in circular hole

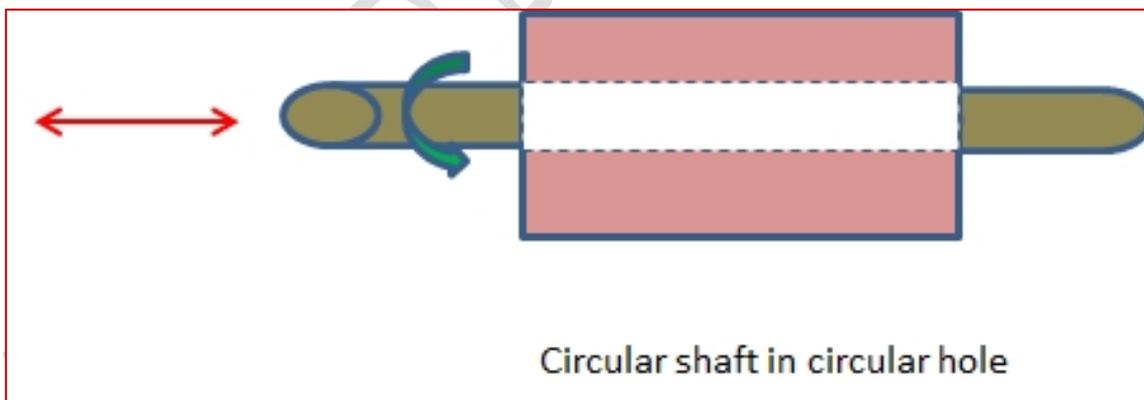
बेलनाकार युग्म:

यदि युग्मन तत्वों के बीच सापेक्ष गति मोड़ने और फिसलने का संयोजन है।

DOF = 2

उदाहरण:

- ♣ वृत्ताकार छेद में वृत्ताकार शाफ्ट



Rolling pair:

When the two pairing elements have rolling contact relative motion between two element pure rolling without slipping.

DOF = 2

Ex:

- Belt & pulley
- Bearing (ball & roller bearing)
- Wheel rolling on surface
- Gear

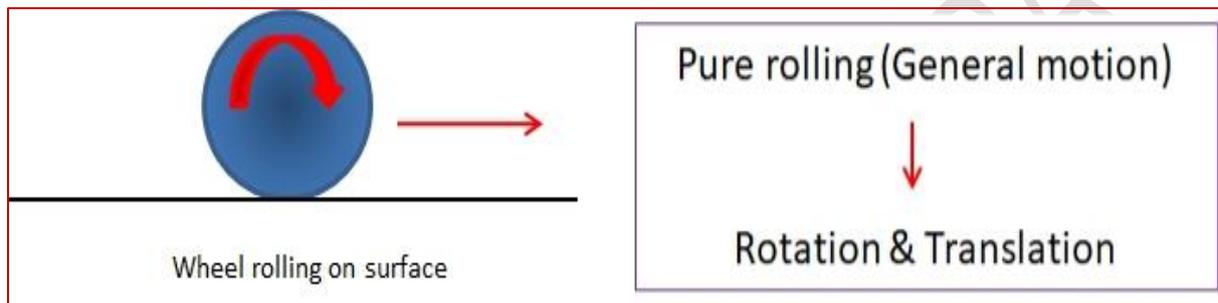
रोलिंग जोड़ी:

जब दो युग्मन तत्वों में रोलिंग संपर्क होता है तो दो तत्वों के बीच सापेक्ष गति फिसलने के बिना शुद्ध रोलिंग होती है।

DOF = 2

उदाहरण:

- बेल्ट और पुली
- बेयरिंग (बॉल और रोलर बेयरिंग)
- सतह पर पहिया का लुढ़कना
- गियर



Spherical pair:

spherical pair is a type of lower kinematic pair. This means it involves surface contact between the two connected links.

A spherical pair will have surface contact and three degrees of freedom.

DOF = 3

Ex:

- Ball & socket joint

गोलाकार जोड़ी:

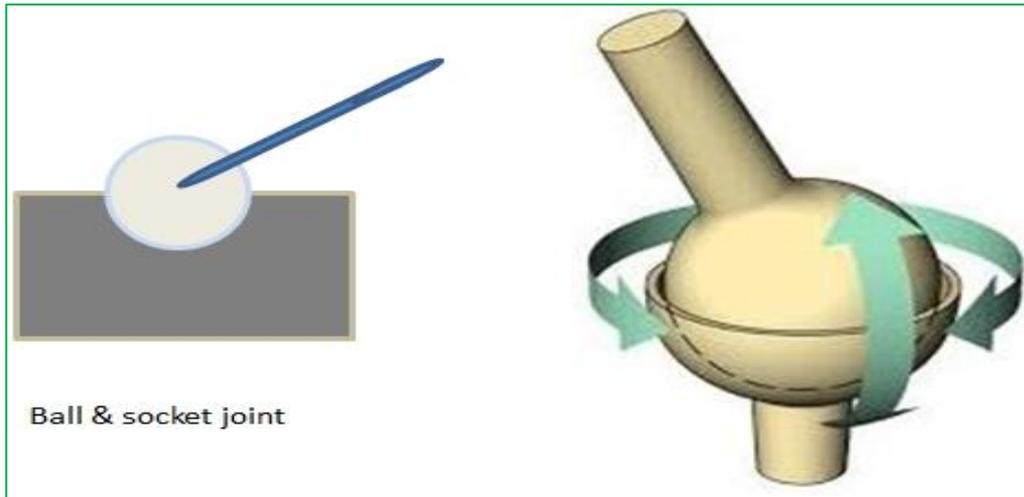
गोलाकार युग्म एक प्रकार का निम्न गतिज युग्म है। इसका अर्थ है कि जुड़े हुए दो लिंक के बीच संपर्क सतह क्षेत्र के माध्यम से होता है।

एक गोलाकार जोड़ी में सतही संपर्क और तीन डिग्री स्वतंत्रता होगी।

DOF = 3

उदाहरण:

- बॉल और सॉकेट जोड़



Helical pair (Screw pair):

Contact between the elements of a pair is such that one element can turn about the other elements by screw threads.

DOF = 1

Ex:

- Nut & Bolt
- Lath screw

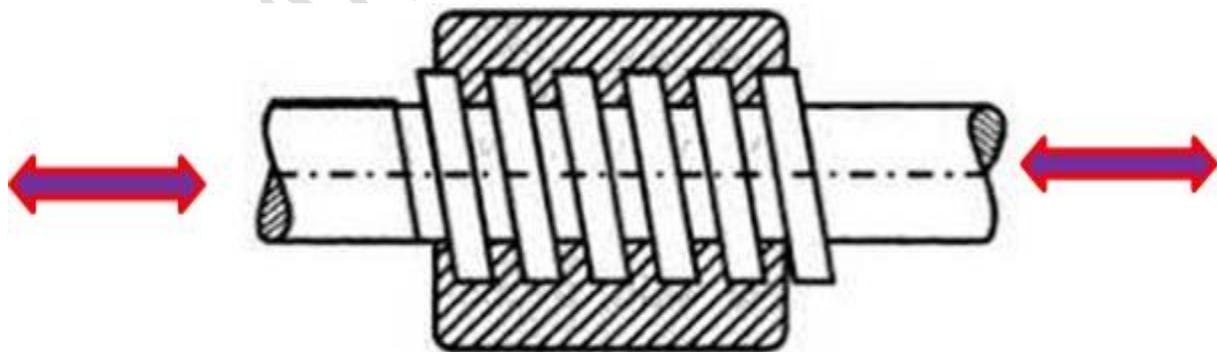
हेलिकल जोड़ी (स्कू जोड़ी):

जोड़ी के तत्वों के बीच संपर्क ऐसा होता है कि एक तत्व स्कू थ्रेड द्वारा अन्य तत्वों के चारों ओर घूम सकता है।

DOF = 1

उदाहरण:

- ♣ नट और बोल्ट
- ♣ लैथ स्कू



Lower pair:

If the two elements are connected has surface contact.

A lower pair is a type of kinematic pair where the two connected links have surface contact with each other.

Ex:

- Pin joint

- Shaft rotating in a bush
- Slider crank mechanism
- Turning pair
- Sliding pair
- Spherical pair
- Helical pair
- Cylindrical pair

निम्न युग्म (निचला जोड़ा):

गतिज युग्मों के कोलेजन में, निम्न युग्मों के जोड़ों को लगाया जाता है जहां दो पदार्थों के बीच संपर्क सतह क्षेत्र के माध्यम से होता है।

गतिज युग्मों के वर्गीकरण में, निम्न युग्म उन जोड़ों को संदर्भित करता है जहां दो तत्वों के बीच संपर्क सतह क्षेत्र के माध्यम से होता है।

उदाहरण:

- पिन जोड़
- झाड़ी में घूमता हुआ शाफ्ट
- स्लाइडर क्रैंक तंत्र
- टर्निंग जोड़ी
- स्लाइडिंग जोड़ी
- गोलाकार जोड़ी
- हेलिकल जोड़ी
- बेलनाकार जोड़ी

- Gyroscope
- Steering gear mechanism
- Pantograph
- Universal joint (Hooks joint)

All are turning pair

Lower pair

Higher pair:

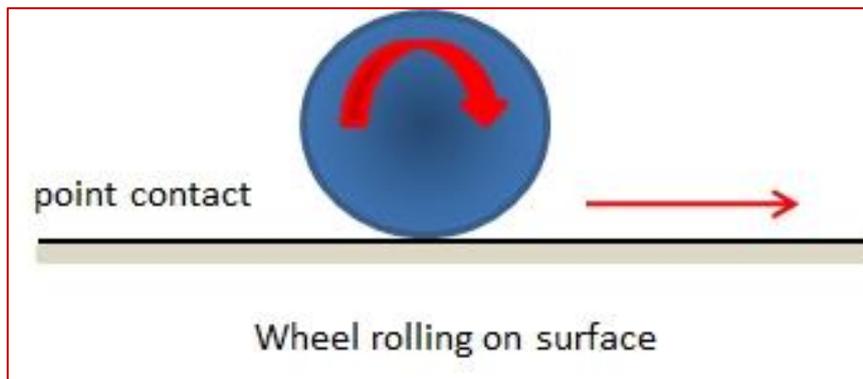
Higher pair is a type of kinematic pair where the two connected links have point or line contact with each other.

If the contact between the pairing of two elements has a point contact or line contact

Ex:

- Ball bearing

- Gear teeth in contact
- Cam & follower
- Wheel rolling in surface



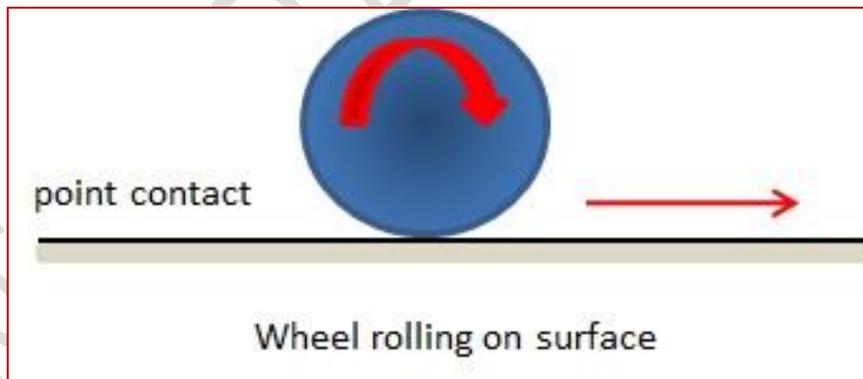
उच्च युग्म (Higher Pair):

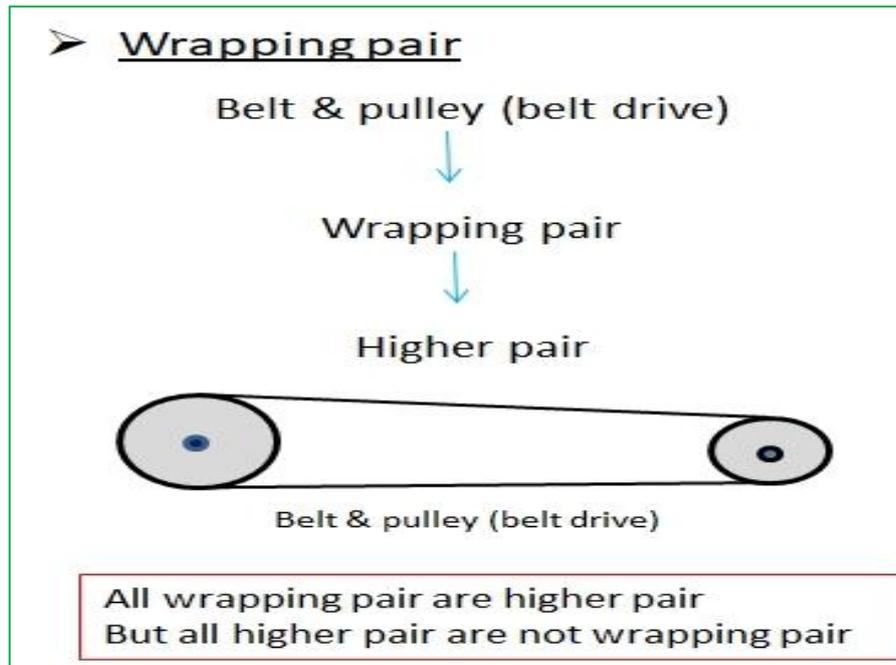
उच्च युग्म एक प्रकार का गतिज युग्म है जहां जुड़े हुए दो लिंक एक-दूसरे के साथ बिंदु या रेखा संपर्क में होते हैं।

यदि दो तत्वों की जोड़ी के बीच संपर्क बिंदु संपर्क या रेखा संपर्क है

उदाहरण:

- ♣ बॉल बेयरिंग
- ♣ संपर्क में गियर के दांत
- ♣ कैम और फॉलोवर
- ♣ सतह में पहिया का घूमना





Closed pair / Self closed pair:

Element of a pair held together mechanically due to their geometry.
Permanent pair. All lower pair are self-closed pair.

Ex:

- Turning pair
- Sliding pair
- Spherical pair
- Helical pair
- Cylindrical pair

बंद जोड़ी / स्व-बंद जोड़ी:

एक जोड़ी का तत्व जो अपनी ज्यामिति के कारण यांत्रिक रूप से एक साथ रखा जाता है।
स्थायी जोड़ी। सभी निचले जोड़े स्व-बंद जोड़े हैं।

उदाहरण:

- ♣ टर्निंग जोड़ी
- ♣ स्लाइडिंग जोड़ी
- ♣ गोलाकार जोड़ी
- ♣ हेलिकल जोड़ी
- ♣ बेलनाकार जोड़ी

Unclosed pair / Force closed pair / Open pair:

Element of a pair held together by the action of external force

Ex:

- Cam & follower

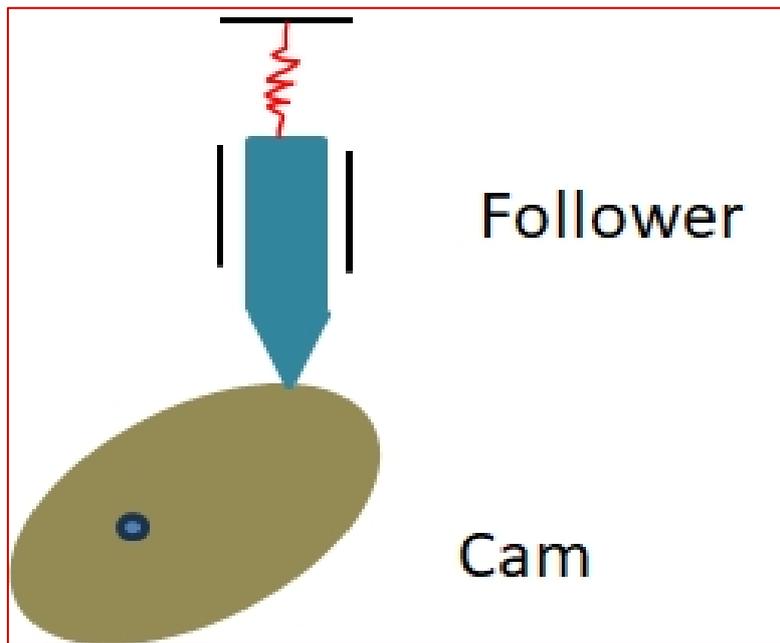
- Automatic gate closer
- Automatic clutch

बंद जोड़ी / बल बंद जोड़ी / खुली जोड़ी:

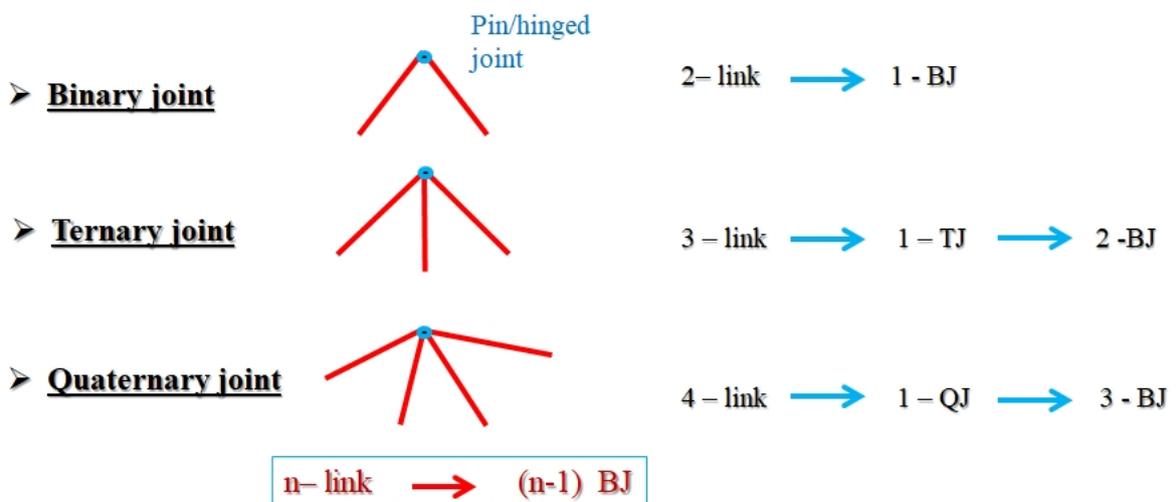
बाहरी बल की क्रिया द्वारा एक साथ बंधे हुए जोड़े का तत्व

उदाहरण:

- कैम और फॉलोवर
- स्वचालित गेट क्लोजर
- स्वचालित क्लच



DIFFERENT TYPES OF JOINT OR PAIR

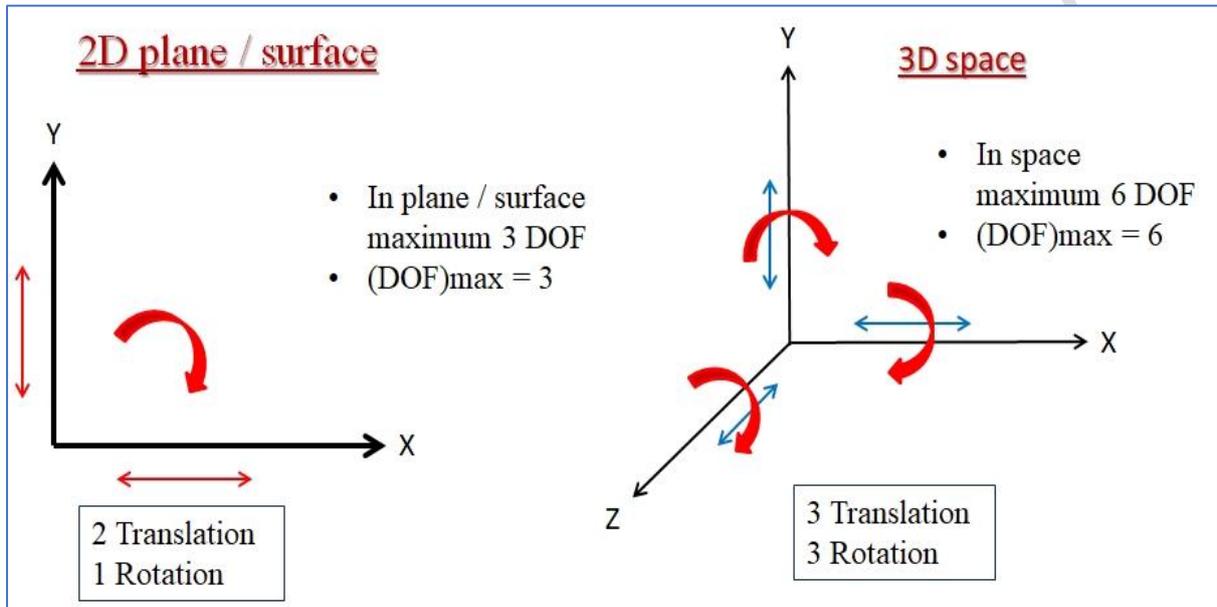


DEGREE OF FREEDOM / MOBILITY / DOF:

The minimum number of independent variables require to define the position or motion of the system is known as DOF.

