

Theory & Objective

Thoroughly Revised & Improved Edition

Theory of Machines

मशीनों के सिद्धांत

By
Team of
Engineers Academy

- State Engineering Services Examinations.
- Public Sector Examinations.
- JEn (UPSSSC, SSC, RRB & State Level)
- Other Technical JEn Competitive Exams.

 **EAPublications[®]**

ENGINEERS ACADEMY PUBLICATIONS

 www.eapublications.com

 + 91-80944 41777

CONTENTS

S.No.	Topic	Page No.
1.	यंत्र एवं यंत्र विन्यास (Mechanism & Machine)	1 – 5
	Objective Sheet	6 – 11
2.	वेग एवं त्वरण (Velocity & Acceleration)	12 – 29
	Objective Sheet	30 – 35
3.	घर्षण (Friction)	36 – 45
	Objective Sheet	46 – 49
4.	गतिपाल पहिया (Flywheel)	50 – 53
	Objective Sheet	54 – 58
5.	पट्टा रस्सा एवं चेन चालन (Belt Rope & Chain Drive)	59 – 66
	Objective Sheet	67 – 71
6.	गियर चालन (Gear Drive)	72 – 76
	Objective Sheet	77 – 82
7.	गति अधिनियंत्रक (Governor)	83 – 87
	Objective Sheet	88 – 90
8.	कैम तथा कैम यंत्र विन्यास (Cam & Cam Mechanism)	91 – 97
	Objective Sheet	98 – 100



यंत्र एवं यंत्र विन्यास (MECHANISM & MACHINE)

1.1 | कड़ी या अवयव (LINK OR ELEMENT)

मशीन का प्रत्येक अंग, जो किन्हीं और अंगों के सापेक्ष गति (relative motion) करता है, कड़ी या अवयव कहलाता है। इनके मुख्यतः निम्न कार्य हैं

- (1) मशीन को आलम्ब देने के लिए
- (2) मशीनों के अन्य अंगों को गाइड करने के लिए
- (3) गति एवं बल पारेषित करने के लिए।

कड़ी के प्रकार (Types of Links)

कड़ी निम्न प्रकार की होती हैं—

1. **दृढ़ कड़ी (Rigid Link)** – वे कड़ी जिनमें, गति पारेषण करते समय, कोई विरूपण (deformation) नहीं होता दृढ़ कड़ी कहलाती है। वास्तव में कोई भी कड़ी पूर्णरूप से दृढ़ कड़ी नहीं होती है।
2. **लचीली कड़ी (Flexible Link)** – वह कड़ी जो गति पारेषण के समय कुछ विरूपित (deformed) हो जाती है लचीली कड़ी कहलाती है। इसका गति पारेषण में कोई प्रभाव नहीं पड़ता है। जैसे—पट्टा, चेन, रस्सा, तार आदि।
3. **तरल कड़ी (Fluid Links)** – जब कोई तरल (fluid) गति पारेषण के लिए उपयोग में लाया जाता है तो यह तरल कड़ी कहलाता है।

1.2 | संरचना (STRUCTURE)

यह कई प्रतिरोधी पिण्डों (resistant bodies), जो कि संरचना के सदस्य कहलाते हैं, के संयोजन से बनता है। ये प्रतिरोधी पिण्ड बल या भार लगने पर विकृत (strained) हो जाते हैं तथा इनमें परस्पर कोई सापेक्ष गति (relative motion) नहीं होती।

मशीन तथा संरचना में अन्तर (Difference between a Machine and a Structure)

1. मशीन के अवयव एक दूसरे के सापेक्ष गति करते हैं जबकि संरचना के अवयवों में कोई सापेक्ष गति नहीं होती है।

2. मशीन के द्वारा उपलब्ध ऊर्जा को उपयोगी कार्य में बदला जाता है जबकि संरचना के द्वारा कोई लाभदायक ऊर्जा नहीं मिलती।
3. मशीन के अंगों द्वारा शक्ति तथा गति दोनों पारेषित होती है जबकि संरचना द्वारा केवल बल को ही पारेषित किया जाता है।

1.3 | ढाँचा (FRAME)

ढाँचा किसी मशीन के गति करने वाले अवयवों या अंगों को आलम्ब (support) प्रदान करता है।

1.4 | शुद्ध गति युगल (KINEMATIC PAIR)

किसी मशीन की दो कड़ियाँ या अवयव जब एक दूसरे के सम्पर्क (contact) में हों तो वे युगल (pair) कहलाती हैं। यदि इनमें सापेक्ष गति पूर्णतः निरुद्ध (completely constrained) या सफलतापूर्वक निरुद्ध (successfully constrained) हों तो इस प्रकार की कड़ियों के युगल शुद्ध गति युगल (kinematic pair) कहलाते हैं।

1.4.1 विरुद्ध गति के प्रकार (Types of Constrained Motion)

निरुद्ध गति के निम्न प्रकार हैं—

- (i) **पूर्णतः निरुद्ध गति (Completely Constrained Motion)** – जब किसी मशीन के युगल एक निश्चित दिशा में सापेक्ष गति करते हों, चाहे बल किसी भी दिशा में लगा हो, तो ऐसी गति को पूर्णतः निरुद्ध कहते हैं।
- (ii) **अपूर्ण निरुद्ध गति (Incomplete Constrained Motion)** – यदि किसी मशीन के युगल की सापेक्ष गति एक से अधिक दिशा में होती है, तो ऐसी गति को अपूर्ण निरुद्ध गति कहते हैं। लगाए गए बल के कारण युगल की सापेक्ष गति की दिशा बदल सकती है।
- (iii) **सफलतापूर्वक निरुद्ध गति (Successfully Constral-ned Motion)** – यदि किसी मशीन के युगल किसी इच्छित दिशा में ही सापेक्ष गति करते हों तो ऐसी गति को सफलतापूर्वक निरुद्ध गति कहते हैं।

1.4.2 शुद्ध गति युगल का वर्गीकरण (Classification of Kinematic Pair)

शुद्ध गति युगल का निम्न वर्गों में वर्गीकरण किया जाता है

1. सापेक्ष गति के आधार पर (On the Basis of Relative Motion)

- (i) **सरकने वाला युगल (Sliding Pair)** – यदि युगल के दो अवयव या कड़ी इस प्रकार एक दूसरे से जुड़े हों कि एक अवयव दूसरे अवयव के सापेक्ष केवल सरक कर गति करता हो, तो ये युगल सरकने वाला युगल (sliding pair) कहलाता है। जैसे—पिस्टन तथा सिलिंडर, पश्चाग्र भांप इंजन का क्रास हैड तथा गाइड आदि।
- (ii) **घुमाऊ युगल (Turning Pair)**— यदि युगल के दो अवयव या कड़ी इस प्रकार एक दूसरे से जुड़े हों कि एक अवयव दूसरे अवयव की स्थिर अक्ष के प्रति घूमता है तो ये युगल घुमाऊ युगल (turning pair) कहलाता है।
- (iii) **लुढ़कन युगल (Rolling Pair)**— यदि युगल के दो अवयव इस प्रकार एक दूसरे से जुड़े हों कि एक अवयव दूसरे स्थिर अवयव के ऊपर लुढ़कता (rolls) है तो ये युगल लुढ़कने युगल (rolling pair) कहलाते हैं।
- (iv) **पेंच युगल (Screw Pair)**— यदि युगल का एक अवयव पेंच या चूड़ियों की सहायता से दूसरे अवयव के सापेक्ष गति करता है तो वे पेंच युगल (screw pair) कहलाते हैं।
- (v) **गोलीय युगल (Spherical Pair)**— यदि युगल का एक गोलीय अवयव (Sphericla element) दूसरे स्थित अवयव के परितः घूमकर (swivels) सापेक्ष गति करता है तो वे युगल गोलीय युगल कहलाते हैं।

2. अवयवों या कड़ियों के मेल के आधार पर (On the Basis of Contact of Elements or Links)

- (i) **निम्न युगल (Lower Pair)** – यदि किसी युगल के दो अवयव एक दूसरे की सतह पर मिलते हैं जब उनके मध्य में सापेक्ष गति होती है और एक अवयव की सतह दूसरे अवयव के ऊपर सरकन गति (sliding motion) या घुमाऊ (turning) गति करती है तो ऐसे युगल निम्न युगल (lower pair) कहलाते हैं।
- (ii) **उच्च युगल (Higher Pair)** – यदि युगल के दो अवयव एक दूसरे से एक बिन्दु या रेखा पर मिलते हैं जब सापेक्ष गति होती है और वे आंशिक घुमाऊ (partly turning) या आंशिक सरकन (partly sliding) दोनों प्रकार की गति करते हैं तो ऐसे युगल उच्च युगल कहलाते हैं। इन दोनों अवयवों की सम्पर्क सतह एक समान नहीं होती।