स्वतंत्रता की डिग्री / गतिशीलता / डीओएफ:

सिस्टम की स्थिति या गति को परिभाषित करने के लिए आवश्यक स्वतंत्र चरों की न्यूनतम संख्या को डीओएफ के रूप में जाना जाता है।

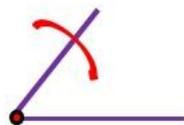


Degree of freedom in Planer mechanism

$$\text{Number of restriction} = (\text{DOF})_{\text{max}} - (\text{DOF})_{\text{actual}}$$

Lower pair

Turning pair



DOF = 1

Number of restriction = 3 - 1 → 2

Sliding pair

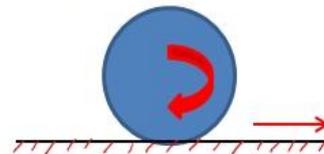


DOF = 1

Number of restriction = 3 - 1 → 2

Higher pair

Rolling pair



DOF = 2

Number of restriction = 3 - 1 → 1

In general Lower pair have 1 DOF
Higher pair have 2 DOF

KUTZBACH CRITERIA

Kutzbach criteria is for determine DOF of body in planer mechanism (2D)

$$\text{DOF} = 3(L - 1) - 2J - H$$

Where:

- L = Number of link
- J = Number of lower pair (Binary joint)
- H = Number of higher pair

$3(L - 1)$ → Maximum Number of motion in a mechanism

$2J$ → Number of restriction in lower pair

H → Number of restriction in higher pair

LOOP METHOD

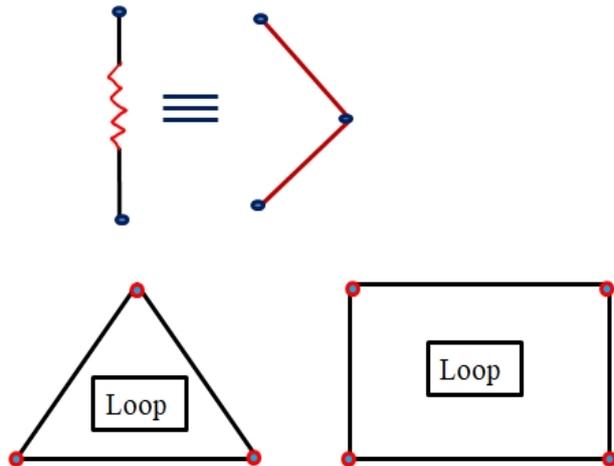
Determine DOF:

$$\text{DOF} = L - (2N + 1)$$

Where:

- L = Number of link
- N = Number of Loop

- Loop method apply only in turning pair
- Does not apply when higher pair & sliding pair mechanism



CONDITIONS OF DOF

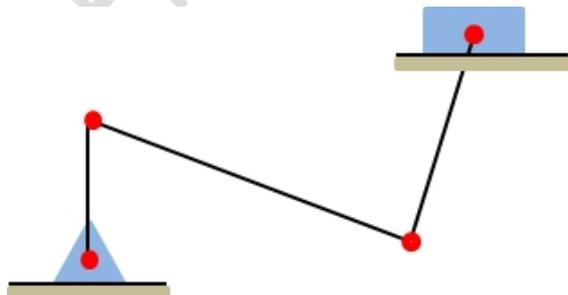
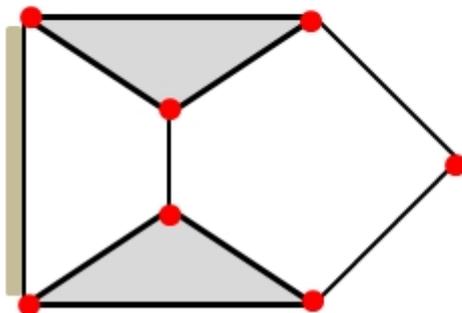
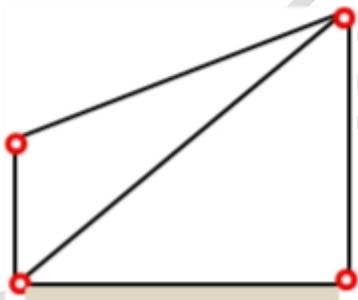
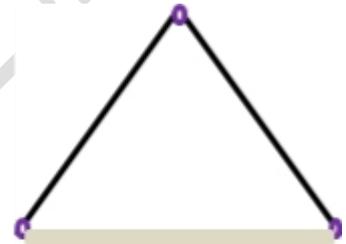
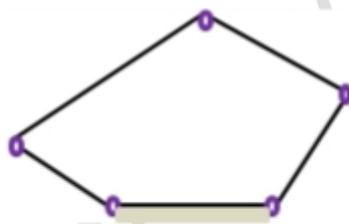
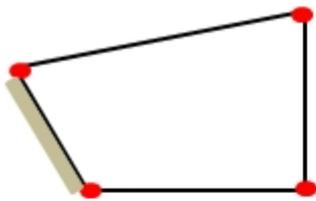
If $DOF < 0$ \longrightarrow Preloaded structure / Super structure

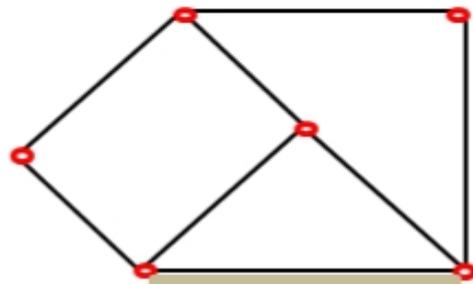
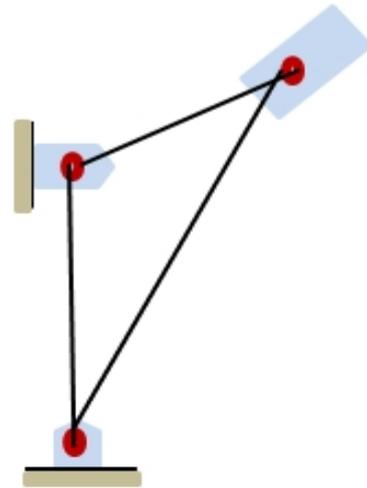
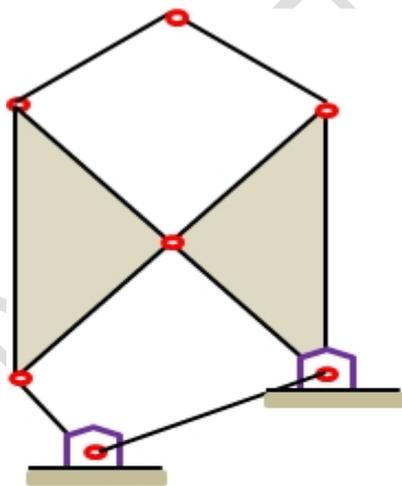
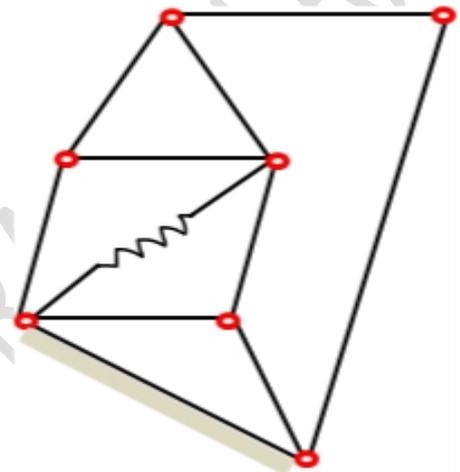
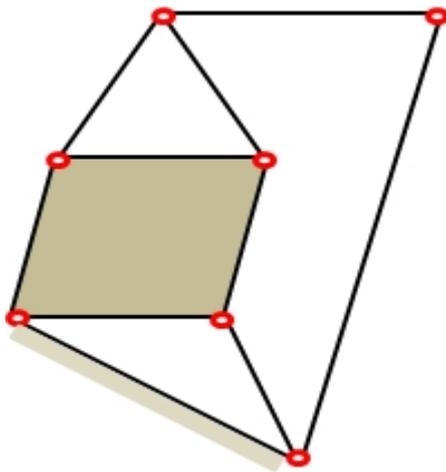
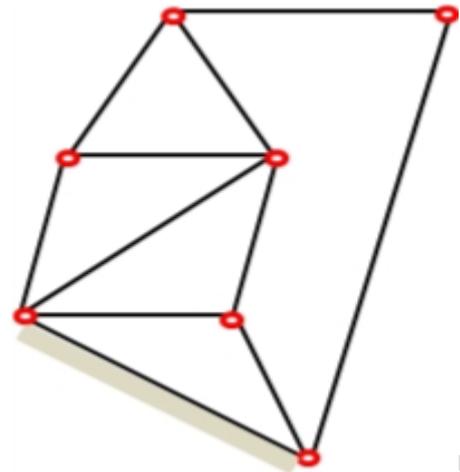
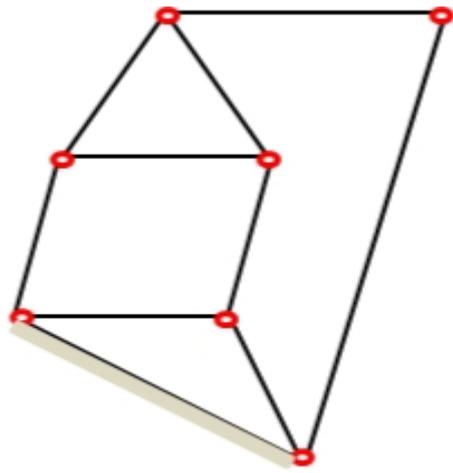
If $DOF = 0$ \longrightarrow Structure / Locked chain

If $DOF = 1$ \longrightarrow Kinematics chain / Constrained chain

If $DOF > 1$ \longrightarrow Unconstrained chain

To Determine DOF:





DOF OF A REDUNDANT LINK / FREE LINK

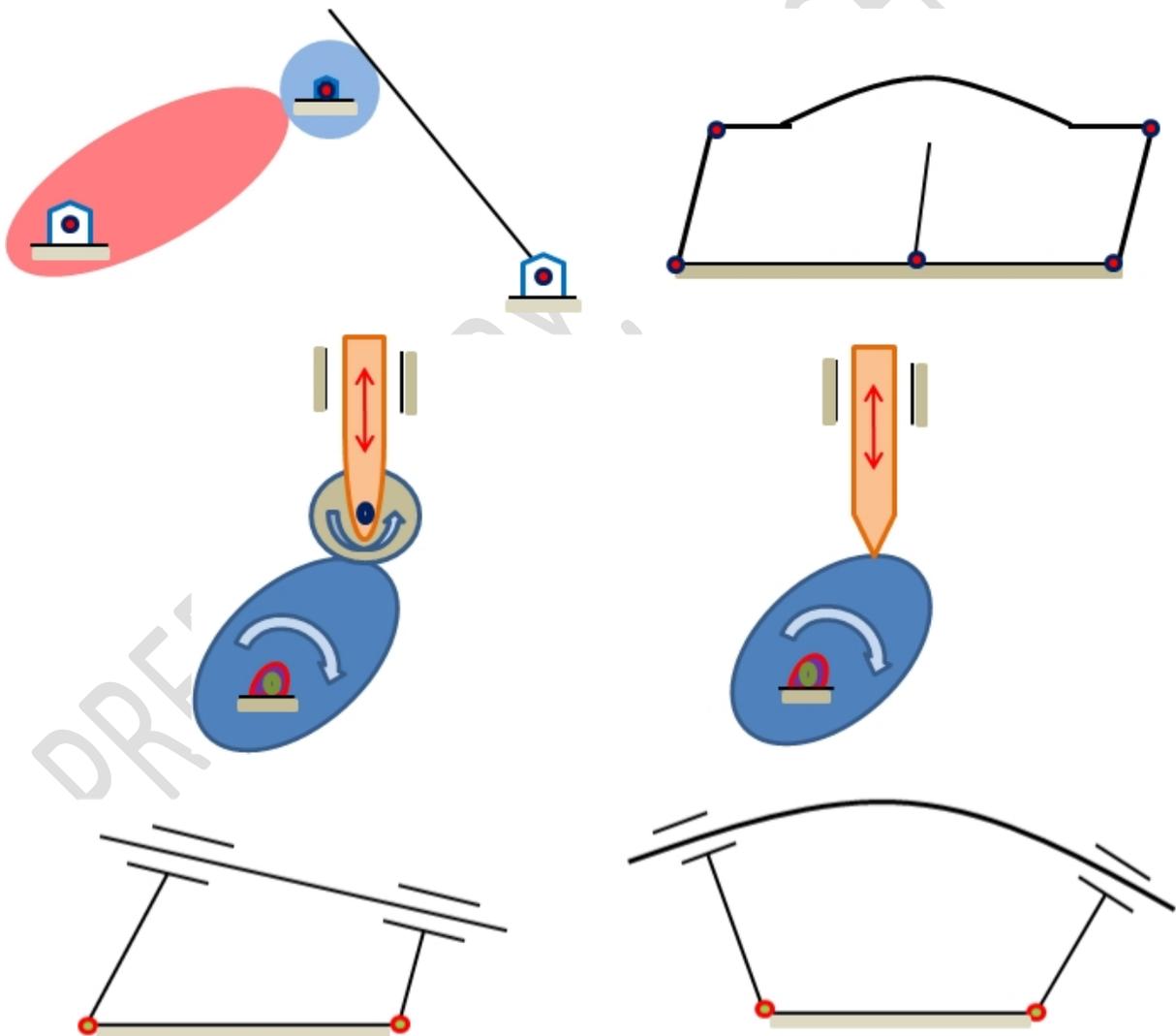
$$\text{DOF} = 3(L - 1) - 2J - H - Fr$$

Fr → Number of
redundant link

Number of those motion which
are not the part of mechanism

Redundant link: Those link which is not a part of mechanism

To Determine DOF:



GRUBLER'S CRITERIA

In these mechanism when:

- Higher pair, $H = 0$

Then Grubler's equation:

$$\text{DOF} = 3(L - 1) - 2J$$

For Grubler's criteria:

When

- Higher pair, $H = 0$
- $\text{DOF} = 1$

$$1 = 3(L - 1) - 2J$$

$$3L - 2J - 4 = 0$$

Grubler's equation

3 Link (always) \longrightarrow Even

Link (always) \longrightarrow Even

L (minimum) = 4 \longrightarrow Simple mechanism

KINEMATICS CHAIN:

If all links are connected in such that the last link are connected to first link in order to have closed chain and if all the relative motion in this closed chain are constrained or to transmit desire motion (definite motion).

To determine the given assemble of link form the kinematics chain or not

Condition of kinematics chain the three equations are:

$$L = 2P - 4$$

$$J = \left(\frac{3}{2}L - 2\right)$$

$$J + \frac{h}{2} = \left(\frac{3}{2}L - 2\right)$$

Where:

L = Number of link

P = Number of pair

J = Number of binary joint

H = Number of higher pair

गतिकी शृंखला:

यदि सभी लिंक इस प्रकार जुड़े हुए हैं कि अंतिम लिंक पहले लिंक से जुड़ा हुआ है ताकि बंद शृंखला हो और यदि इस बंद शृंखला में सभी सापेक्ष गति बाधित हो या वांछित गति (निश्चित गति) संचारित हो।

यह निर्धारित करने के लिए कि लिंक का दिया गया संयोजन गतिकी शृंखला बनाता है या नहीं

गतिकी शृंखला की स्थिति तीन समीकरण हैं:

$$L = 2P - 4$$

$$J = \left(\frac{3}{2}L - 2\right)$$

$$J + \frac{h}{2} = \left(\frac{3}{2}L - 2\right)$$

जहाँ: L = लिंक की संख्या
P = जोड़े की संख्या
J = बाइनरी जोड़ की संख्या
H = उच्च जोड़े की संख्या

Condition

L H S = R H S \longrightarrow Kinematics chain / constrained chain

L H S > R H S \longrightarrow Structure / locked chain / Rigid

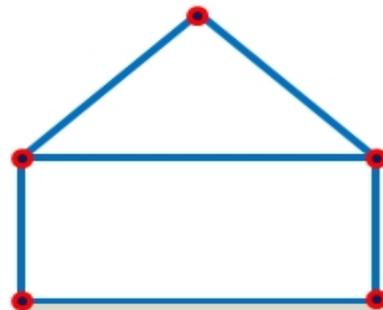
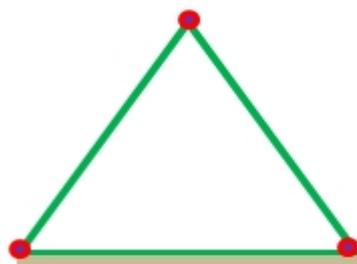
L H S < R H S \longrightarrow Unconstrained chain / Incomplete constrained

TYPES OF KINEMATICS CHAIN

- Four bar chain \longrightarrow 4 Turning pair
- Single slider crank chain \longrightarrow 3 Turning pair + 1 Sliding pair
- Double slider crank chain \longrightarrow 2 Turning pair + 2 Sliding pair

For kinematics chain

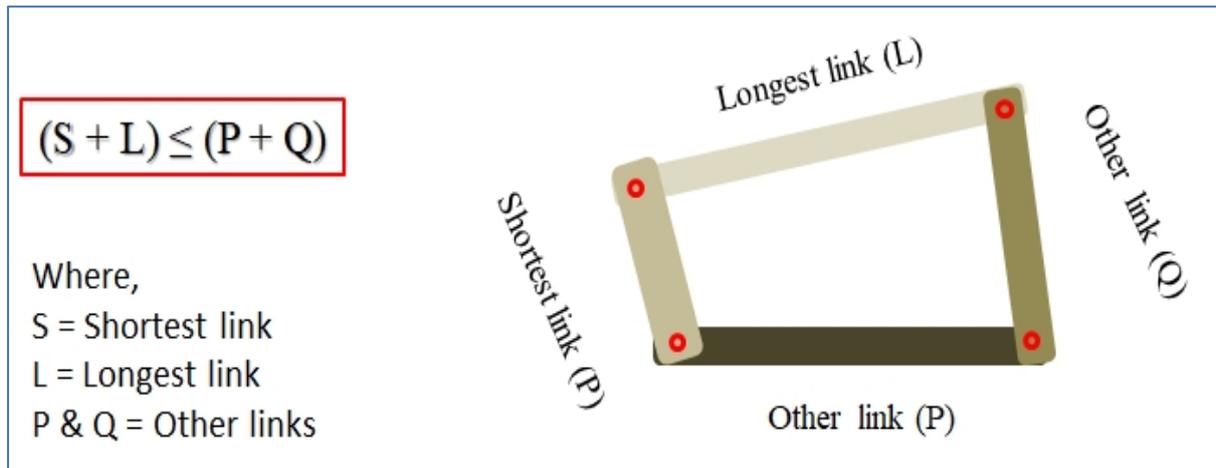
$$LHS = RHS$$



GRASHOF LAW:

States that for a four – bar linkage system, for a continuous relative motion between the number of links in the four – bar mechanism the summation of the length of shortest and longest link is less than or equal to the summation of the length of other two link

For the continuous relative motion Consider this four-bar mechanism:



ग्रैशोफ़ नियमः:

यह बताता है कि चार-बार लिंकेज सिस्टम के लिए, चार-बार तंत्र में लिंक की संख्या के बीच निरंतर सापेक्ष गति के लिए सबसे छोटी और सबसे लंबी लिंक की लंबाई का योग अन्य दो लिंक की लंबाई के योग से कम या बराबर होता है

निरंतर सापेक्ष गति के लिए इस चार-बार तंत्र पर विचार करें:



The necessary conditions to satisfied Grashoff Law:

$$(S + L) \leq (P + Q)$$

CASE - I

$$(S + L) < (P + Q) \longrightarrow \text{Law is satisfied}$$

By fixing different link one at a time, this case produced three mechanisms. These mechanisms are:

1. Double crank mechanism
2. Double rocker mechanism
3. Crank rocker mechanism

- Crank \longrightarrow 360 degree rotate (1 complete revolution)
- Liver / rocker \longrightarrow Oscillation
- S - Coupler \longrightarrow Opposite to shortest fixed

ग्राशॉफ नियम को संतुष्ट करने के लिए आवश्यक शर्तें:

$$(S + L) \leq (P + Q)$$

केस - I

$$(S + L) < (P + Q) \longrightarrow \text{नियम संतुष्ट है}$$

एक समय में एक अलग लिंक को ठीक करके, इस मामले में तीन तंत्र उत्पन्न हुए। ये तंत्र हैं:

1. डबल क्रैंक तंत्र
2. डबल रॉकर तंत्र
3. क्रैंक रॉकर तंत्र

- क्रैंक \longrightarrow 360 डिग्री घूमता है (1 पूर्ण चक्कर)
- लिवर / रॉकर \longrightarrow दोलन
- S - युग्मक \longrightarrow सबसे छोटे निश्चित के विपरीत

<u>FIXED LINK</u>		<u>MECHANISM OBTAINED</u>
▪ Shortest link	→	Double crank mechanism
▪ Adjacent to shortest	→	Crank – rocker mechanism
▪ Opposite to shortest	→	Double rocker mechanism

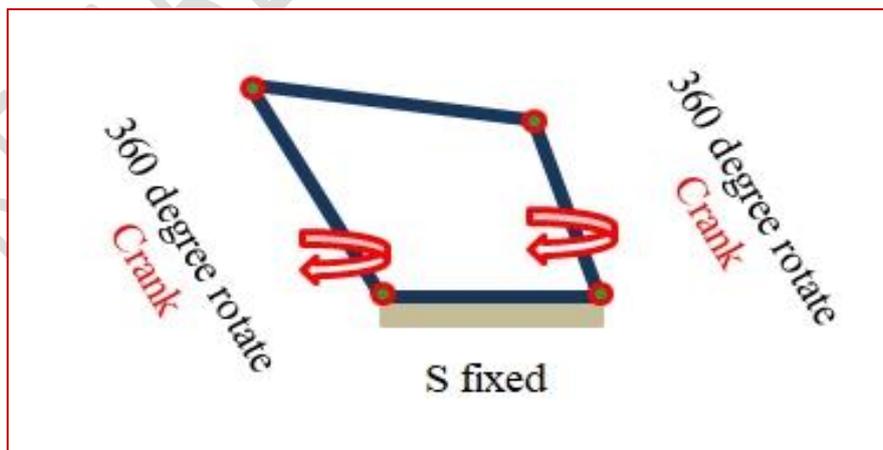
फिक्स्ड लिंक		मैकेनिज्म प्राप्त किया गया
▪ सबसे छोटा लिंक	→	डबल क्रैंक मैकेनिज्म
▪ सबसे छोटे के समीप	→	क्रैंक - रॉकर मैकेनिज्म
▪ सबसे छोटे विपरीत	→	डबल रॉकर मैकेनिज्म के

1. Doble Crank mechanism / Crank – Crank mechanism / Drag link mechanism:

The shortest link s is fixed or ground. In this mechanism both the link pivoted to the fixed link can rotate 360 degrees.

1. डोबल क्रैंक मैकेनिज्म / क्रैंक - क्रैंक मैकेनिज्म / ड्रैग लिंक मैकेनिज्म:

सबसे छोटा लिंक फिक्स्ड या ग्राउंड है। इस तंत्र में स्थिर लिंक से जुड़े दोनों लिंक 360 डिग्री तक घूम सकते हैं।

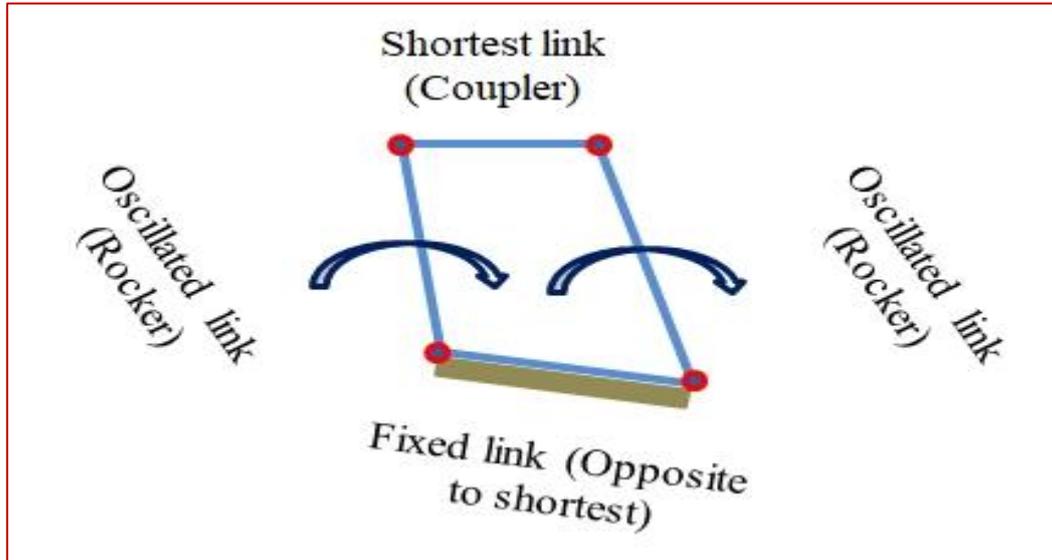


2. Doble Rocker mechanism:

The link opposite to the shortest link is fixed or ground. In this mechanism the shortest link can rotate 360 degrees. Shortest link called coupler. Both the links pivoted to the fixed link can oscillated. This two link are called rocker.

2. डोबल रॉकर तंत्र:

सबसे छोटे लिंक के विपरीत लिंक स्थिर या ग्राउंड है। इस तंत्र में सबसे छोटा लिंक 360 डिग्री तक घूम सकता है। सबसे छोटा लिंक कपलर कहलाता है। निश्चित लिंक पर केंद्रित दोनों लिंक दोलन कर सकते हैं। इन दोनों लिंक को रॉकर कहा जाता है।

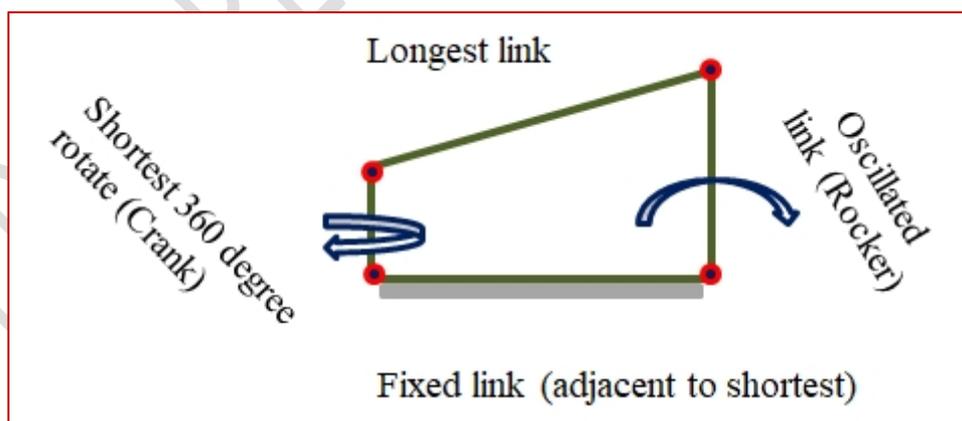


3. Crank - Rocker mechanism:

The link adjacent to shortest link is fixed or ground. In this mechanism, shortest link rotates 360° degree (crank) and another link pivoted to the fixed link oscillated.

3. क्रैंक - रॉकर तंत्र:

सबसे छोटे लिंक से सटे लिंक को स्थिर या ग्राउंड किया जाता है। इस तंत्र में, सबसे छोटा लिंक 360° डिग्री (क्रैंक) घूमता है और निश्चित लिंक की ओर मुड़ा हुआ दूसरा लिंक दोलन करता है।



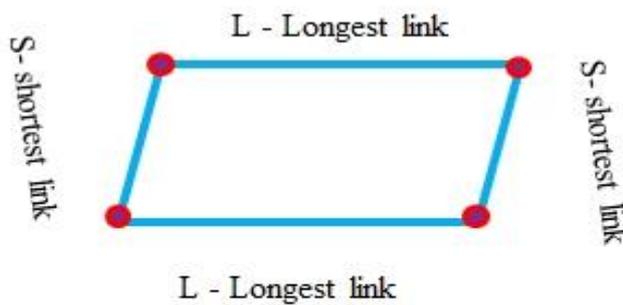
CASE - II

$$(S + L) = (P + Q) \longrightarrow \text{Law is satisfied}$$

In such case, two linkages are possible:

1. Parallelogram Linkage

In this linkage, links of equal length are placed opposite to each other

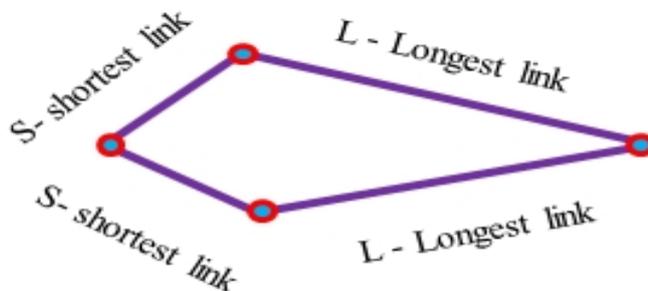


any one of longest link Fixed
any one of shortest link Fixed

→ Double crank mechanism

2. Deltoid linkage

In this linkage, links of equal length are placed adjacent to each other



any one of longest link Fixed

→ Double crank mechanism

any one of shortest link Fixed

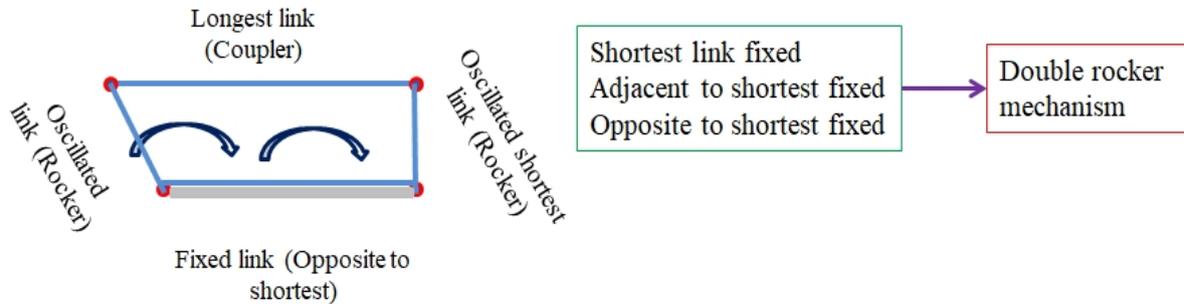
→ Crank-rocker mechanism

CASE - III

$(S + L) > (P + Q)$ → Law is not satisfied

In this case, no link can make a complete revolution no matter which of the four link is fixed.
So this case has only one inversion

Double Rocker Mechanism



MECHANISM:

A mechanism is a device design to transform input force and movement into a desired set of output force and movement.

Mechanism generally consists of moving components such as gears & gear train, belt and chain drives, cam & follower mechanism

MACHINE:

A machine is device by means of which available energy can be converted into desired form of useful work.

If the mechanism is used to transmit power or to do work, then it is known as machine.

We can define machine as a device for transferring and transforming motion and force or power from the input (source) to the output (load)

With the help of machines, we can do work by expanding less energy and force.

तंत्र:

एक तंत्र इनपुट बल और गति को आउटपुट बल और गति के वांछित सेट में बदलने के लिए एक उपकरण डिज़ाइन है।

तंत्र में आम तौर पर गियर और गियर ट्रेन, बेल्ट और चेन ड्राइव, कैम और फॉलोअर तंत्र जैसे गतिशील घटक होते हैं

मशीन:

मशीन वह उपकरण है जिसके द्वारा उपलब्ध ऊर्जा को इच्छित उपयोगी कार्य में परिवर्तित किया जा सकता है।

यदि तंत्र का उपयोग शक्ति संचारित करने या कार्य करने के लिए किया जाता है, तो उसे मशीन के रूप में जाना जाता है।

हम मशीन को इनपुट (स्रोत) से आउटपुट (लोड) तक गति और बल या शक्ति को स्थानांतरित करने और बदलने के लिए एक उपकरण के रूप में परिभाषित कर सकते हैं।

मशीनों की सहायता से हम कम ऊर्जा एवं बल फैलाकर कार्य कर सकते हैं।

Inversion of a mechanism:

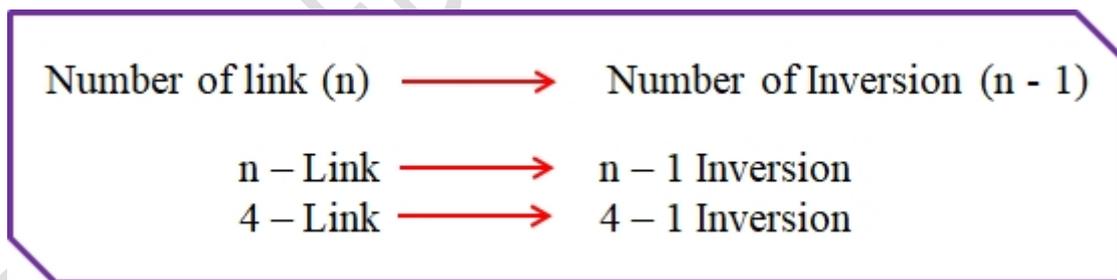
Inversion of a mechanism is a method of obtaining different mechanism by fixing different link in a kinematic chain.

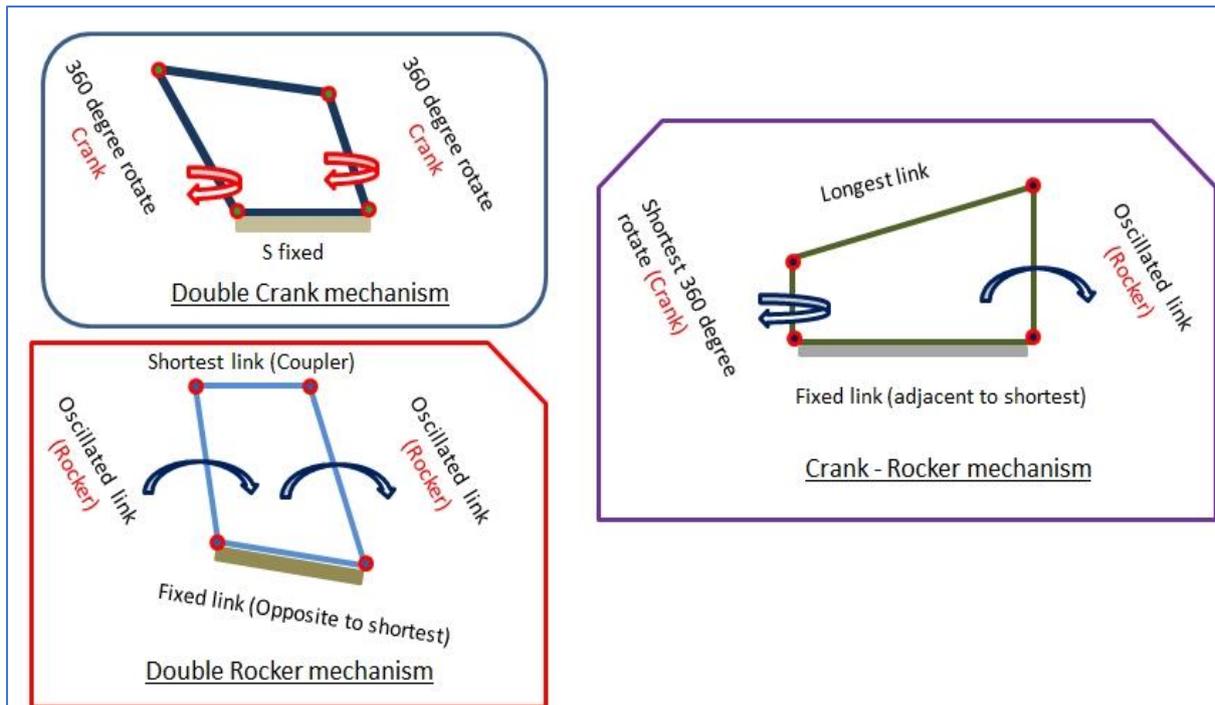
Inversion of a mechanism is a method of producing different mechanisms by fixing different links in a kinematic chain. This is done to obtain different types of motion from the same kinematic chain.

तंत्र का व्युत्क्रम / मैकेनिज्म का इनवर्शन:

मैकेनिज्म का इनवर्शन एक गतिज श्रृंखला में विभिन्न लिंक को ठीक करके विभिन्न तंत्र प्राप्त करने की एक विधि है।

मैकेनिज्म का इनवर्शन एक ऐसी विधि है जिसके द्वारा एक काइनेमेटिक चेन में अलग-अलग लिंक्स को फिक्स करके अलग-अलग मैकेनिज्म बनाए जाते हैं। यह एक ही काइनेमेटिक चेन से विभिन्न प्रकार की गतियां प्राप्त करने के लिए किया जाता है।





TYPES OF KINEMATICS CHAIN

TYPES OF KINEMATICS CHAIN:

- Four bar chain → 4 Turning pair
- Single slider crank chain → 3 Turning pair + 1 Sliding pair
- Double slider crank chain → 2 Turning pair + 2 Sliding pair

INVERSION OF FOUR BAR CHAIN

- **First Inversion** → **Beam Engine**
- **Second Inversion** → **Coupling rod of Locomotive**
- **Third Inversion** → **Watt's Indicator mechanism**

किनेमेटिक्स श्रृंखला के प्रकार:

- चार बार चेन → 4 टर्निंग जोड़ी
- सिंगल स्लाइडर क्रैंक चेन → 3 टर्निंग जोड़ी + 1 स्लाइडिंग जोड़ी
- डबल स्लाइडर क्रैंक चेन → 2 टर्निंग जोड़ी + 2 स्लाइडिंग जोड़ी

चार बार श्रृंखला का व्युत्क्रम

- पहला व्युत्क्रम → बीम इंजन
- दूसरी व्युत्क्रम → लोकोमोटिव की कपलिंग रॉड
- तीसरा व्युत्क्रम → वाट का संकेतक तंत्र

INVERSION OF SINGLE SLIDER CRANK CHAIN

- First Inversion → Reciprocating Engine / Reciprocating Compressor
- Second Inversion → Whitworth Quick return mechanism
Rotary engine / Gnome engine
- Third Inversion → Crank & slotted lever mechanism
Oscillating Cylinder engine
- Fourth Inversion → Bull engine / Hand pump

एकल स्लाइडर क्रैंक श्रृंखला का व्युत्क्रम

- पहला व्युत्क्रम → प्रत्यागामी इंजन / प्रत्यागामी कंप्रेसर
- दूसरा व्युत्क्रम → व्हीटवर्थ त्वरित वापसी तंत्र
रोटरी इंजन / गनोम इंजन
- तीसरा व्युत्क्रम → क्रैंक और स्लॉटेड लीवर तंत्र
दोलनशील सिलेंडर इंजन
- चौथा व्युत्क्रम → बुल इंजन/हैंड पंप

INVERSION OF DOUBLE SLIDER CRANK CHAIN

- First Inversion → Elliptical Trammel
- Second Inversion → Scotch Yoke Mechanism
- Third Inversion → Oldham Coupling

डबल स्लाइडर क्रैंक चेन का व्युत्क्रम

- पहला व्युत्क्रम → अण्डाकार ट्रैमेल
- दूसरा व्युत्क्रम → स्कॉच योक तंत्र
- तीसरा व्युत्क्रम → ओल्डम युग्मन

4-BAR CHAIN MECHANISM:

The 4-bar chain mechanism is a fundamental concept in mechanical engineering and is the simplest closed-chain movable linkage. It consists of four rigid bodies (links) connected in a loop by four joints. These joints are typically revolute joints (pin joints) that is Four Turning Pair, allowing the links to rotate relative to each other.

चार-बार चेन मैकेनिज्म:

चार-बार चेन मैकेनिज्म मैकेनिकल इंजीनियरिंग में एक मौलिक अवधारणा है। यह सबसे सरल क्लोज्ड-चेन मूवेबल लिंकेज है, जिसका अर्थ है कि यह जुड़े हुए भागों की एक प्रणाली है ये जोड़ आम तौर पर उल्टे जोड़ (पिन जोड़) होते हैं जो चार मोड़ वाले जोड़े होते हैं जो एक दूसरे के सापेक्ष गति कर सकती है।

INVERSION OF FOUR BAR CHAIN

- First Inversion → Beam Engine
- Second Inversion → Coupling rod of Locomotive
- Third Inversion → Watt's Indicator mechanism

चार बार श्रृंखला का व्युत्क्रम

- पहला व्युत्क्रम → बीम इंजन
- दूसरी व्युत्क्रम → लोकोमोटिव की कपलिंग रॉड
- तीसरा व्युत्क्रम → वाट का संकेतक तंत्र

1. First Inversion Beam Engine:

Key Points:

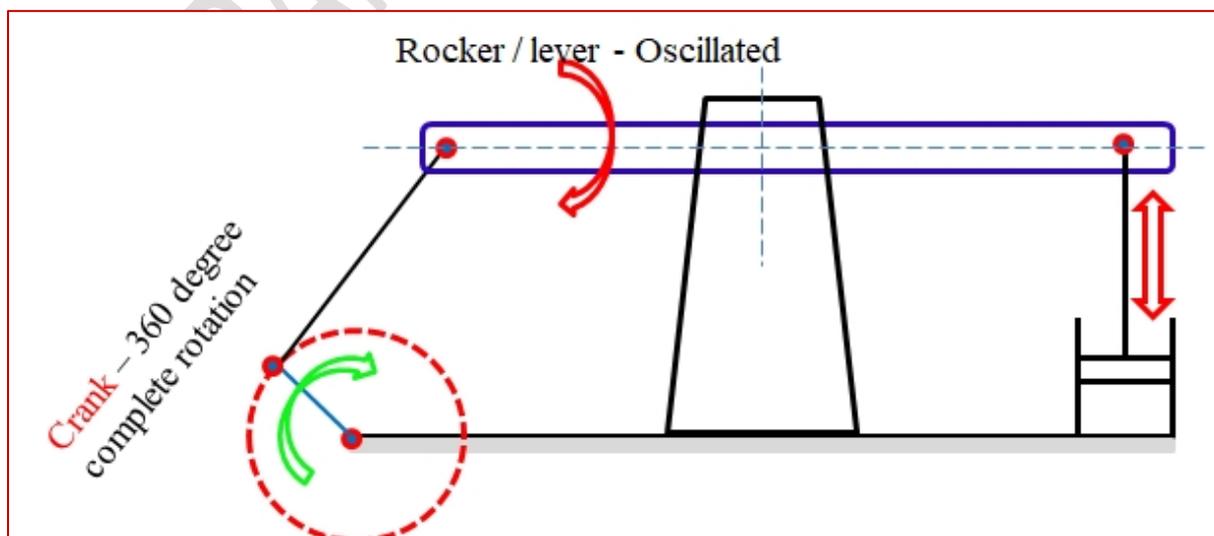
- Inversion of four bar chain
- Crank – Rocker mechanism
- Converted rotary motion to Reciprocating motion
- Steam engine, water pump, sawing machine

A beam engine is a type of steam engine that uses a large, pivoted overhead beam to transfer power from a vertical piston to a vertical connecting rod. This design was particularly popular during the Industrial Revolution, primarily for pumping water out of mines and later for driving machinery in mills.