3. यान्त्रिक जोड़ के आधार पर (On the Basis of Mechanical Joint)

ये निम्न प्रकार के होते हैं—

- (i) **बन्द युगल (Closed Pair)** – यदि किसी युगल के दो कड़ियाँ या अवयव किसी यान्त्रिक विधि (mechanically) जोड़े जाते हैं तो वह बन्द युगल कहलाता है। अतः सभी निम्न युगल बन्द युगल होते हैं।
- (ii) **खुला युगल (Open Pair)** – यदि किसी युगल की दो कड़ियाँ या अवयवों को यान्त्रिक विधि से नहीं जोड़ा जाता है तो वह खुला युगल कहलाता है।

1.5 | चेन (CHAIN)

तीन या तीन से अधिक अवयवों को आपस में जोड़ने पर बना प्रबन्धन चेन होता है। इसमें प्रत्येक अवयव या कड़ी दो अन्य अवयवों से जुड़ी होती है। चेन तीन प्रकार की होती है—

1.5.1 बन्द चेन (Locked Chain)

बन्द चेन के अवयवों में कोई सापेक्ष गति नहीं होती है। यह केवल एक दृढ़ ढाँचा बनाती है। निरुद्ध चेन (constrained chain) के विभिन्न कड़ियों में सापेक्ष गति पूर्णतया निरुद्ध (constrained) होती है। इस चेन का प्रयोग विभिन्न प्रकार के यन्त्र विन्यास (mechanism) तथा मशीनें बनाने में होता है। अनिरुद्ध चेन (unconstrained chain) की कड़ियों में सापेक्ष गति अनिरुद्ध या अनिश्चित होती है। इस चेन का प्रायोगिक दृष्टि से प्रयोग नहीं किया जाता है।

1.5.2 शुद्ध गति चेन (Kinematic Chain)

कई शुद्ध गति युगलों (kinematic pairs) को मिलाने से बनी चेन शुद्ध गति चेन कहलाती है। इस चेन की प्रत्येक कड़ी दो युगलों का सदस्य होती है और दो कड़ियों के बीच सापेक्ष गति पूर्णतः निरुद्ध होती है। यह निरुद्ध चेन भी कहलाती है। सरल शुद्ध गति चेन (simple kinematic chain) चार युगलों से बनी होती है तथा यौगिक शुद्ध गति चेन (compound kinematic chain) चार से अधिक युगलों के मिलाने से बनती है।

माना कि किसी शुद्ध गति चेन में कड़ियों की संख्या L , जोड़ों की संख्या J तथा युगलों की संख्या P है तो किसी शुद्ध गति चेन के लिए निम्न दो सम्बन्ध सन्तुष्ट होने चाहिए

$$L = 2P - 4$$

तथा

$$L = \frac{2}{3}(J + 2)$$

एक चेन तीन प्रकार के जोड़ों से बनी हो सकती है। जब दो कड़ियाँ एक ही जोड़ पर जुड़ी रहती हैं तो द्विभाजित जोड़ (binary joint) होता है: जब तीन कड़ियाँ एक ही जोड़ पर जुड़ी रहती हैं तो वह त्रिभाजित जोड़ (ternary joint) होता है और जब चार कड़ियाँ एक ही जोड़ पर जुड़ी रहती हैं तो वह जोड़ चतुर्भाजित जोड़ (quaternary joint) कहलाता है।

1.6 यन्त्रविन्यास (MECHANISM)

जब किसी शुद्ध गति चेन की एक कड़ी स्थिर कर दी जाए तो इस चेन को यन्त्र विन्यास कहते हैं। चार कड़ियों से बना यन्त्र विन्यास, सरल यन्त्र विन्यास (simple mechanism) कहलाता है।

जब किसी यन्त्र विन्यास से शक्ति पारेषण या अमुक प्रकार का कार्य किया जाता है तो वह मशीन (machine) कहलाता है।