Beam engine

Components and operation:

1. **Vertical Cylinder:** Steam is introduced into a vertical cylinder, pushing the piston upwards.
2. **Piston Rod:** The piston is connected to a piston rod, which moves vertically with the piston.
3. **Beam:** The piston rod is attached to one end of a large, pivoting beam. As the piston moves, the beam rocks up and down.
4. **Connecting Rod:** The other end of the beam is connected to a vertical connecting rod. This connecting rod is linked to a crankshaft or flywheel.
5. **Crankshaft/Flywheel:** The connecting rod's motion turns the crankshaft or flywheel, converting the reciprocating motion of the piston into rotary motion. This rotary motion can then be used to power pumps or other machinery.



Types of Beam Engines:

- **Atmospheric Beam Engine:** Early beam engines, like the Newcomen engine, relied on atmospheric pressure to push the piston down after steam was condensed in the cylinder, creating a vacuum.
- **Watt Beam Engine:** James Watt's improved beam engine incorporated a separate condenser, increasing efficiency and power.
- **Compound Beam Engine:** Later designs, like the Woolf compound engine, used multiple cylinders to expand the steam further, further enhancing efficiency.
- **Rotative Beam Engine:** This type of beam engine was designed to directly drive machinery through a flywheel, rather than just pumping water.

1. पहला इनवर्शन बीम इंजन:

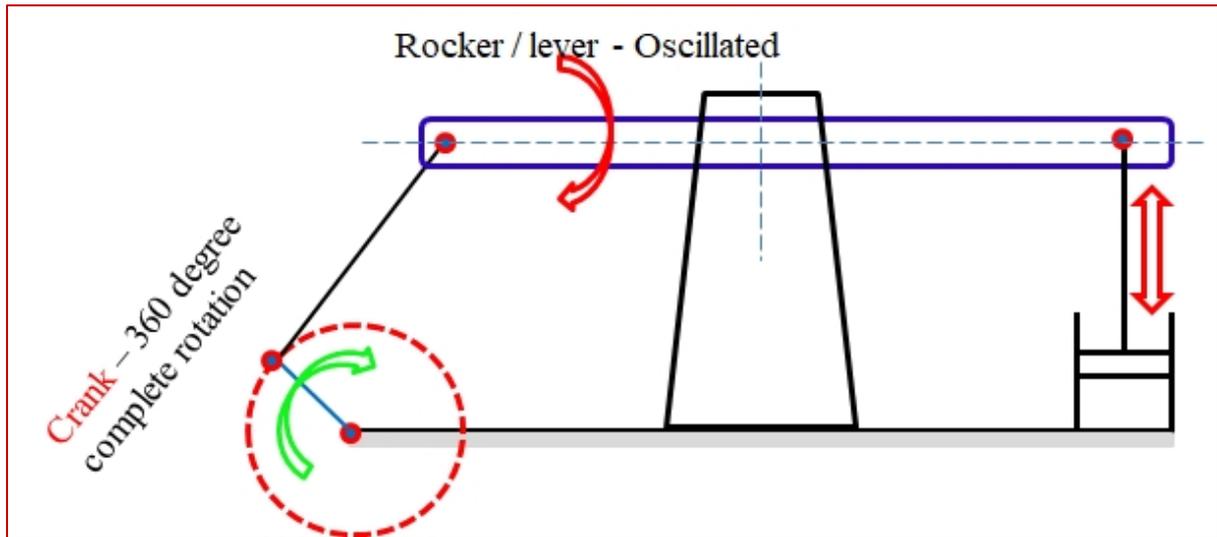
प्रमुख बिंदु:

- चार बार श्रृंखला का इनवर्शन
- क्रैंक - रॉकर तंत्र
- रोटरी गति को प्रत्यागामी गति में परिवर्तित किया
- भाप इंजन, पानी पंप, आरा मशीन

बीम इंजन एक प्रकार का भाप इंजन है जो एक बड़ी, धुरीदार ओवरहेड बीम का उपयोग ऊर्ध्वाधर पिस्टन से ऊर्ध्वाधर कनेक्टिंग रॉड में शक्ति स्थानांतरित करने के लिए करता है। यह डिज़ाइन औद्योगिक क्रांति के दौरान विशेष रूप से लोकप्रिय था, मुख्य रूप से खानों से पानी निकालने के लिए और बाद में मिलों में मशीनरी चलाने के लिए।

प्रमुख घटक और संचालन:

1. **ऊर्ध्वाधर सिलेंडर:** भाप को एक ऊर्ध्वाधर सिलेंडर में पेश किया जाता है, जो पिस्टन को ऊपर की ओर धकेलता है।
2. **पिस्टन रॉड:** पिस्टन एक पिस्टन रॉड से जुड़ा होता है, जो पिस्टन के साथ ऊर्ध्वाधर रूप से चलता है।
3. **बीम:** पिस्टन रॉड एक बड़ी, धुरीदार बीम के एक छोर से जुड़ा होता है। जैसे ही पिस्टन चलता है, बीम ऊपर और नीचे होता है।
4. **कनेक्टिंग रॉड:** बीम का दूसरा छोर एक ऊर्ध्वाधर कनेक्टिंग रॉड से जुड़ा होता है। यह कनेक्टिंग रॉड एक क्रैंकशाफ्ट या फ्लाइंग व्हील से जुड़ा होता है।
5. **क्रैंकशाफ्ट/फ्लाइंग व्हील:** कनेक्टिंग रॉड की गति क्रैंकशाफ्ट या फ्लाइंग व्हील को घुमाती है, जिससे पिस्टन की प्रत्यागामी गति घूर्णी गति में परिवर्तित होती है। इस घूर्णी गति का उपयोग पंपों या अन्य मशीनरी को चलाने के लिए किया जा सकता है।



बीम इंजन के प्रकार:

- **वायुमंडलीय बीम इंजन:** न्यूकोमेन जैसे शुरुआती बीम इंजन, सिलेंडर में भाप के संघनित होने के बाद पिस्टन को नीचे धकेलने के लिए वायुमंडलीय दबाव पर निर्भर थे, जिससे एक निर्वात बनता था।
- **वाट बीम इंजन:** जेम्स वाट के बेहतर बीम इंजन में एक अलग कंडेनसर शामिल था, जिससे दक्षता और शक्ति में वृद्धि हुई।
- **यौगिक बीम इंजन:** बाद के डिजाइनों, जैसे वूल्फ यौगिक इंजन, ने भाप को और अधिक विस्तारित करने के लिए कई सिलेंडरों का उपयोग किया, जिससे दक्षता और बढ़ गई।
- **घूर्णी बीम इंजन:** इस प्रकार का बीम इंजन सीधे फ्लाइंग व्हील के माध्यम से मशीनरी चलाने के लिए डिज़ाइन किया गया था, न कि केवल पानी पंप करने के लिए।

2. Second Inversion coupling rod of locomotive:

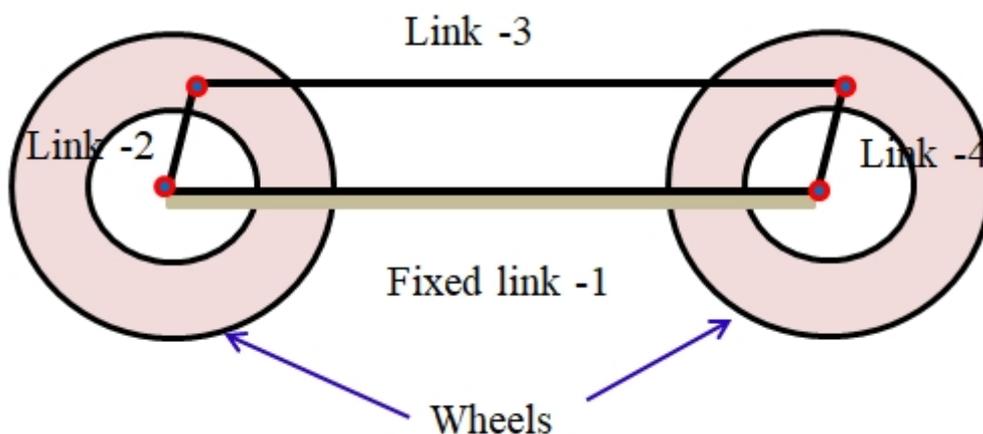
- Inversion of four bar chain
- Parallelogram linkage
- Double crank mechanism

A coupling rod, also known as a side rod, is a crucial component in certain types of locomotives, primarily steam locomotives, but also some older diesel and electric locomotives. Its primary function is to connect the driving wheels of the locomotive, ensuring that they all rotate together.

है। इसका प्राथमिक कार्य लोकोमोटिव के ड्राइविंग व्हील्स को जोड़ना है, यह सुनिश्चित करना कि वे सभी एक साथ घूमें।

यह कैसे काम करता है:

- **पहियों को जोड़ना:** कपलिंग रॉड एक मजबूत, कठोर बार है जो लोकोमोटिव के एक ही तरफ के ड्राइविंग व्हील्स को जोड़ता है। यह प्रत्येक पहिये से एक क्रैंक पिन द्वारा जुड़ा होता है, जो पहिये पर एक ऑफ-सेंटर पिन होता है।
- **शक्ति का स्थानांतरण:** जब लोकोमोटिव का इंजन शक्ति उत्पन्न करता है, तो यह आमतौर पर एक या दो जोड़े ड्राइविंग व्हील्स पर लगाया जाता है। कपलिंग रॉड तब इस शक्ति को अन्य ड्राइविंग व्हील्स में स्थानांतरित करता है, यह सुनिश्चित करता है कि सभी पहिये सिंक्रनाइज़ में घूमें। यह शक्ति को समान रूप से वितरित करता है और बेहतर कर्षण प्रदान करता है।



प्रमुख विशेषताएं और विचार:

- **मजबूती और टिकाऊपन:** कपलिंग रॉड्स को शक्ति संचारित करने में शामिल बलों और निरंतर गति के तनावों का सामना करने के लिए बहुत मजबूत होना चाहिए। वे आमतौर पर स्टील या अन्य टिकाऊ सामग्री से बने होते हैं।
- **सटीक इंजीनियरिंग:** कपलिंग रॉड्स के डिजाइन और निर्माण के लिए उचित फिट और फंक्शन सुनिश्चित करने के लिए सटीक की आवश्यकता होती है। किसी भी प्रकार की गलत संरेखण या असंतुलन लोकोमोटिव के प्रदर्शन में समस्याएं पैदा कर सकता है।
- **रखरखाव:** कपलिंग रॉड्स को नियमित रखरखाव की आवश्यकता होती है, जिसमें स्नेहन और घिसाव या क्षति के लिए निरीक्षण शामिल है।

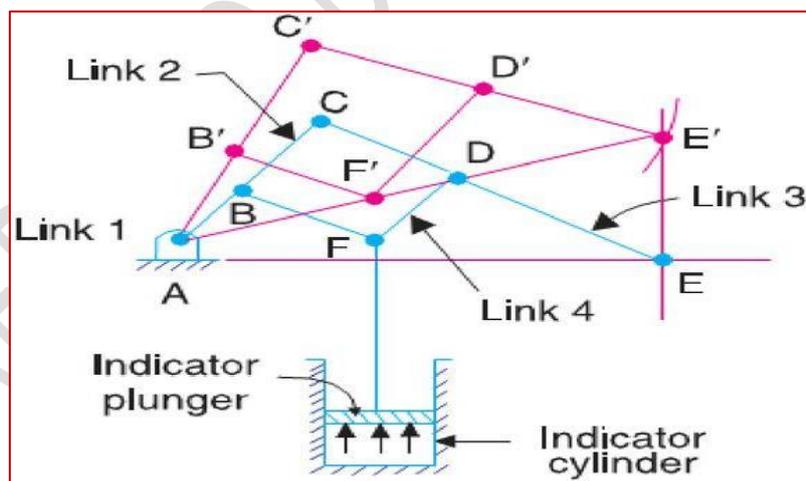
3. Third Inversion Watt's indicator mechanism:

- Inversion of four bar chain
- Double Rocker mechanism
- Also known as parallel linkage
- Today it is used Automobile suspensions

The Watt's indicator mechanism is a clever mechanical linkage invented by James Watt, primarily used in early steam engines. Its main purpose was to accurately measure and record the pressure inside the steam cylinder throughout the engine's cycle. This information was crucial for understanding the engine's performance and making improvements.

Here's how it works:

- **Piston and Linkage:** A small piston is connected to the steam cylinder, so it moves proportionally to the steam pressure. This piston is linked to a series of rods, forming a four-bar linkage mechanism.
- **Tracing the Pressure:** The linkage is designed so that a point on one of the rods traces a line on a paper or indicator card. This line represents the pressure inside the cylinder at different points in the piston's stroke.
- **Pressure-Volume Diagram:** By synchronizing the movement of the indicator card with the piston's motion, the traced line becomes a pressure-volume diagram. This diagram provides valuable insights into the engine's performance, such as work done, efficiency, and potential problems.



Key features and significance:

- **Accurate Measurement:** The Watt's indicator mechanism provided a more accurate way to measure steam pressure compared to earlier methods.
- **Performance Analysis:** The pressure-volume diagram allowed engineers to analyze the engine's performance and identify areas for improvement.

- **Design Optimization:** This information helped in optimizing the design of steam engines, leading to increased efficiency and power output.

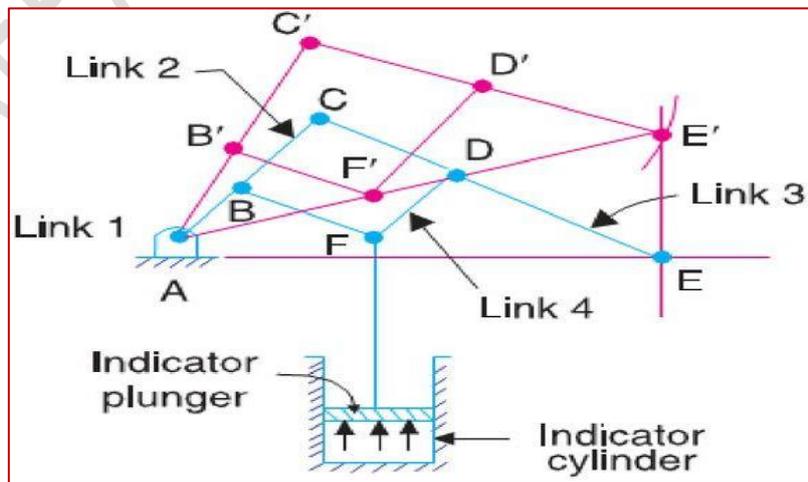
3. तीसरा इनवर्शन वॉट का इंडिकेटर मैकेनिज्म:

- चार बार श्रृंखला का उलटा होना
- डबल रॉकर तंत्र
- इसे समानांतर लिंकेज के रूप में भी जाना जाता है
- आज ऑटोमोबाइल सस्पेंशन का उपयोग किया जाता है

वॉट का इंडिकेटर मैकेनिज्म एक चतुराईपूर्ण इंजीनियरिंग उपकरण था जिसका आविष्कार जेम्स वॉट ने भाप इंजनों की दक्षता में सुधार करने में मदद करने के लिए किया था। यह मूल रूप से लीवर और लिंकेज की एक प्रणाली है जिसने इंजीनियरों को यह देखने की अनुमति दी कि इंजन चलते समय भाप सिलेंडर के अंदर वास्तव में क्या हो रहा था।

यहाँ बताया गया है कि यह कैसे काम करता है:

1. **दबाव को महसूस करना:** एक छोटा पिस्टन भाप सिलेंडर से जुड़ा होता है। यह पिस्टन सिलेंडर के अंदर भाप के दबाव के जवाब में ऊपर और नीचे चलता है।
2. **लिंकेज:** छोटा पिस्टन छड़ों की एक श्रृंखला से जुड़ा होता है, जो एक चार-बार लिंकेज मैकेनिज्म बनाता है। यह लिंकेज इस तरह से डिज़ाइन किया गया है कि छोटे पिस्टन की गति को एक छड़ पर एक बिंदु की विशिष्ट गति में बदल दिया जाता है।
3. **आरेख का पता लगाना:** छड़ पर यह बिंदु एक पेंसिल या स्टाइलस से जुड़ा होता है। जैसे ही इंजन चलता है, यह पेंसिल कागज या कार्ड के एक टुकड़े पर एक रेखा खींचती है। कागज की गति इंजन के पिस्टन की गति के साथ सिंक्रनाइज़ होती है।
4. **दबाव-आयतन आरेख:** पेंसिल द्वारा खींची गई रेखा एक दबाव-आयतन आरेख बनाती है। यह आरेख दिखाता है कि प्रत्येक इंजन चक्र के दौरान सिलेंडर के अंदर दबाव कैसे बदलता है।



यह महत्वपूर्ण क्यों था?

दबाव-आयतन आरेख ने इंजीनियरों को बहुमूल्य जानकारी प्रदान की। आरेख के आकार का विश्लेषण करके, वे यह कर सकते थे:

- **इंजन द्वारा किए गए कार्य की गणना करें:** इसने उन्हें यह समझने में मदद की कि इंजन कितनी शक्ति का उत्पादन कर रहा है।
- **अक्षमताओं की पहचान करें:** आरेख लीक या अत्यधिक घर्षण जैसी समस्याओं को प्रकट कर सकता है, जिससे इंजीनियरों को सुधार करने की अनुमति मिलती है।
- **इंजन डिजाइन को अनुकूलित करें:** इंडिकेटर मैकेनिज्म से प्राप्त जानकारी ने अधिक कुशल और शक्तिशाली भाप इंजनों को डिजाइन करने में मदद की।

SINGLE SLIDER-CRANK CHAIN MECHANISM:

The single slider-crank mechanism is a fundamental mechanism in mechanical engineering. It's a four-bar linkage with **one sliding pair and three turning pairs**. It's commonly found in reciprocating engines where it converts rotary motion into reciprocating motion and vice versa.

Components:

- **Frame:** The fixed link, often considered the base of the mechanism.
- **Crank:** A rotating link, typically a circular disc or a shaft.
- **Connecting Rod:** A link that connects the crank to the slider.
- **Slider:** A link that moves along a straight line (guided by a slot or guideway).

How it Works:

- When the crank rotates, it causes the connecting rod to move in a complex path.
- This motion, in turn, drives the slider back and forth along its linear path.
- Conversely, if the slider is driven back and forth, it can cause the crank to rotate.

Inversion of a Single Slider-Crank mechanism:

Inversion refers to the process of fixing different links within a kinematic chain. By fixing different links in the slider-crank mechanism, we obtain different mechanisms with varying functionalities. Since there are four links in the slider-crank chain, we can obtain four inversions.

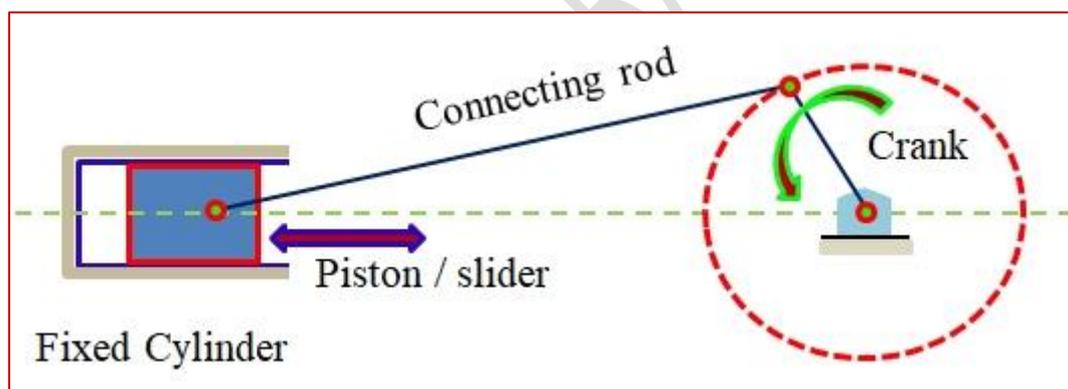
INVERSION OF SINGLE SLIDER CRANK CHAIN

- **First Inversion**  **Reciprocating Engine / Reciprocating Compressor**
- **Second Inversion**  **Whitworth Quick return mechanism
Rotary engine / Gnome engine**
- **Third Inversion**  **Crank & slotted lever mechanism
Oscillating Cylinder engine**
- **Fourth Inversion**  **Bull engine / Hand pump**

1. First Inversion (Reciprocating Engine / Reciprocating Compressor):

- First Inversion of single slider crank chain
- Cylinder is fixed, Adjacent to shortest link
- Crank – Rocker Mechanism (C – R Mechanism)

If input at piston and Output at Crank  Reciprocating Engine / IC Engine
If input at Crank and Output at Piston  Compressor



- **Fixed Link:** Cylinder / Frame (link 1)
- **Crank:** Link 2
- **Connecting Rod:** Link 3
- **Slider:** Link 4 (piston)

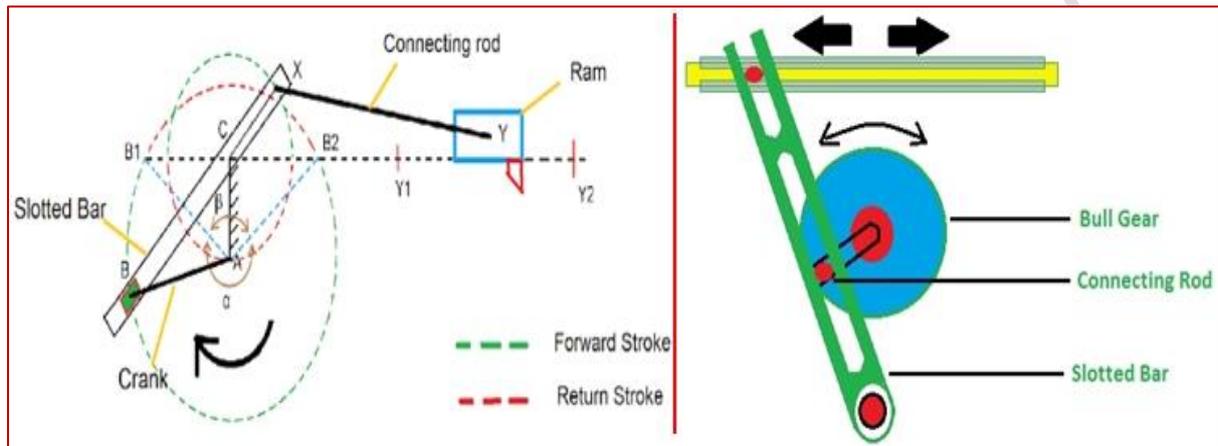
This is the most common form, seen in internal combustion engines. The rotating crank drives the piston's reciprocating motion.

2. Second Inversion (Whitworth Quick Return Mechanism):

- Second Inversion of single slider Chain
- Crank is fixed, shortest link
- Crank – Crank Mechanism (C – C Mechanism)

- Application: Shaper, Screw press, Power driven shaft, mechanical actuator, revolver mechanism

The Whitworth Quick Return Mechanism is a clever mechanical system that converts rotary motion into reciprocating motion with a distinct characteristic: the return stroke is faster than the forward stroke. This feature makes it highly valuable in various applications where the cutting or working operation occurs during the forward stroke, and the return stroke is a non-productive phase.



- **Fixed Link:** Crank (link 2)
- **Crank:** Link 3 (connecting rod)
- **Slider:** Link 4 (piston)

How it Works:

1. Components:

- **Crank:** A rotating disc or shaft.
- **Slider:** A block that slides along a slotted bar.
- **Slotted Bar:** A bar with a slot that guides the slider.
- **Connecting Rod:** Connects the slotted bar to the working tool (e.g., the cutting tool in a shaping machine).

2. Mechanism:

- The crank rotates at a constant speed.
- The slider, attached to the crank, moves within the slotted bar as the crank rotates.
- Due to the geometry of the mechanism, the slider covers a greater distance along the slotted bar during the forward stroke compared to the return stroke, even though the crank rotates at a constant speed.

Cutting angle(α) > Return angle (β)

$$\text{Quick return ratio(QRR)} = \frac{\text{Cutting angle } (\alpha)}{\text{Return angle } (\beta)} = \frac{\text{Cutting stroke}}{\text{Return stroke}} = \frac{\text{Time to cut}}{\text{Time to return}}$$

$$\text{Quick return ratio(QRR)} = \frac{\alpha}{\beta}$$

Quick return ratio(QRR) > 1

$$\text{Stroke Length} = 2 * XC$$

$$\text{QRR} = \frac{\alpha}{\beta} = \frac{360 - \beta}{\beta} = \frac{\alpha}{360 - \alpha}$$

Applications:

The Whitworth Quick Return Mechanism finds widespread use in various industrial applications, including:

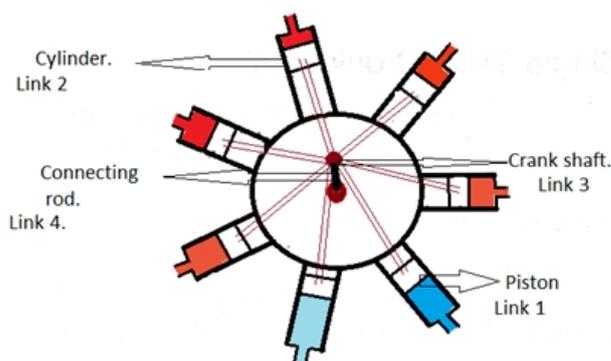
- Shaping machines: Used for shaping metal parts.
- Slotter machines: Used for cutting slots and keyways in metal.
- Milling machines: Used for cutting and shaping metal parts.
- Presses: Used in various industrial processes like stamping, forming, and punching.
- Other applications: Woodworking machinery, some types of pumps, and other mechanical systems where a faster return stroke is beneficial.

In essence, the Whitworth Quick Return Mechanism is a valuable engineering solution that enhances the efficiency and productivity of machines by optimizing the speed of their reciprocating motion.

This mechanism is used in shaping machines and other applications where a quicker return stroke is desired.

ROTARY ENGINE / GNOME ENGINE

- Second Inversion of single slider Chain
- Crank is fixed



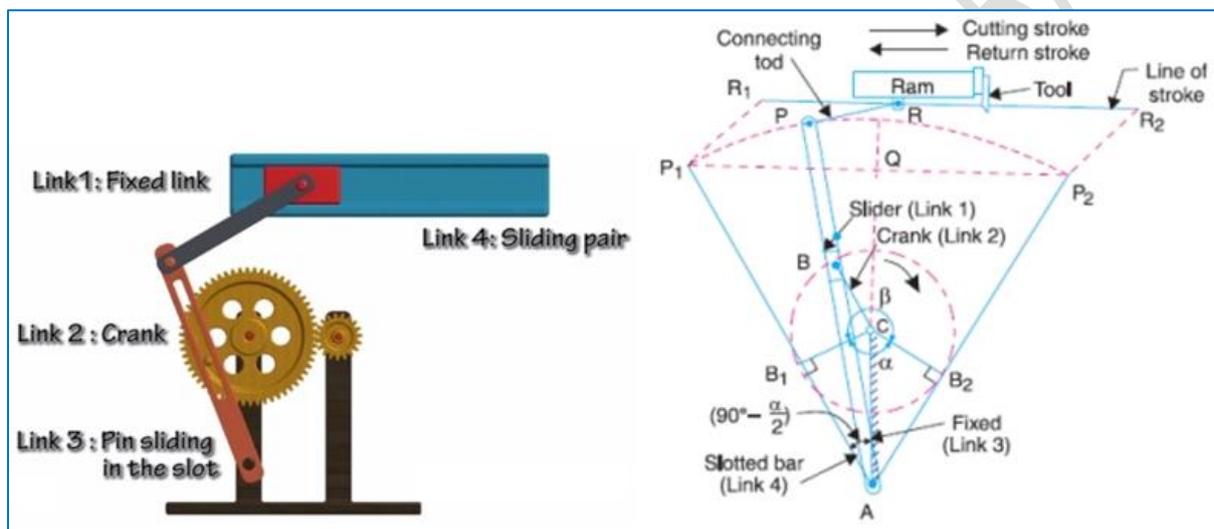
In Gnome engine Number of cylinder always = odd

For economic number of cylinder in Gnome engine = 5

3. Third Inversion (Crank and Slotted Lever mechanism / Crank and Slotted Lever Quick Return mechanism):

- Third inversion of single slider crank chain
- Connecting rod is fixed, Adjacent to shortest link
- Crank – Rocker Mechanism (C – R mechanism)

This mechanism is a clever way to convert rotary motion into a reciprocating motion where the return stroke is significantly faster than the forward stroke. This is highly beneficial in applications like shaping machines where the cutting operation happens during the forward stroke, and the return stroke is essentially idle time.



How it Works

1. Components:

- **Crank:** A rotating disc or shaft.
- **Slider:** A block that moves within a slot.
- **Slotted Lever:** A lever with a slot that guides the slider.
- **Connecting Rod:** Connects the slotted lever to the working tool (e.g., the cutting tool in a shaping machine).

2. Mechanism:

- The crank rotates at a constant speed.
- The slider, attached to the crank, moves within the slotted lever as the crank rotates.

- Due to the geometry of the mechanism, the slider covers more distance along the slotted lever during the forward stroke compared to the return stroke, even though the crank rotates uniformly.

Cutting angle(α) > Return angle (β)

Quick return ratio(QRR) = $\frac{\text{Cutting angle } (\alpha)}{\text{Return angle } (\beta)}$

$$\text{QRR} = \frac{\text{Cutting stroke}}{\text{Return stroke}} = \frac{\text{Time to cut}}{\text{Time to return}}$$

$$\text{QRR} = \frac{\alpha}{\beta} = \frac{360 - \beta}{\beta} = \frac{\alpha}{360 - \alpha}$$

Quick return ratio > 1

LENGTH OF STROKE

Length of stroke, PQ = $2 * (AP * \frac{BC}{AC})$

Where,

- α Cutting angle
- B Return angle
- PQ Length of stroke
- AP Length of slotted bar
- AC Length of connecting rod
- BC Crank length

Length of connecting rod = $2 * \text{Length of slotted bar} * \frac{\text{Crank length}}{\text{Connecting rod length}}$

Applications

This mechanism finds widespread use in:

- **Shaping machines:** For shaping metal parts.
- **Slotter machines:** For cutting slots and keyways.
- **Milling machines:** For cutting and shaping metal.
- **Presses:** In various industrial processes like stamping, forming, and punching.

Key Differences from Whitworth Quick Return Mechanism:

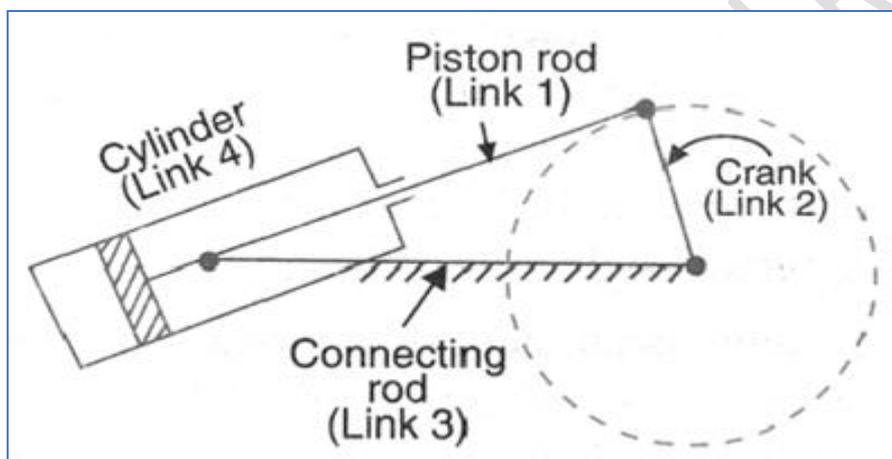
While both mechanisms achieve a quick return, they differ in their specific configurations:

- **Whitworth:** Relies on a crank and a slotted bar with a specific geometry to achieve the desired motion.
- **Crank and Slotted Lever:** Utilizes a crank, slotted lever, and connecting rod in a slightly different arrangement to achieve the quick return characteristic.

Both mechanisms serve the same purpose of increasing efficiency by minimizing idle time during the return stroke.

3. Third Inversion (Oscillating Cylinder Engine):

- Third inversion of single slider crank chain
- Connecting rod is fixed
- Crank Rocker Mechanism (C – R mechanism)

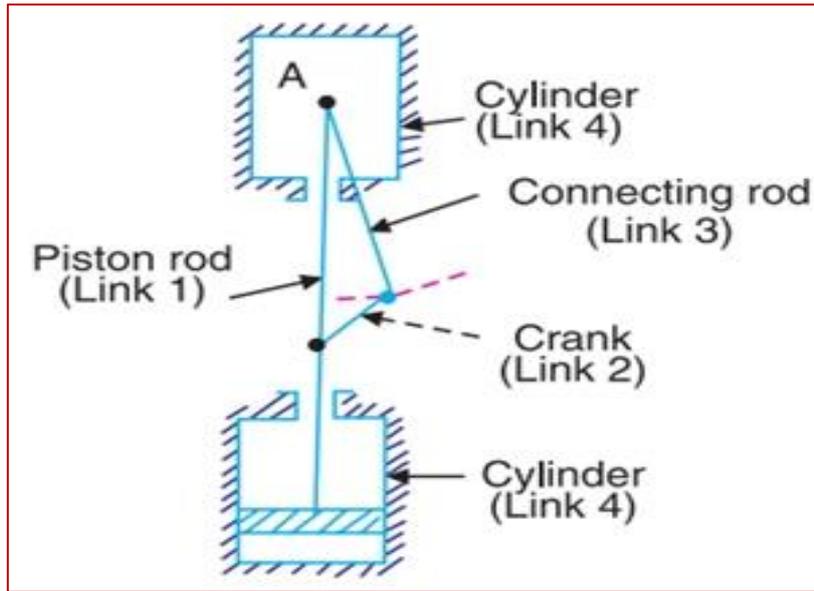


- **Fixed Link:** Connecting Rod (link 3)
- **Crank:** Link 2
- **Slider:** Link 4 (piston)

In this case, the cylinder itself oscillates while the crank rotates.

3. Fourth Inversion (Hand Pump/Pendulum Pump/Bull Engine):

- Fourth inversion of single slider crank chain
- Slider is fixed / cylinder fixed
- Rocker – Rocker mechanism (R – R mechanism)



- **Fixed Link:** Slider (link 4)
- **Crank:** Link 2
- **Connecting Rod:** Link 3

This inversion is found in hand pumps and pendulum pumps where the piston reciprocates within a fixed cylinder.

सिंगल स्लाइडर क्रैंक चेन मैकेनिज्म

सिंगल स्लाइडर-क्रैंक मैकेनिज्म एक मौलिक चार-बार लिंकेज है जिसमें एक स्लाइडिंग जोड़ और तीन टर्निंग जोड़ होते हैं। एक स्लाइडिंग जोड़ी और तीन टर्निंग जोड़ी। यह आमतौर पर रेसिप्रोकेटिंग इंजनों में पाया जाता है जहां यह रोटरी गति को रेसिप्रोकेटिंग गति में और इसके विपरीत रूपांतरित करता है।

यहां एक ब्रेकडाउन है:

- **घटक:**
 - **फ्रेम:** स्थिर लिंक, जिसे अक्सर तंत्र का आधार माना जाता है।
 - **क्रैंक:** एक घूर्णन लिंक, आमतौर पर एक गोलाकार डिस्क या एक शाफ्ट।
 - **कनेक्टिंग रॉड:** एक लिंक जो क्रैंक को स्लाइडर से जोड़ता है।
 - **स्लाइडर:** एक लिंक जो एक सीधी रेखा के साथ चलता है (एक स्लॉट या गाइडवे द्वारा निर्देशित)।

यह कैसे काम करता है:

- जब क्रैंक घूमता है, तो यह कनेक्टिंग रॉड को एक जटिल पथ में स्थानांतरित करने का कारण बनता है।

- यह गति, बदले में, स्लाइडर को उसके रेखिक पथ के साथ आगे और पीछे चलाती है।
- इसके विपरीत, यदि स्लाइडर को आगे और पीछे चलाया जाता है, तो यह क्रैंक को घुमा सकता है।

सिंगल स्लाइडर क्रैंक मैकेनिज्म का इनवर्शन

इनवर्शन एक गतिज श्रृंखला के भीतर विभिन्न लिंक को ठीक करने की प्रक्रिया को संदर्भित करता है। स्लाइडर-क्रैंक तंत्र में अलग-अलग लिंक फिक्स करके, हम अलग-अलग कार्यक्षमता वाले अलग-अलग तंत्र प्राप्त करते हैं। चूँकि स्लाइडर-क्रैंक श्रृंखला में चार लिंक हैं, हम चार व्युत्क्रम प्राप्त कर सकते हैं।

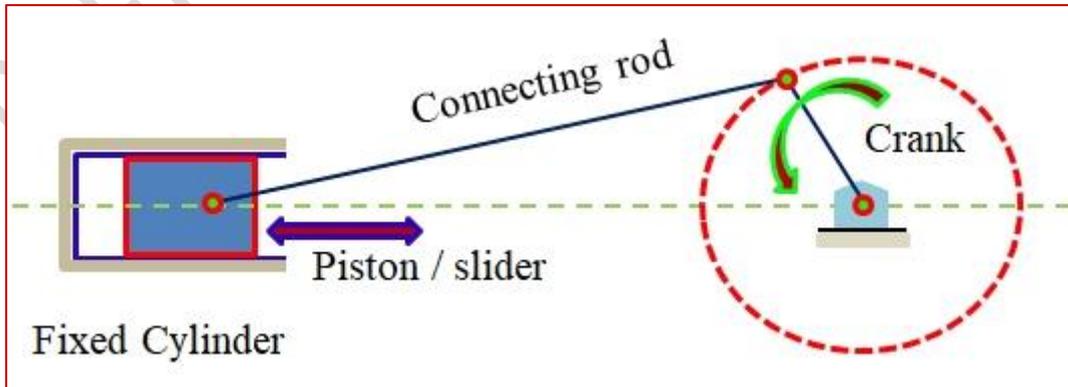
एकल स्लाइडर क्रैंक श्रृंखला का व्युत्क्रम

➤ पहला व्युत्क्रम	→	प्रत्यागामी इंजन / प्रत्यागामी कंप्रेसर
➤ दूसरा व्युत्क्रम	→	व्हीटवर्थ त्वरित वापसी तंत्र रोटरी इंजन / गनोम इंजन
➤ तीसरा व्युत्क्रम	→	क्रैंक और स्लॉटेड लीवर तंत्र दोलनशील सिलेंडर इंजन
➤ चौथा व्युत्क्रम	→	बुल इंजन/हैंड पंप

1. पहला इनवर्शन (रेसिप्रोकेटिंग इंजन):

- ♣ एकल स्लाइडर क्रैंक श्रृंखला का पहला उलटा
- ♣ सिलेंडर ठीक है, सबसे छोटे लिंक से सटा हुआ
- ♣ क्रैंक-रॉकर मैकेनिज्म (सी-आर मैकेनिज्म)

यदि इनपुट पिस्टन पर और आउटपुट क्रैंक → रिसीप्रोकेटिंग इंजन/आईसी इंजन पर है
यदि क्रैंक पर इनपुट और पिस्टन पर आउटपुट → कंप्रेसर



- **फिक्सड लिंक:** फ्रेम (लिंक 1)

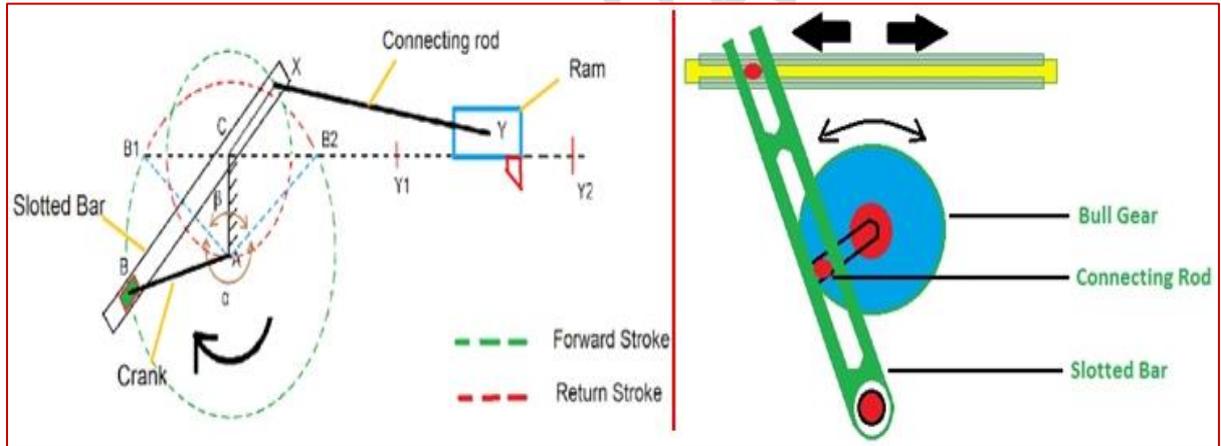
- **क्रैंक:** लिंक 2
- **कनेक्टिंग रॉड:** लिंक 3
- **स्लाइडर:** लिंक 4 (पिस्टन)