किसी शुद्ध गति चेन में कोई सी भी कड़ी को स्थिर (fixed) किया जा सकता है। अतः किसी चेन में जितनी कड़ियाँ होती हैं हम उतने ही यन्त्र विन्यास प्राप्त कर सकते हैं। इस भाँति प्राप्त प्रत्येक यन्त्र विन्यास प्रारम्भिक यन्त्र विन्यास का उत्क्रमण (inversion) कहलाता है।

1.6.1 चार छड़ चेन यन्त्रावलीयों (Four Bar Chain Mechanisms)

सबसे सरल शुद्ध गति चेन चार छड़ों से बनी होती है। ये चार युगल बनाती है। ये छड़ें विभिन्न लम्बाइयों की हो सकती हैं। सबसे महत्वपूर्ण चार निम्न युगलों वाली चेनें हैं। प्रत्येक युगल घुमाऊ या सरकने वाला होता है।

क्रैंक तथा लीवर यन्त्र विन्यास में जो कड़ी पूरा चक्कर काटती है, क्रैंक (crank) कहलाती है और जो अधूरा चक्कर लगाता है लीवर (lever) कहलाती है।

चार छड़ों से बने विभिन्न यन्त्र विन्यास निम्न है—

- (i) **धरन इन्जन या क्रैंक तथा लीवर यन्त्र विन्यास (beam Engine or Crank and Lever Mechanism)** – यह घुमाऊ गति (rotary motion) को पश्चाम गति (reciprocating motion) में बदलने के काम में आता है।
- (ii) **दोहरा क्रैंक यन्त्र विन्यास (Double Crank Mechanism)** – यह यन्त्र विन्यास अधिकतम रेल इन्जनों के पहियों में प्रयोग किया जाता है। यह एक पहिए की घुमाऊ गति (rotary motion) को दूसरे पहिए पर पारेषित (transmit) करता है।
- (iii) **दोहरा लीवर यन्त्र विन्यास (Double Liver Mechanism)** – यह इन्जन सूचक (engine indicator) में प्रयोग किया जाता है।

1.6.2 एकल स्लाइडर क्रैंक यन्त्र विन्यास (Single Slider Crank Mechanism)

इसका प्रयोग पश्चाप गति (reciprocating motion) को घुमाऊ गति (rotary motion) में बदलने में किया जाता है। यह पश्चाग्र इन्जन यन्त्र विन्यास भी कहलाता है।

इस चेन के मुख्य उत्क्रमण (inversions) निम्नलिखित हैं—

- (i) **दोलन सिलिण्डर इन्जन (Oscillating Cylinder Engine)** – इसका प्रयोग प्रश्चाम गति को घुमाऊ गति में परिवर्तित करने में किया जाता है।
- (ii) **द्रुत-वापसी यन्त्र विन्यास (Quick-Return Mechanism)** – इसका प्रयोग शेपर तथा स्लॉटर मशीनों में किया जाता है। इसका क्रैंक समान कोणीय वेग से घूमता है, जिससे कर्तन आघात (shear stroke) तथा द्रुत वापसी आघात (quick return stroke) मिलते हैं। वापसी आघात का समय कर्तन आघात के समय से कम होता है इसलिए यह प्रबन्ध द्रुत-वापसी यन्त्र विन्यास कहलाता है।

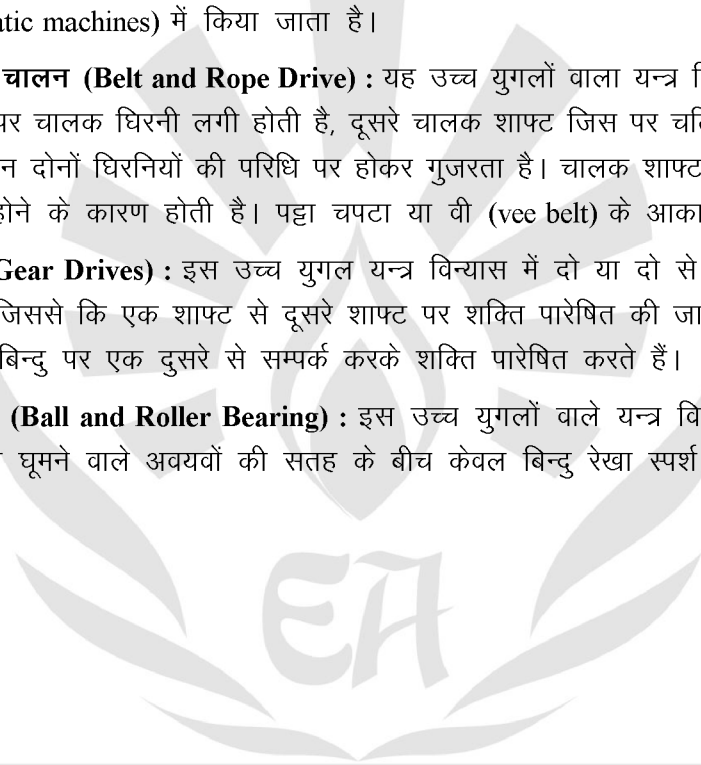
1.6.3 दोहरा स्लाइडर क्रैंक यन्त्र विन्यास (Double Slider Crank Mechanism)

- (i) स्कॉच योक यन्त्रावली (Scotch Yoke Mechanism)
- (ii) ओडहम कपलिंग यन्त्रावली (Oldham Coupling Mechanism)

1.6.4 उच्च युगल यंत्र विन्यास (Higher Pair Mechanism)

- (i) **कैम एवं फालोअर (Cam and Follower)** – यह उच्च युगलों वाला सरल यंत्र विन्यास है। अधिकतर स्थितियों में कैम तथा फालोअर, फ्रेम से लगी हुई स्प्रिंग के साथ मिलकर तीन कड़ी यंत्र विन्यास (three link mechanism) बनाते हैं। कैम, मशीन फ्रेम के साथ घुमाऊ युगल (turning pair) तथा फालोअर, मशीन फ्रेम के साथ सरक युगल (sliding pair) बनाते हैं। कैम एक निश्चित आकार का घूमने वाला (rotating) या पश्चाम (recipocating) गति करने वाला वह अवयव है जो दूसरे अवयव, फालोअर, को सीधे सम्पर्क से दोलन (oscillate) या पश्चाम गति कराता है। कैम सदैव फालोअर के स्पर्श में रहता है। अधिकतर स्थिति में फालोअर का कैम के साथ रेखीय सम्पर्क (line contact) होता है। इस यंत्र विन्यास में कैम, डिस्क या बेलनाकार होती है। जबकि फालोअर रोलर (roller), छुरदार (knife edge) या चपटा मुखी (flat foot) होते हैं। कैम यंत्र विन्यास का प्रयोग छपाई की मशीनों, घड़ियों, अन्तर्दहन इंजनों (internal combustion engines), मिलिंग मशीन (milling machine) तथा अन्य स्वचालित मशीनों (automatic machines) में किया जाता है।
- (ii) **पट्टा तथ रस्सा चालन (Belt and Rope Drive)** : यह उच्च युगलों वाला यंत्र विन्यास है। इसमें एक चालक शाफ्ट से जिस पर चालक धिरनी लगी होती है, दूसरे चालक शाफ्ट जिस पर चलित धिरनी लगी होती है, को पट्टा या रस्सा दन दोनों धिरनियों की परिधि पर होकर गुजरता है। चालक शाफ्ट तथा पट्टे और चलित शाफ्ट के बीच घर्षण होने के कारण होती है। पट्टा चपटा या वी (vee belt) के आकार का होता है।
- (iii) **गियर चालन (Gear Drives)** : इस उच्च युगल यंत्र विन्यास में दो या दो से अधिक गियर को एक साथ जोड़ा जाता है जिससे कि एक शाफ्ट से दूसरे शाफ्ट पर शक्ति पारेषित की जा सकती है। इसमें दो गियर, किसी रेखा या बिन्दु पर एक दुसरे से सम्पर्क करके शक्ति पारेषित करते हैं।
- (iv) **बाल एवं रोलर (Ball and Roller Bearing)** : इस उच्च युगलों वाले यंत्र विन्यास में बियरिंगों में बियरिंग स्पर्श सतह तथा घूमने वाले अवयवों की सतह के बीच केवल बिन्दु रेखा स्पर्श (contact) होता है।