यह सबसे आम रूप है, जो आंतरिक दहन इंजनों में देखा जाता है। घूर्णन क्रैंक पिस्टन की रेसिप्रोकेटिंग गति को चलाता है।

2. दूसरा इनवर्शन (व्हिटवर्थ क्रिक रिटर्न मैकेनिज्म):

- एकल स्लाइडर श्रृंखला का दूसरा उलटा
- क्रैंक स्थिर है, सबसे छोटा लिंक
- क्रैंक - क्रैंक तंत्र (सी - सी तंत्र)
- अनुप्रयोग: शेपर, स्कू प्रेस, पावर चालित शाफ्ट, मैकेनिकल एक्चुएटर, रिवाल्वर मैकेनिज्म

व्हिटवर्थ क्रिक रिटर्न मैकेनिज्म एक चतुर यांत्रिक प्रणाली है जो रोटरी गति को रेसिप्रोकेटिंग गति में परिवर्तित करती है, जिसमें एक विशिष्ट विशेषता होती है: **रिटर्न स्ट्रोक फॉरवर्ड स्ट्रोक की तुलना में तेज होता है।** यह विशेषता विभिन्न अनुप्रयोगों में अत्यधिक मूल्यवान है जहां काटने या काम करने का संचालन फॉरवर्ड स्ट्रोक के दौरान होता है, और रिटर्न स्ट्रोक एक गैर-उत्पादक चरण होता है।



- **फिक्स्ड लिंक:** क्रैंक (लिंक 2)
- **क्रैंक:** लिंक 3 (कनेक्टिंग रॉड)
- **स्लाइडर:** लिंक 4 (पिस्टन)

यह कैसे काम करता है

1. घटक:

- **क्रैंक:** एक घूर्णन डिस्क या शाफ्ट।
- **स्लाइडर:** एक ब्लॉक जो एक स्लॉटेड बार के साथ स्लाइड करता है।
- **स्लॉटेड बार:** एक बार जिसमें एक स्लॉट होता है जो स्लाइडर को गाइड करता है।

- **कनेक्टिंग रॉड:** स्लॉटेड बार को वर्किंग टूल (जैसे कि शेपिंग मशीन में कटिंग टूल) से जोड़ता है।

2. तंत्र:

- क्रैंक निरंतर गति से घूमता है।
- क्रैंक से जुड़ा स्लाइडर, क्रैंक के घूमने पर स्लॉटेड बार के भीतर चलता है।
- तंत्र की ज्यामिति के कारण, स्लाइडर स्लॉटेड बार के साथ फॉरवर्ड स्ट्रोक के दौरान रिटर्न स्ट्रोक की तुलना में अधिक दूरी तय करता है, भले ही क्रैंक निरंतर गति से घूमता हो।

काटने का कोण (α) > वापसी कोण (β)

$$\text{त्वरित वापसी अनुपात (QRR)} = \frac{\text{कटिंग कोण } (\alpha)}{\text{वापसी कोण } (\beta)} = \frac{\text{कटिंग स्ट्रोक}}{\text{रिटर्न स्ट्रोक}} = \frac{\text{काटने का समय}}{\text{वापसी का समय}}$$

$$\text{त्वरित वापसी अनुपात (QRR)} = \frac{\alpha}{\beta}$$

$$\text{त्वरित वापसी अनुपात (QRR)} > 1$$

$$\text{स्ट्रोक की लंबाई} = 2 * XC$$

$$QRR = \frac{\alpha}{\beta} = \frac{360 - \beta}{\beta} = \frac{\alpha}{360 - \alpha}$$

अनुप्रयोग

द्विचक्र रिटर्न मैकेनिज्म विभिन्न औद्योगिक अनुप्रयोगों में व्यापक रूप से उपयोग किया जाता है, जिनमें शामिल हैं:

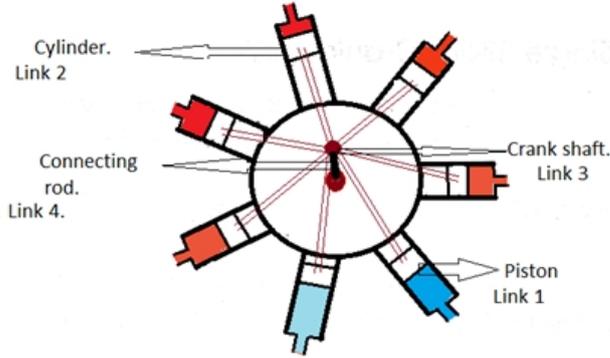
- **शेपिंग मशीन:** धातु के हिस्सों को आकार देने के लिए उपयोग किया जाता है।
- **स्लॉटर मशीन:** धातु में स्लॉट और कीवे काटने के लिए उपयोग किया जाता है।
- **मिलिंग मशीन:** धातु के हिस्सों को काटने और आकार देने के लिए उपयोग किया जाता है।
- **प्रेस:** स्टैम्पिंग, फॉर्मिंग और पंचिंग जैसी विभिन्न औद्योगिक प्रक्रियाओं में उपयोग किया जाता है।
- **अन्य अनुप्रयोग:** लकड़ी की मशीनरी, कुछ प्रकार के पंप, और अन्य यांत्रिक प्रणालियाँ जहाँ तेज रिटर्न स्ट्रोक लाभदायक होता है।

संक्षेप में, द्विचक्र रिटर्न मैकेनिज्म एक मूल्यवान इंजीनियरिंग समाधान है जो उनकी रेसिप्रोकेटिंग गति की गति को अनुकूलित करके मशीनों की दक्षता और उत्पादकता को बढ़ाता है।

इस मैकेनिज्म का उपयोग आकार देने वाली मशीनों और अन्य अनुप्रयोगों में किया जाता है जहाँ एक तेज रिटर्न स्ट्रोक वांछित होता है।

ROTARY ENGINE / GNOME ENGINE

- Second Inversion of single slider Chain
- Crank is fixed



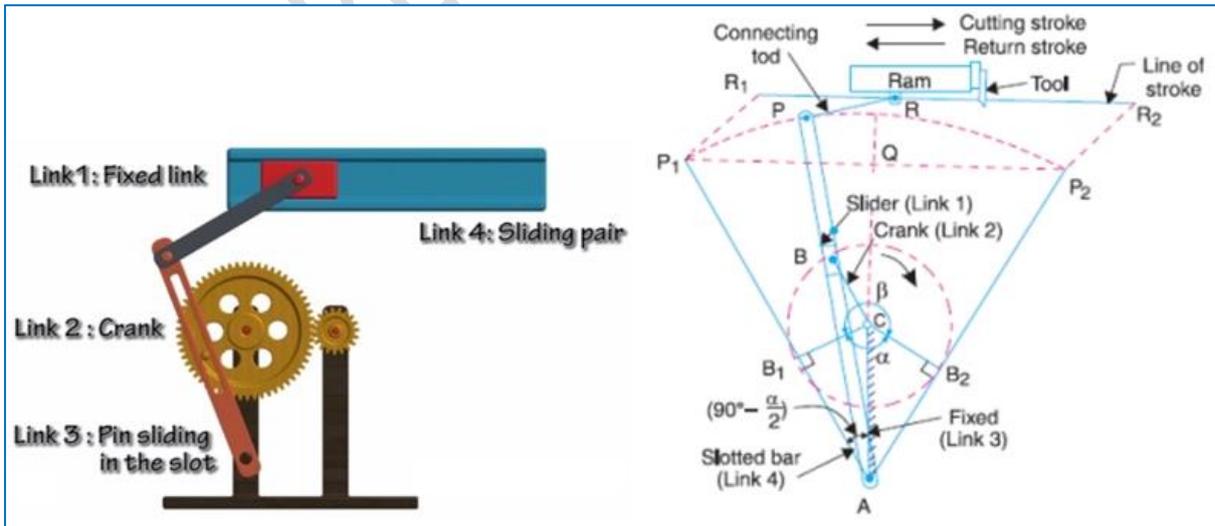
In Gnome engine Number of cylinder always = odd

For economic number of cylinder in Gnome engine = 5

3. तीसरा इनवर्शन (क्रैंक और स्लॉटेड लीवर क्रिक रिटर्न मैकेनिज्म):

- एकल स्लाइडर क्रैंक श्रृंखला का तीसरा उलटा
- कनेक्टिंग रॉड स्थिर है, सबसे छोटे लिंक से सटा हुआ है
- क्रैंक-रॉकर तंत्र (सी-आर तंत्र)

यह मैकेनिज्म रोटरी गति को रेसिप्रोकेटिंग गति में बदलने का एक चतुर तरीका है जहां रिटर्न स्ट्रोक फॉरवर्ड स्ट्रोक की तुलना में काफी तेज होता है। यह उन अनुप्रयोगों में अत्यधिक लाभदायक है जहां काटने का संचालन फॉरवर्ड स्ट्रोक के दौरान होता है, और रिटर्न स्ट्रोक अनिवार्य रूप से निष्क्रिय समय होता है।



यह कैसे काम करता है

1. घटक:

- **क्रैंक:** एक घूर्णन डिस्क या शाफ्ट।
- **स्लाइडर:** एक ब्लॉक जो एक स्लॉट के भीतर चलता है।
- **स्लॉटेड लीवर:** एक लीवर जिसमें एक स्लॉट होता है जो स्लाइडर को गाइड करता है।
- **कनेक्टिंग रॉड:** स्लॉटेड लीवर को वर्किंग टूल (जैसे कि शेपिंग मशीन में कटिंग टूल) से जोड़ता है।

2. तंत्र:

- क्रैंक निरंतर गति से घूमता है।
- क्रैंक से जुड़ा स्लाइडर, क्रैंक के घूमने पर स्लॉटेड लीवर के भीतर चलता है।
- तंत्र की ज्यामिति के कारण, स्लाइडर फॉरवर्ड स्ट्रोक के दौरान रिटर्न स्ट्रोक की तुलना में स्लॉटेड लीवर के साथ अधिक दूरी तय करता है, भले ही क्रैंक समान रूप से घूमता हो।

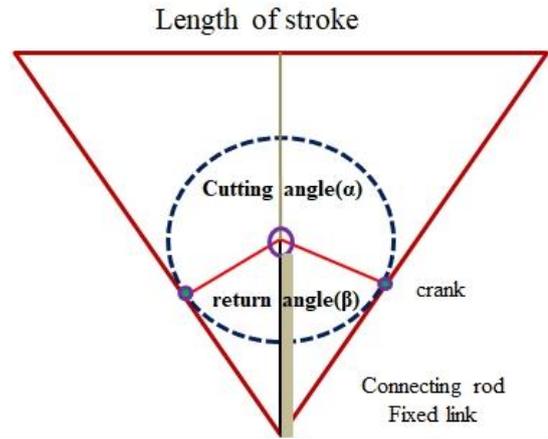
काटने का कोण (α) > वापसी कोण (β)

$$\text{त्वरित वापसी अनुपात(QRR)} = \frac{\text{कटिंग कोण } (\alpha)}{\text{वापसी कोण } (\beta)}$$

$$(QRR) = \frac{\text{कटिंग स्ट्रोक}}{\text{रिटर्न स्ट्रोक}} = \frac{\text{काटने का समय}}{\text{वापसी का समय}}$$

$$QRR = \frac{\alpha}{\beta} = \frac{360 - \beta}{\beta} = \frac{\alpha}{360 - \alpha}$$

त्वरित वापसी अनुपात (QRR) > 1

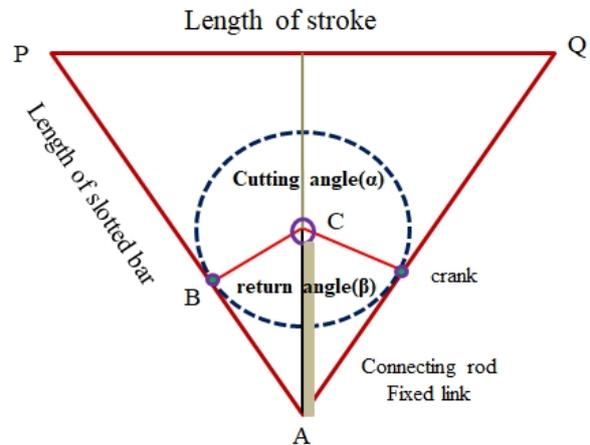


स्ट्रोक की लंबाई

$$\text{स्ट्रोक की लंबाई, PQ} = 2 * \left(AP * \frac{BC}{AC} \right)$$

कहाँ,

α	काटने का कोण
B	वापसी कोण
PQ	स्ट्रोक की लंबाई
AP	स्लॉटेड बार की लंबाई
AC	कनेक्टिंग रॉड की लंबाई
BC	क्रैंक लंबाई



$$\text{स्ट्रोक की लंबाई} = 2 * \text{स्लॉटेड बार की लंबाई} * \frac{\text{क्रैंक लंबाई}}{\text{कनेक्टिंग रॉड की लंबाई}}$$

अनुप्रयोग

इस मैकेनिज्म का व्यापक रूप से निम्नलिखित में उपयोग किया जाता है:

- **शेपिंग मशीन:** धातु के हिस्सों को आकार देने के लिए।
- **स्लॉटर मशीन:** स्लॉट और कीवे काटने के लिए।
- **मिलिंग मशीन:** धातु को काटने और आकार देने के लिए।
- **प्रेस:** स्टैम्पिंग, फॉर्मिंग और पंचिंग जैसी विभिन्न औद्योगिक प्रक्रियाओं में।

संक्षेप में: क्रैंक और स्लॉटेड लीवर क्लिक रिटर्न मैकेनिज्म एक मूल्यवान इंजीनियरिंग समाधान है जो रिटर्न स्ट्रोक के दौरान निष्क्रिय समय को कम करके रेसिप्रोकेटिंग गति की गति को अनुकूलित करता है, जिससे विभिन्न मशीनों की दक्षता और उत्पादकता में काफी सुधार होता है।

क्लिक रिटर्न मैकेनिज्म से मुख्य अंतर:

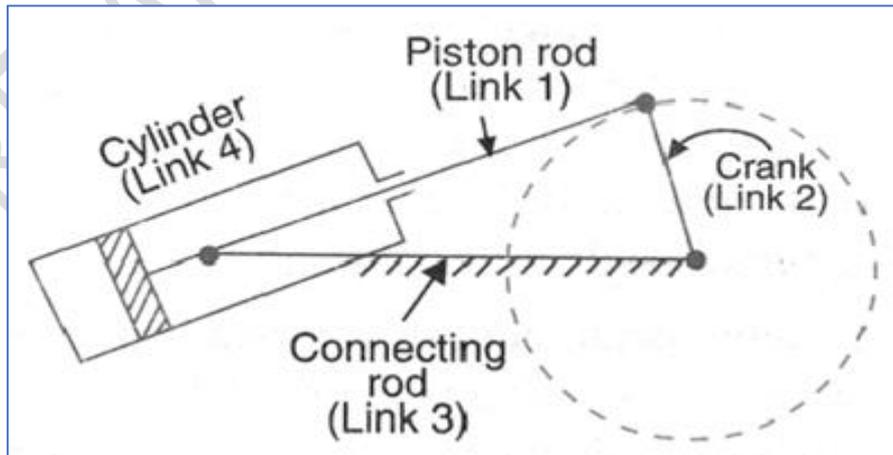
जबकि दोनों तंत्र त्वरित वापसी प्राप्त करते हैं, उनके विशिष्ट विन्यास में अंतर होता है:

- **क्लिक रिटर्न:** वांछित गति प्राप्त करने के लिए एक क्रैंक और एक विशिष्ट ज्यामिति वाले स्लॉटेड बार पर निर्भर करता है।
- **क्रैंक और स्लॉटेड लीवर:** त्वरित वापसी विशेषता प्राप्त करने के लिए थोड़े अलग व्यवस्था में एक क्रैंक, स्लॉटेड लीवर और कनेक्टिंग रॉड का उपयोग करता है।

दोनों तंत्र रिटर्न स्ट्रोक के दौरान निष्क्रिय समय को कम करके दक्षता बढ़ाने के एक ही उद्देश्य की पूर्ति करते हैं।

3. तीसरा इनवर्शन (ऑसिलेटिंग सिलेंडर इंजन):

- एकल स्लाइडर क्रैंक श्रृंखला का तीसरा उलटा
- कनेक्टिंग रॉड स्थिर है
- क्रैंक रॉकर तंत्र (सी-आर तंत्र)

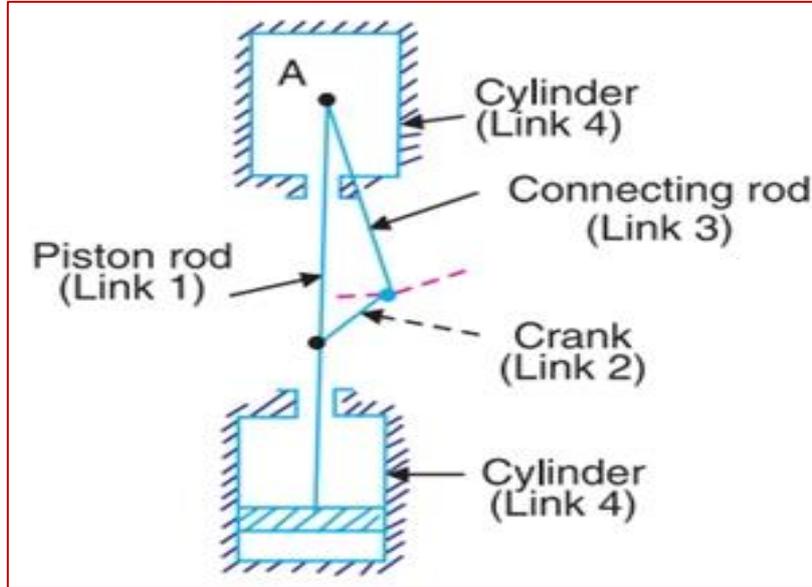


- **फिक्स्ड लिंक:** कनेक्टिंग रॉड (लिंक 3)
- **क्रैंक:** लिंक 2
- **स्लाइडर:** लिंक 4 (पिस्टन)

इस मामले में, सिलेंडर स्वयं दोलन करता है जबकि क्रैंक घूमता है।

4. चौथा इनवर्शन (हैंड पंप/पेंडुलम पंप):

- एकल स्लाइडर क्रैंक श्रृंखला का चौथा उलटा
- स्लाइडर ठीक हो गया है/सिलेंडर ठीक हो गया है
- रॉकर - रॉकर तंत्र (आर - आर तंत्र)



- **फिक्स्ड लिंक:** स्लाइडर (लिंक 4)
- **क्रैंक:** लिंक 2
- **कनेक्टिंग रॉड:** लिंक 3

यह उलटाव हैंड पंपों और पेंडुलम पंपों में पाया जाता है जहां पिस्टन एक निश्चित सिलेंडर के भीतर दोलन करता है।

DOUBLE SLIDER CRANK CHAIN MECHANISM

The double slider crank chain is a fundamental mechanism in mechanical engineering. It's a four-bar linkage with a unique characteristic: it has two sliding pairs and two turning pairs.

Components:

- **Two sliders:** These are the key elements, moving along two different linear guides (usually perpendicular to each other).
- **Connecting link:** A rigid bar that connects the two sliders.
- **Frame:** The fixed structure that supports the entire mechanism.

How it Works:

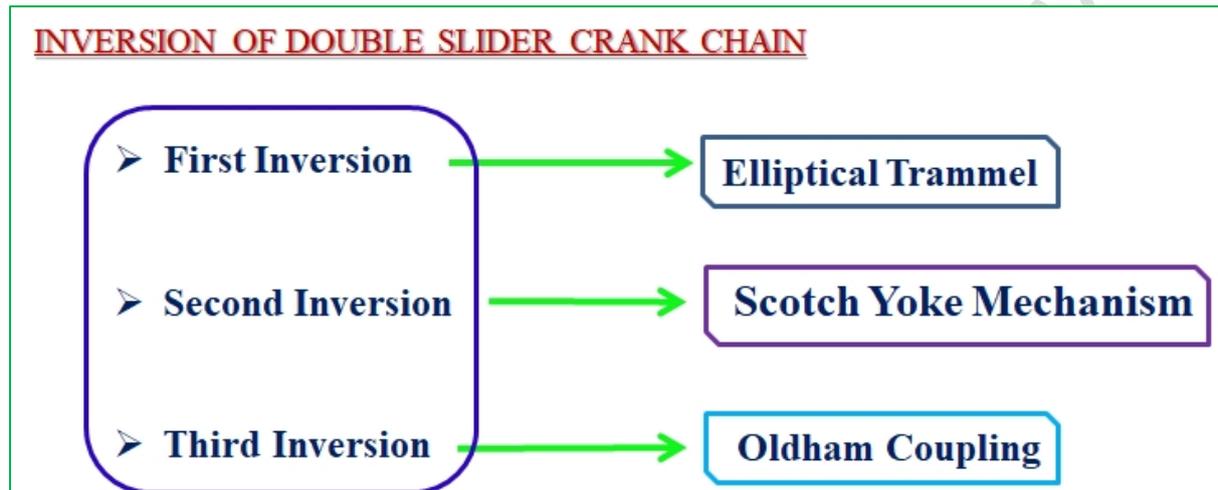
The motion of the sliders is constrained by the connecting link. As one slider moves along its guide, it influences the motion of the other slider due to the fixed length of the connecting link. This creates a specific pattern of motion for both sliders.