□□□


ENGINEERS ACADEMY

OBJECTIVE SHEET

1. निम्न युगल (lower pair) है—
 - (a) बॉल तथा सॉकेट
 - (b) पिस्टन तथा सिलिण्डर
 - (c) घुमाऊ युगल
 - (d) उपरोक्त सभी
2. दो गति करते हुए अवयवों की सतह परस्पर सम्पर्क में हों, तो ऐसा युगल कहलाता है—
 - (a) निम्न युगल
 - (b) उच्च युगल
 - (c) बेलन युगल
 - (d) सरकने वाला युगल
3. एक सरल यन्त्र विन्यास में होती है—
 - (a) एक कड़ियाँ
 - (b) दो कड़ियाँ
 - (c) तीन कड़ियाँ
 - (d) चार कड़ियाँ
4. निम्न में कौन-सा कड़ी को निर्मित करता है—
 - (a) पिस्टन तथा पिस्टन दण्ड
 - (b) पिस्टन दण्ड तथा क्रॉस हैड
 - (c) पिस्टन, पिस्टन दण्ड तथा क्रॉस हैड
 - (d) पिस्टन, क्रैंक पिन तथा क्रैंक शॉफ्ट
5. निम्न युगल का उदाहरण है—
 - (a) ऑटोमोबाइल स्टीयरिंग गियर
 - (b) बियरिंग में घुमाऊ गति कर रहा शाफ्ट
 - (c) सीधी रेखा गति यन्त्र विन्यास
 - (d) उपर्युक्त सभी
6. कैम व फालोअर माना जाता है—
 - (a) उच्च युगल
 - (b) निम्न युगल
 - (c) खुला युगल
 - (d) इनमें से कोई नहीं
7. जब तरल के द्वारा गति पारेषित की जाती है तो यह कहलाती है—
 - (a) दृढ़ कड़ी
 - (b) लचीली कड़ी
 - (c) तरल कड़ी
 - (d) इनमें से कोई नहीं
8. सिंग होता है—
 - (a) दृढ़ कड़ी
 - (b) लचीली कड़ी
 - (c) तरल कड़ी
 - (d) इनमें से कोई नहीं
9. कड़ी का उद्देश्य होता है—
 - (a) गति पारेषित करना
 - (b) दूसरी कड़ियों का निर्देशन करना
 - (c) आलम्ब की तरह कार्य करना
 - (d) उपर्युक्त सभी
10. रेखिक गति को घूर्णन गति में निम्न के द्वारा परिवर्तित किया जाता है—
 - (a) संयोजन दण्ड
 - (b) क्रॉस हैड
 - (c) क्रैंक
 - (d) गजन पिन
11. उच्च युगल का उदाहरण है—
 - (a) पेंच युगल
 - (b) क्रॉस हैड
 - (c) बेलन युगल
 - (d) गोलीय युगल
12. जिस युगल में सापेक्ष गति के साथ-साथ सरकने की गति होती है, कहलाता है—
 - (a) पेंच युगल
 - (b) क्रॉस हैड
 - (c) बेलन युगल
 - (d) गोलीय युगल
13. गति पारेषण के दौरान यदि कड़ियों में कोई विरूपण नहीं होता है, तो ऐसी कड़ियाँ कहलाती हैं—
 - (a) तरल कड़ियाँ
 - (b) दृढ़ कड़ियाँ
 - (c) लचीली कड़ियाँ
 - (d) इनमें से कोई नहीं
14. निम्न में से किस में मशीन के अवयवों के मध्य सापेक्ष गति का अध्ययन किया जाता है—
 - (a) मशीनों के सिद्धान्त
 - (b) शुद्ध गतिकी
 - (c) यन्त्र विन्यास
 - (d) अनुप्रयुक्त यान्त्रिकी

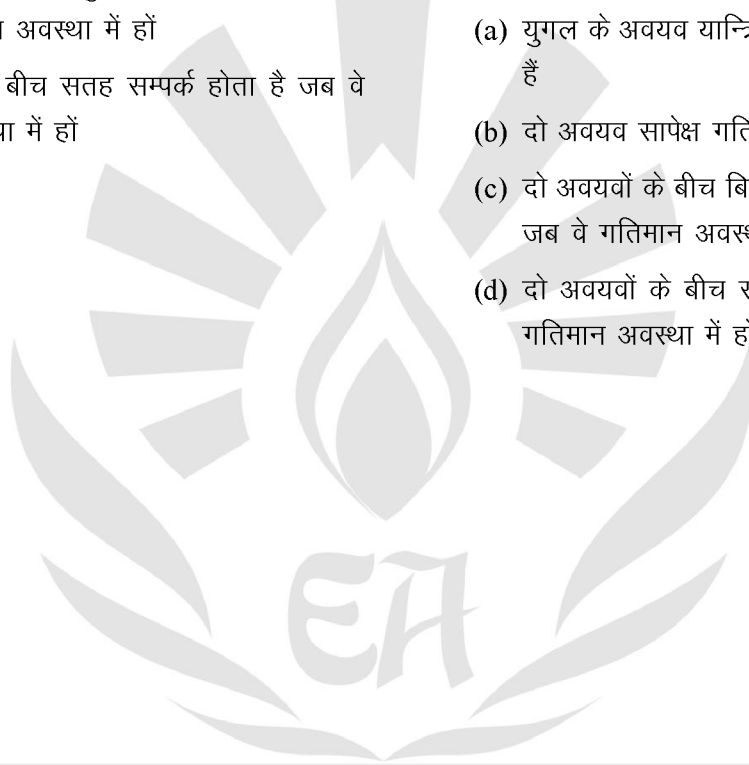
15. निम्न में से किस में मशीन के अवयवों के मध्य सापेक्ष गति और अवयवों पर कार्य कर रहे बलों का अध्ययन किया जाता है—
 (a) मशीनों के सिद्धान्त
 (b) शुद्ध गतिकी
 (c) यन्त्र विन्यास
 (d) अनुप्रयुक्त यांत्रिकी
16. तीन प्रकार की कड़ियाँ होती हैं—
 (a) दृढ़, प्रत्यास्थ, तरल
 (b) दृढ़, लचीली, तरल
 (c) क्रॉस, दृढ़, तरल
 (d) सामर्थ्य, दृढ़, लचीली
17. एक या कई प्रतिरोधी पिण्डों के संयोजनों को कहा जाता है—
 (a) युगल (b) कड़ी
 (c) शुद्ध गति चेन (d) इनमें से कोई नहीं
18. बेलन युगल के उदाहरण हैं—
 (a) बॉल बियरिंग और रोलर बियरिंग
 (b) काबला (bolt) तथा ढिबरी
 (c) खराद मशीन की लीड स्क्रू
 (d) बॉल तथा सॉकेट जोड़
19. गोलीय युगल का उदाहरण है—
 (a) बॉल बियरिंग और रोलर बियरिंग
 (b) काबला (bolt) तथा ढिबरी
 (c) खराद मशीन का लीड स्क्रू
 (d) बॉल तथा सॉकेट जोड़
20. यूनीवर्सल जोड़ होता है—
 (a) उच्च युगल (b) निम्न युगल
 (c) लुढ़कन युगल (d) सरकने वाला युगल
21. हाइड्रोलिक प्रेस को मानते हैं—
 (a) तरल कड़ी (b) लचीली युगल
 (c) दृढ़ कड़ी (d) इनमें से कोई नहीं
22. पट्टा चालन में घिरनी व पट्टे के बीच होता है—
 (a) लुढ़कन युगल (b) सरकने वाला युगल
 (c) घुमाऊ युगल (d) पेंच युगल
23. क्रॉस हैड तथा गाइड होते हैं—
 (a) उच्च युगल (b) निम्न युगल
 (c) लुढ़कन युगल (d) सरकने वाला युगल
24. एक वृत्ताकार छड़ के एक गोल छिद्र में गति करने को कहा जाता है—
 (a) सफलतापूर्वक निरुद्ध गति
 (b) पूर्णतः निरुद्ध गति
 (c) अपूर्ण निरुद्ध गति
 (d) इनमें से कोई नहीं
25. एकरमान स्टियरिंग गियर रखता है—
 (a) निम्न युगल (b) घुमाऊ युगल
 (c) उच्च युगल (d) सरकने वाला युगल
26. डेविस स्टियरिंग गियर रखता है—
 (a) सरकन युगल (b) घुमाऊ युगल
 (c) उच्च युगल (d) निम्न युगल
27. ऑटोमोबाइल स्टियरिंग गियर उदाहरण है—
 (a) घुमाऊ युगल (b) सरकने वाला युगल
 (c) उच्च युगल (d) निम्न युगल
28. शक्ति पारेषण में पट्टा एक उदाहरण है—
 (a) तरल कड़ी (b) दृढ़ कड़ी
 (c) लचीली कड़ी (d) इनमें से कोई नहीं
29. शुद्ध गति युगल वे होते हैं जिनके दो अवयवों में होता है
 (a) रेखीय सम्पर्क (b) सतहों पर सम्पर्क
 (c) सापेक्ष गति (d) गति बल
30. किसी शुद्ध गति चैन में कड़ियों की संख्या L तथा जोड़ों की संख्या J हो तो—
 (a) $J = \frac{2}{3}(L + 2)$ (b) $J = \frac{3}{2}(L + 2)$
 (c) $L = \frac{3}{2}(J + 1)$ (d) $L = \frac{2}{3}(J + 2)$