Key Characteristics:

- **Four Links:** Two sliders, the connecting link, and the frame.
- **Two Sliding Pairs:** The points where the sliders contact their respective guides.
- **Two Turning Pairs:** The connections between the sliders and the connecting link.

Inversions of the Double Slider Crank Chain:

Inversion involves fixing different links within the chain, which significantly alters the mechanism's function. The double slider crank chain has three major inversions:



1. Inversion of Elliptical Trammels:

- First Inversion of Double slider crank chain
- Slotted bar is fixed

Application:

- Automatic tool changer in a machining
- Draw an ellipse

An elliptical trammel is a simple yet ingenious mechanism used to draw ellipses. It's a classic example of how inverting a kinematic chain can lead to a useful device.

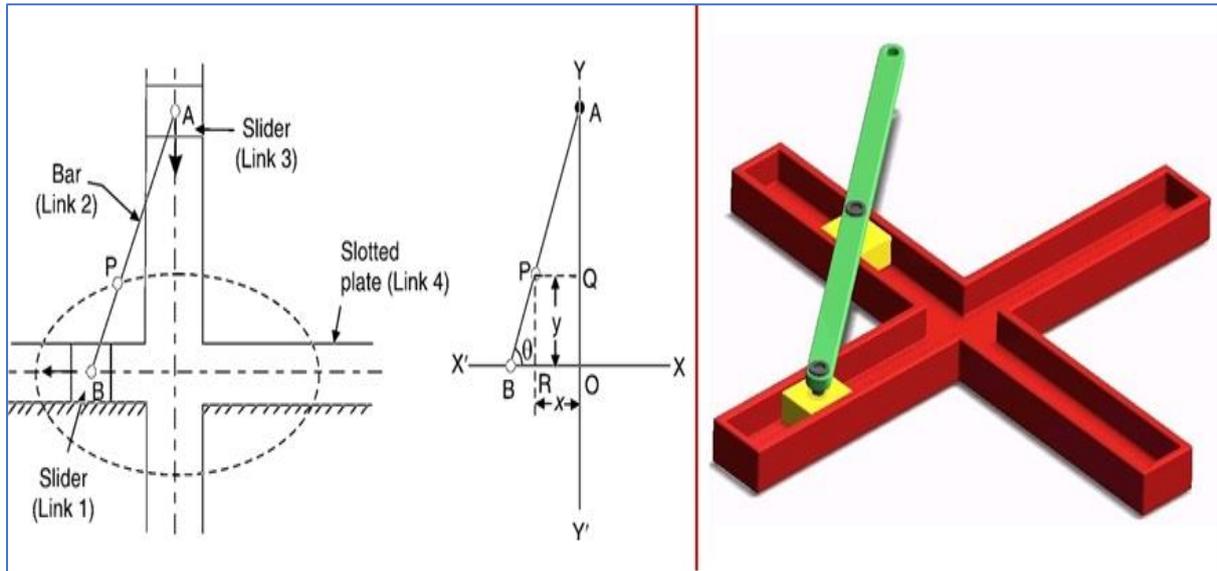
The Basis:

- It's an inversion of the **double slider crank chain**.
- The double slider crank chain has four links: two sliders, a connecting rod, and a frame.
- In the elliptical trammel, the **frame** is fixed.

Components:

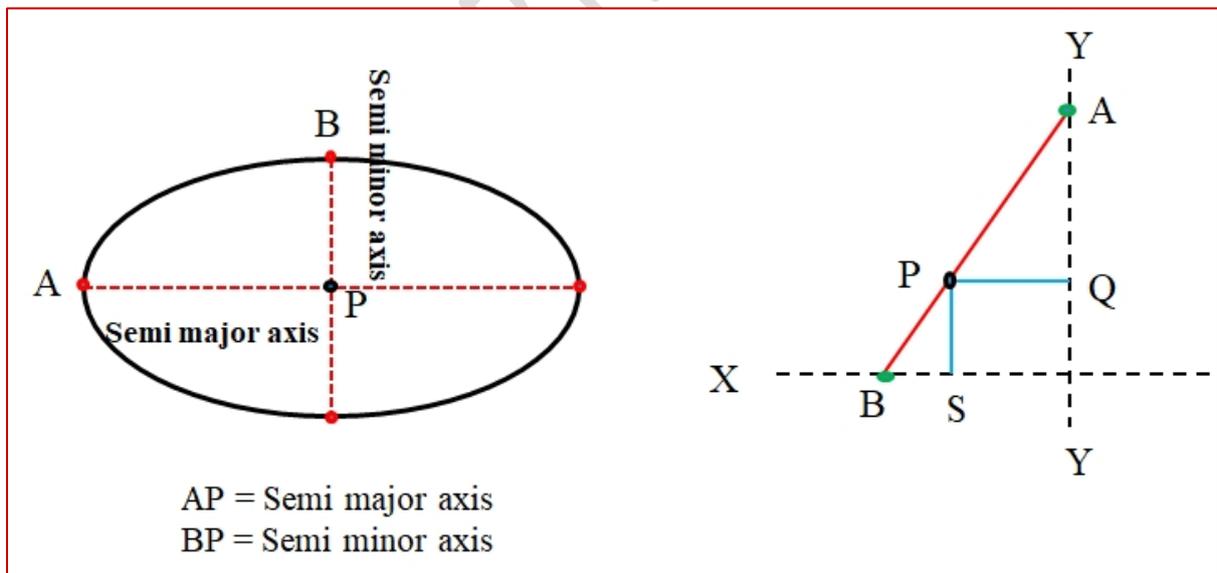
- **Two perpendicular grooves:** These are fixed to the frame.
- **Two sliders:** Each slider moves along one of the grooves.

- **Connecting rod:** A rigid rod with pivots at fixed points along its length. The sliders are attached to these pivots.



Drawing an Ellipse:

- As the two sliders move back and forth along their respective grooves, a point on the connecting rod traces out an ellipse.
- The distances between the pivots on the rod and the point tracing the ellipse determine the semi-major and semi-minor axes of the ellipse.

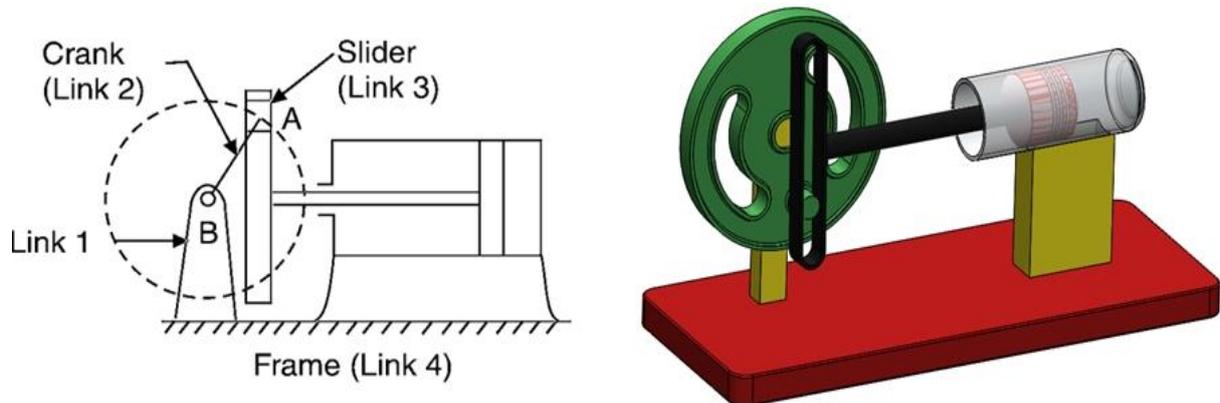


Applications:

- **Drawing ellipses:** Primarily used for drawing accurate ellipses in various fields like engineering, architecture, and art.
- **Cutting ellipses:** Can be adapted to cut elliptical shapes in materials like wood or metal.

2. Inversion of Scotch Yoke Mechanism:

- Second Inversion of Double slider crank chain
- Slider is fixed
- It gives perfect harmonic motion
- Used to convert Rotary to reciprocating motion



Application:

- Most commonly used in control valve actuator
- It used to make double hack saw
- It used in reciprocating pumps to convert rotary motion into reciprocating motion for piston movement
- It used in Beam engine pumps to convert rotary motion into reciprocating motion for piston movement

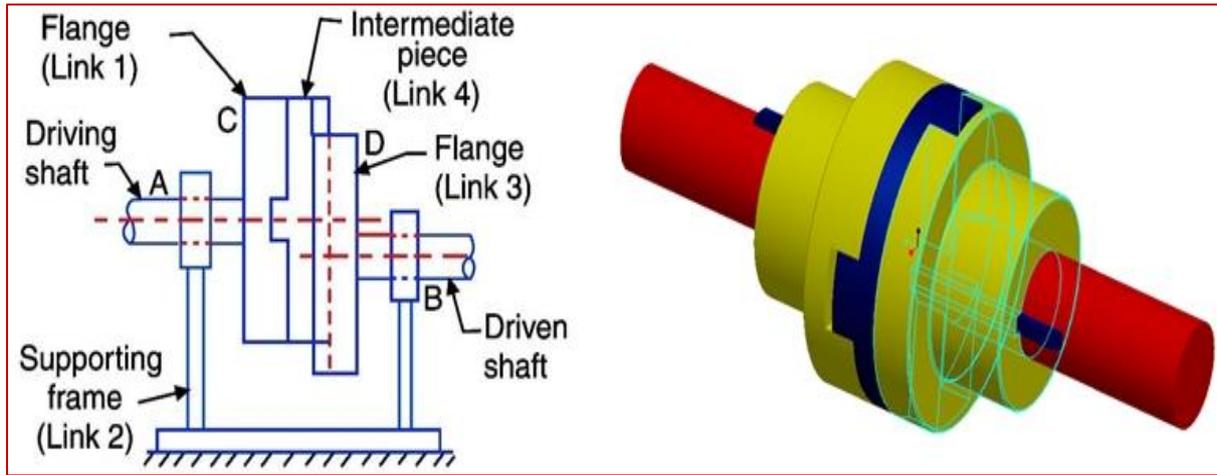
Fixed Link: One of the sliders.

Function: Converts rotary motion into reciprocating motion.

- When the crank (a part of the connecting link or the frame, depending on the specific inversion) rotates, the other slider reciprocates.
- Used in applications like sine-cosine generators and vibration testing machines.

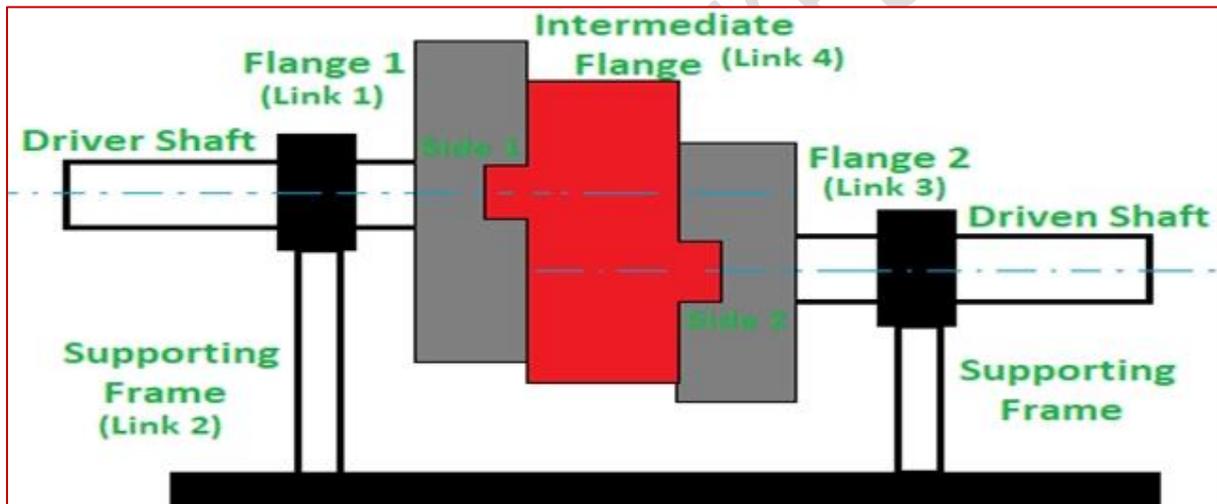
3. Inversion of Oldham's Coupling:

- Third inversion of double slider crank chain
- Link is fixed
- An Oldham's coupling is a method to transfer torque between two parallel but not collinear (not coaxial) shaft
- Used to connect two shaft which have lateral misalignment



APPLICATION:

- It was basically invented to connect two parallel non co-axial shaft
- It is a really good mechanism and transmits the same speed and same direction of rotation.



Fixed Link: The connecting link.

Function: Connects two parallel shafts with slightly offset axes, allowing them to rotate at the same speed.

Used to transmit rotary motion between slightly misaligned shafts.

डबल स्लाइडर क्रैंक चैन मैकेनिज्म

डबल स्लाइडर क्रैंक चैन मैकेनिकल इंजीनियरिंग में एक मौलिक तंत्र है। यह एक चार-बार लिंकेज है जिसमें दो स्लाइडिंग जोड़े और दो टर्निंग जोड़े होते हैं।

- **दो स्लाइडर्स:** ये प्रमुख तत्व हैं, जो दो अलग-अलग रेखिक गाइडों के साथ चलते हैं।
- **कनेक्टिंग लिंक:** एक कठोर बार जो दो स्लाइडर्स को जोड़ता है।
- **फ्रेम:** वह स्थिर संरचना जो पूरे तंत्र का समर्थन करती है।

यह कैसे काम करता है:

स्लाइडर्स की गति कनेक्टिंग लिंक द्वारा विवश है। जैसे ही एक स्लाइडर अपने गाइड के साथ चलता है, यह कनेक्टिंग लिंक की निश्चित लंबाई के कारण दूसरे स्लाइडर की गति को प्रभावित करता है। इससे दोनों स्लाइडर्स के लिए गति का एक विशिष्ट पैटर्न बनता है।

मुख्य विशेषताएं:

- **चार लिंक:** दो स्लाइडर्स, कनेक्टिंग लिंक और फ्रेम।
- **दो स्लाइडिंग जोड़े:** वे बिंदु जहां स्लाइडर्स अपने संबंधित गाइडों से संपर्क करते हैं।
- **दो टर्निंग जोड़े:** स्लाइडर्स और कनेक्टिंग लिंक के बीच के कनेक्शन।

डबल स्लाइडर क्रैंक चेन के व्युत्क्रम:

इनवर्शन में चेन के भीतर विभिन्न लिंक को ठीक करना शामिल है, जो तंत्र के कार्य को महत्वपूर्ण रूप से बदल देता है। डबल स्लाइडर क्रैंक चेन में तीन प्रमुख व्युत्क्रम हैं:



1. पहला इनवर्शन अण्डाकार ट्रैमेल:

- डबल स्लाइडर क्रैंक चेन का पहला उलटा
- स्लॉटेड बार तय हो गया है

अनुप्रयोग:

- मशीनिंग में स्वचालित उपकरण परिवर्तक
- एक दीर्घवृत्त बनाएं

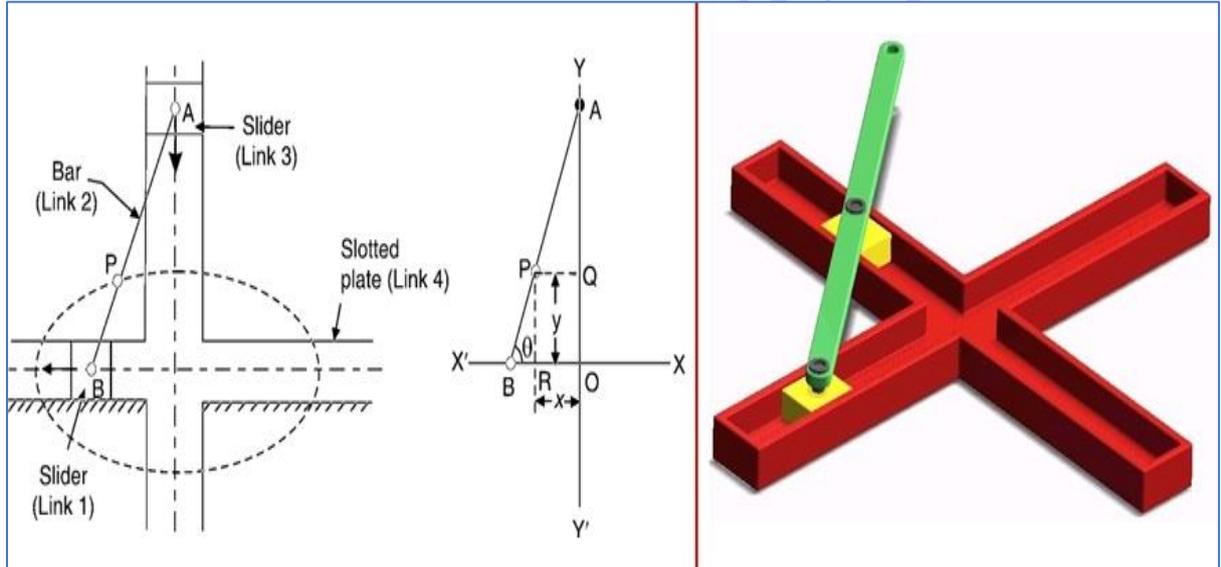
अण्डाकार ट्रैमेल एक सरल लेकिन सरल तंत्र है जिसका उपयोग दीर्घवृत्त खींचने के लिए किया जाता है। यह एक उत्कृष्ट उदाहरण है कि कैसे एक किनेमेटिक चेन को उलटने से एक उपयोगी उपकरण प्राप्त हो सकता है।

आधार:

- यह **डबल स्लाइडर क्रैंक चेन** का एक व्युत्क्रम है।
- डबल स्लाइडर क्रैंक चेन में चार लिंक होते हैं: दो स्लाइडर्स, एक कनेक्टिंग रॉड और एक फ्रेम।
- अण्डाकार ट्रैमेल में, **फ्रेम** स्थिर होता है।

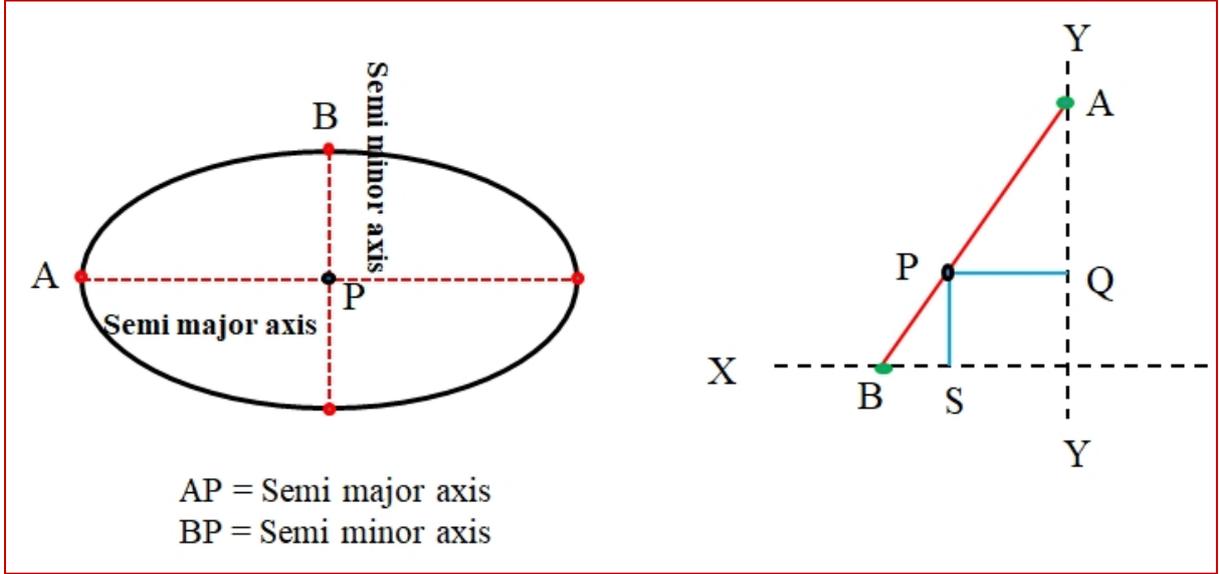
घटक:

- **दो लंबवत खांचे:** ये फ्रेम से जुड़े होते हैं।
- **दो स्लाइडर्स:** प्रत्येक स्लाइडर इन खांचे में से एक के साथ चलता है।
- **कनेक्टिंग रॉड:** एक कठोर छड़ जिसमें इसकी लंबाई के साथ निश्चित बिंदुओं पर धुरी होती है। स्लाइडर्स इन धुरी से जुड़े होते हैं।



दीर्घवृत्त खींचना:

- जैसे ही दो स्लाइडर्स अपने संबंधित खांचे के साथ आगे-पीछे चलते हैं, कनेक्टिंग रॉड पर एक बिंदु एक दीर्घवृत्त का पता लगाता है।
- छड़ पर धुरी और दीर्घवृत्त का पता लगाने वाले बिंदु के बीच की दूरी दीर्घवृत्त के अर्ध-प्रमुख और अर्ध-लघु अक्षों को निर्धारित करती है।

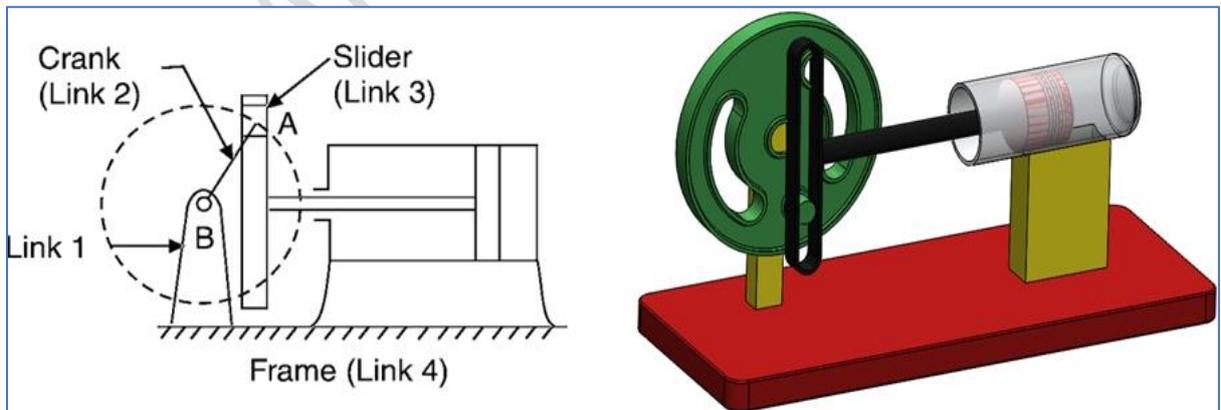


अनुप्रयोग:

- **दीर्घवृत्त खींचना:** मुख्य रूप से इंजीनियरिंग, वास्तुकला और कला जैसे विभिन्न क्षेत्रों में सटीक दीर्घवृत्त खींचने के लिए उपयोग किया जाता है।
- **दीर्घवृत्त काटना:** लकड़ी या धातु जैसी सामग्रियों में अण्डाकार आकार काटने के लिए अनुकूलित किया जा सकता है।

2. दूसरा इनवर्शन स्क्रॉच योक मैकेनिज्म:

- डबल स्लाइडर क्रैंक चेन का दूसरा उलटा
- स्लाइडर ठीक हो गया है
- यह पूर्ण हार्मोनिक गति देता है
- रोटरी को प्रत्यागामी गति में परिवर्तित करने के लिए उपयोग किया जाता है



अनुप्रयोग:

- नियंत्रण वाल्व एक्चुएटर में सबसे अधिक उपयोग किया जाता है
- इसका उपयोग डबल हैक आरा बनाने में किया जाता है

- इसका उपयोग पिस्टन गति के लिए रोटरी गति को प्रत्यावर्ती गति में परिवर्तित करने के लिए प्रत्यागामी पंपों में किया जाता है
- इसका उपयोग बीम इंजन पंपों में पिस्टन गति के लिए रोटरी गति को प्रत्यावर्ती गति में परिवर्तित करने के लिए किया जाता है

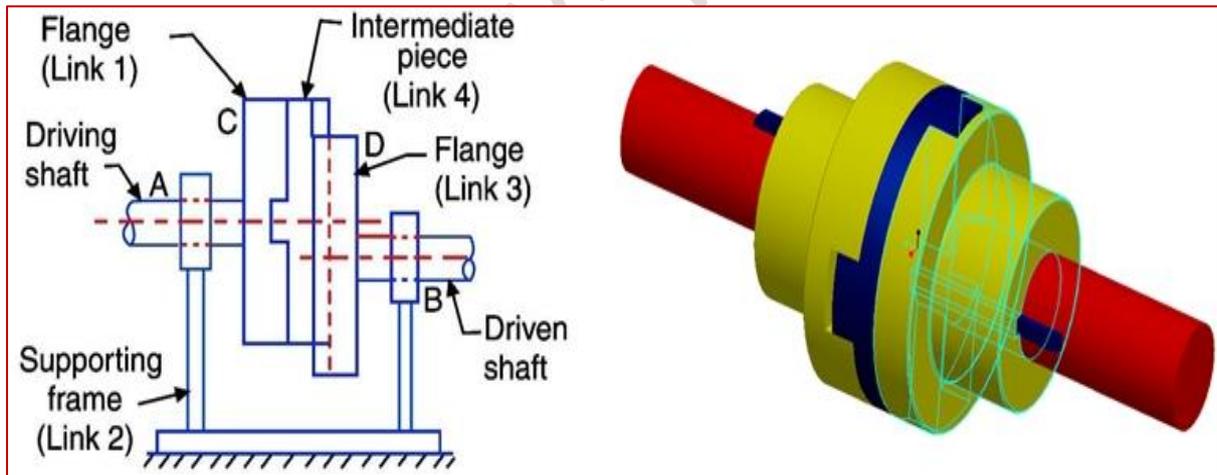
फिक्स्ड लिंक: स्लाइडर्स में से एक।

कार्य:

- रोटरी गति को रेसिप्रोकेटिंग गति में परिवर्तित करता है।
- जब क्रैंक (कनेक्टिंग लिंक या फ्रेम का एक हिस्सा, विशिष्ट व्युत्क्रम के आधार पर) घूमता है, तो दूसरा स्लाइडर परस्पर चलता है।
- साइन-कोसाइन जनरेटर और कंपन परीक्षण मशीनों जैसे अनुप्रयोगों में उपयोग किया जाता है।

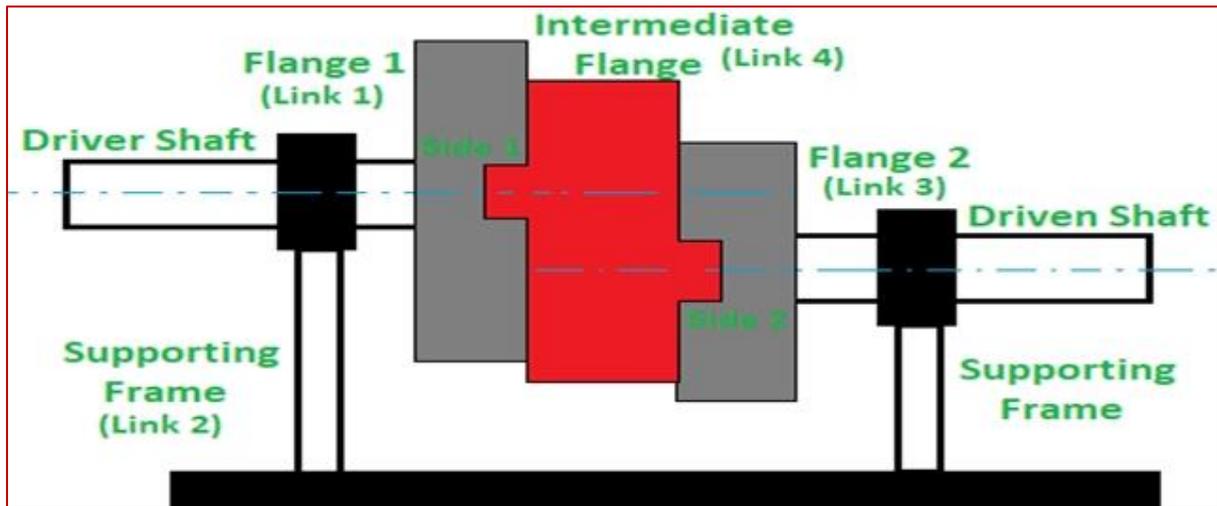
3. तीसरा इनवर्शन ओल्डहैम का युग्मन:

- डबल स्लाइडर क्रैंक चैन का तीसरा उलटा
- लिंक ठीक हो गया है
- ओल्डहैम युग्मन दो समानांतर लेकिन सरिखीय (समाक्षीय नहीं) शाफ्ट के बीच टॉर्क को स्थानांतरित करने की एक विधि है
- दो शाफ्ट को जोड़ने के लिए उपयोग किया जाता है जिनमें पार्श्विक गलत सरिखण होता है



अनुप्रयोग:

- इसका आविष्कार मूल रूप से दो समानांतर गैर-समाक्षीय शाफ्ट को जोड़ने के लिए किया गया था
- यह वास्तव में एक अच्छा तंत्र है और समान गति और घूर्णन की समान दिशा प्रसारित करता है।



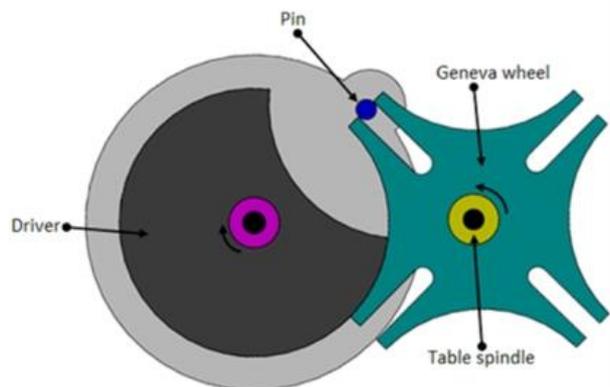
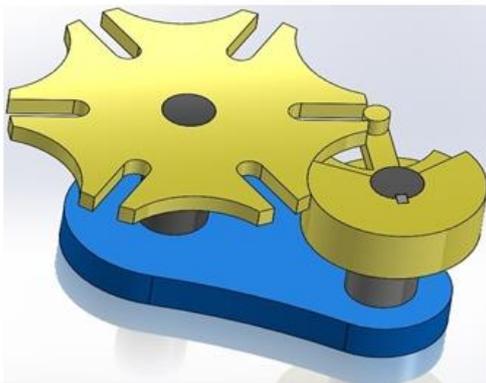
फिक्स्ड लिंक: कनेक्टिंग लिंक।

कार्य:

- थोड़े ऑफसेट अक्षों वाले दो समानांतर शाफ्टों को जोड़ता है, जिससे वे समान गति से घूम सकते हैं।
- थोड़े से गलत संरेखित शाफ्टों के बीच रोटरी गति संचारित करने के लिए उपयोग किया जाता है।

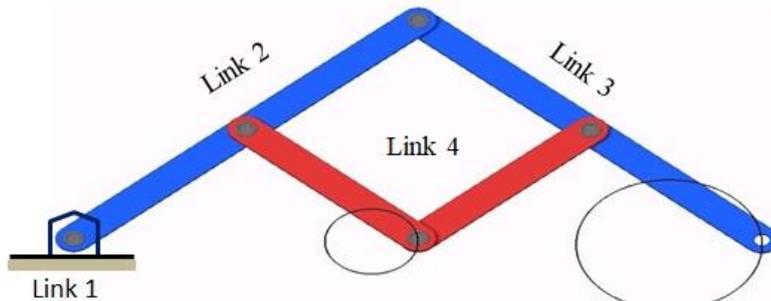
GENEVA MECHANISM

- Common types of mechanism
- Which produces Intermittent rotary motion from continuous rotary motion



PANTOGRAPH

- A pantograph is mechanical linkage connected in a manner based on a parallelogram so that the movement of one pen, in tracing an image, produced identical movements in a second pen. If a line drawing is traced by the first point, an identical, enlarged, or miniaturized copy will be drawn by a pen fixed to the other.
- Mechanism is used to enlarge or reduce the size of a drawing

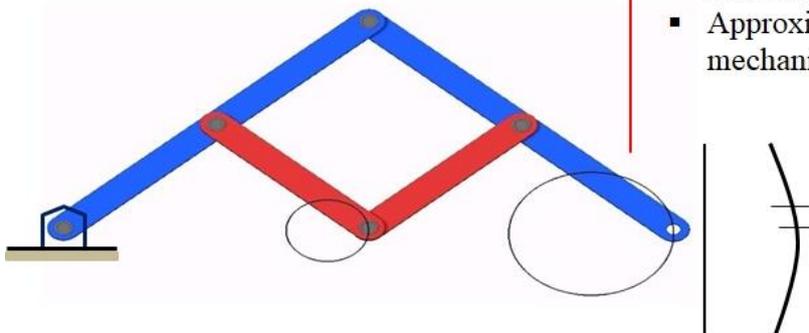


- Modification of watt's indicator mechanism
- Double rocker mechanism
- Pantograph consist of four link
- All pair are turning pair (Lower pair)

Output link motion:

Straight line motion –

- Exact straight line motion mechanism
- Approximate straight line motion mechanism



EXACT STRAIGHT LINE MOTION MECHANISM

- Peaucellier mechanism →
 - All pair are turning pair
 - Total number of link - 8
- Hart's mechanism →
 - All pair are turning pair
 - Total number of link - 6
- Scott Russell mechanism →
 - 3 turning pair + 1 sliding pair
 - Total number of link - 4

APPROXIMATE STRAIGHT LINE MOTION MECHANISM

➤ **Modified Scott Russell mechanism**

➤ **Roberts mechanism** →

Mechanism has the form of Trapezium in its mean position

➤ **Grasshopper mechanism** →

Mechanism was used in early days to give long stroke with a very short crank

➤ **Watt indicator mechanism** →

- Double rocker mechanism
- Also inversion of four bar chain
- All pair are turning pair
- Total number of link - 4

➤ **Techebicheff mechanism** →

- Triple rocker mechanism
- Total number of link - 4
- 1 Link is fixed and another link Oscillate

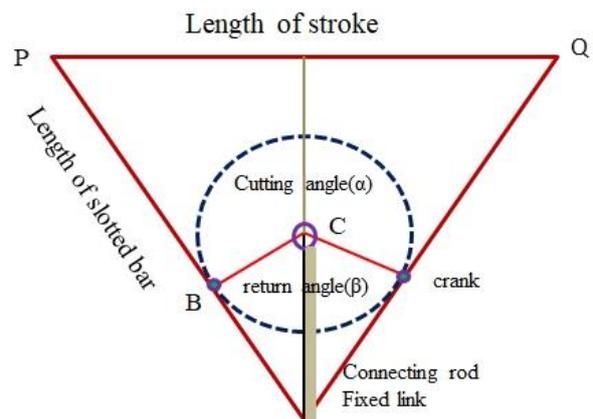
Cutting angle(α) > Return angle (β)

$$\text{Quick return ratio(QRR)} = \frac{\text{Cutting angle } (\alpha)}{\text{Return angle } (\beta)}$$

$$\text{QRR} = \frac{\text{Cutting stroke}}{\text{Return stroke}} = \frac{\text{Time to cut}}{\text{Time to return}}$$

$$\text{QRR} = \frac{\alpha}{\beta} = \frac{360 - \beta}{\beta} = \frac{\alpha}{360 - \alpha}$$

Quick return ratio > 1



PROBLEM-1

If Quick return ratio, $QRR = 2$
Find, α and β

$$QRR = \frac{\alpha}{\beta} = \frac{\alpha}{360 - \alpha}$$

$$2 = \frac{\alpha}{360 - \alpha}$$

$$720 - 2\alpha = \alpha$$

$$720 = 3\alpha$$

$$\alpha = 240$$

$$\beta = 120$$

PROBLEM-2

If $\alpha = 240$
Find, Quick return ratio (QRR)

$$\alpha + \beta = 360$$

$$240 + \beta = 360$$

$$\beta = 360 - 240$$

$$\beta = 120$$

$$QRR = \frac{\alpha}{\beta}$$

$$QRR = \frac{240}{120}$$

$$QRR = 2$$

TRICK

PROBLEM-1

If Quick return ratio, $QRR = 2$
Find, α and β

PROBLEM-2

If Quick return ratio, $QRR = 3$
Find, α and β

PROBLEM-3

If Quick return ratio, $QRR = 5$
Find, α and β

PROBLEM-4

If Quick return ratio, $QRR = 2.5$
Find, α and β

PROBLEM - 1

If Crank = 250
Connecting rod = 500
Find, QRR

$$\cos(\beta/2) = \frac{\text{Crank length}}{\text{Connecting rod length}}$$

$$\cos(\beta/2) = \frac{250}{500}$$

$$\cos(\beta/2) = \frac{1}{2}$$

$$\cos(\beta/2) = \cos 60$$

$$(\beta/2) = 60$$

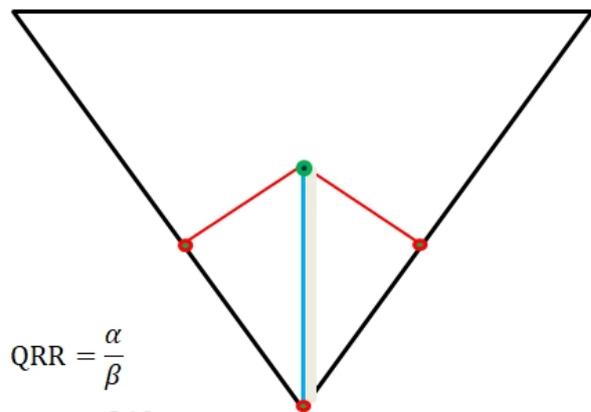
$$\beta = 120$$

$$\alpha = 240$$

$$QRR = \frac{\alpha}{\beta}$$

$$QRR = \frac{240}{120}$$

$$QRR = 2$$



TRICK

PROBLEM-1

If Quick return ratio, $QRR = 2$
Connecting rod length = 500
Find Crank length, α and β

$$1/2 = \frac{\text{Crank length}}{\text{Connecting rod length}}$$

Length of connecting rod = 2 * Crank length

$$\text{Crank length} = \frac{\text{Connecting rod length}}{2}$$

Length of connecting rod > Crank length

$$\cos(\beta/2) = \frac{\text{Crank length}}{\text{Connecting rod length}}$$

$$\cos(120/2) = \frac{\text{Crank length}}{\text{Connecting rod length}}$$

$$\cos(60) = \frac{\text{Crank length}}{\text{Connecting rod length}}$$

$$2 = \frac{\text{Connecting rod length}}{\text{Crank length}}$$

PROBLEM-1

If Quick return ratio, $QRR = 2$
Connecting rod length = 500
Find Crank length, α and β

$$1/2 = \frac{\text{Crank length}}{\text{Connecting rod length}}$$

Length of connecting rod = 2 * Crank length

$$\text{Crank length} = \frac{\text{Connecting rod length}}{2}$$

$$\text{Crank length} = \frac{500}{2}$$

$$\text{Crank length} = 250$$

PROBLEM-2

If Quick return ratio, $QRR = 3$
Connecting rod length = 500
Find Crank length, α and β

$$1/\sqrt{2} = \frac{\text{Crank length}}{\text{Connecting rod length}}$$

Length of connecting rod = $\sqrt{2}$ * Crank length

$$\text{Crank length} = \frac{\text{Connecting rod length}}{\sqrt{2}}$$

$$\text{Crank length} = \frac{500}{\sqrt{2}}$$

PROBLEM-3

If Quick return ratio, $QRR = 5$
Connecting rod length = 500
Find Crank length, α and β

$$\sqrt{3}/2 = \frac{\text{Crank length}}{\text{Connecting rod length}}$$

Length of connecting rod = $2/\sqrt{3}$ * Crank length

$$\text{Crank length} = \text{Connecting rod length} * (\sqrt{3}/2)$$

$$\text{Crank length} = 500 \left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right)$$

TRICK

PROBLEM -1

If QRR = 2
Find length of stroke

$$1/2 = \frac{\text{Crank length}}{\text{Connecting rod length}}$$

$$\text{Length of connecting rod} = 2 * \text{Length of slotted bar} * \frac{\text{Crank length}}{\text{Connecting rod length}}$$

$$\text{Length of connecting rod} = 2 * \text{Length of slotted bar} * \frac{1}{2}$$

$$\text{Length of connecting rod} = 1 * \text{Length of slotted bar}$$

PROBLEM -2

If QRR = 3
Find length of stroke

$$1/\sqrt{2} = \frac{\text{Crank length}}{\text{Connecting rod length}}$$

$$\text{Length of connecting rod} = 2 * \text{Length of slotted bar} * \frac{\text{Crank length}}{\text{Connecting rod length}}$$

$$\text{Length of connecting rod} = 2 * \text{Length of slotted bar} * \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$\text{Length of connecting rod} = \sqrt{2} * \text{Length of slotted bar}$$

PROBLEM -3

If QRR = 5
Find length of stroke

$$\sqrt{3}/2 = \frac{\text{Crank length}}{\text{Connecting rod length}}$$

$$\text{Length of connecting rod} = 2 * \text{Length of slotted bar} * \frac{\text{Crank length}}{\text{Connecting rod length}}$$

$$\text{Length of connecting rod} = 2 * \text{Length of slotted bar} * \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\text{Length of connecting rod} = \sqrt{3} * \text{Length of slotted bar}$$