31. किसी शुद्ध गति चैन में कड़ियों की संख्या L और युगलों की संख्या P में सम्बन्ध होता है—
 (a) $L = 2P - 1$ (b) $L = 2P - 2$
 (c) $L = 2P - 3$ (d) $L = 2P - 4$
32. किसी यंत्र विन्यास में कड़ियों की संख्या L है तब उसके उत्क्रमण (inversion) हो सकते हैं—
 (a) $L = 2$ (b) $L + 1$
 (c) L (d) $L - 1$
33. पेन्टोग्राफ यन्त्र विन्यास में कड़ियों की संख्या होती है—
 (a) 5 (b) 4
 (c) 3 (d) 2
34. उच्च युगल के तत्वों में सापेक्ष गति होती है—
 (a) विशुद्ध सरकन
 (b) विशुद्ध घुमाऊ
 (c) आंशिक सरकन और आंशिक घुमाऊ
 (d) इनमें से कोई नहीं
35. जब युगल के दो अवयव किसी यान्त्रिक विधि द्वारा इस प्रकार जोड़े जाते हैं कि केवल आवश्यक प्रकार की सापेक्ष गति होती हो तो युगल कहलाता है—
 (a) खुला युगल (b) बन्द युगल
 (c) यान्त्रिक युगल (d) इनमें से कोई नहीं
36. दोहरे सरल क्रैंक चैन में उत्क्रमणों की संख्या हो सकती है—
 (a) 2 (b) 3
 (c) 4 (d) 5
37. सरकने वाले क्रैंक चैन में उत्क्रमणों की संख्या हो सकती है—
 (a) 3 (b) 4
 (c) 5 (d) 6
38. यदि कुछ कड़ियाँ इस प्रकार जोड़ी जाती हैं कि उनके मध्य गति एक से अधिक दिशा में हो सकती है, तो यह कहलाती है—
 (a) पूर्ण निरुद्ध गति
 (b) अपूर्ण निरुद्ध गति
 (c) अंशतः निरुद्ध गति
 (d) सफलतापूर्वक निरुद्ध गति
39. निम्न में किसमें सरकने वाली गति होती है—
 (a) क्रैंक (b) कैंक पिन
 (c) क्रॉस-हैड (d) संयोजक दण्ड
40. किसी भी यन्त्र-विन्यास में कड़ियाँ जुड़ी होती है—
 (a) दो कड़ियाँ
 (b) तीन कड़ियाँ
 (c) चार या चार से अधिक कड़ियाँ
 (d) इनमें से कोई नहीं
41. आयताकार छेद में आयताकार छड़ के होने पर युगल बनता है—
 (a) पूर्णतया निरुद्ध गति वाला
 (b) अंशतः निरुद्ध गति वाला
 (c) अपूर्ण निरुद्ध गति वाला
 (d) स्वतन्त्र निरुद्ध गति वाला
42. कड़ी को होना चाहिए—
 (a) लचीला पिण्ड (b) दृढ़ पिण्ड
 (c) प्रतिरोधी पिण्ड (d) दृढ़ व प्रतिरोधी पिण्ड
43. एक स्लाइडर क्रैंक चैन में घुमाऊ युगल और सरकने वाले युगल की संख्या होती है—
 (a) 1, 3 (b) 2, 2
 (c) 3, 1 (d) 4, 4
44. युगल के अवयव यान्त्रिक रूप से परस्पर जुड़ने पर युगल कहलाता है—
 (a) बेलन युगल (b) बन्द युगल
 (c) खुला युगल (d) इनमें से कोई नहीं
45. एक चैन में 5 कड़ी और 5 जोड़ हैं। क्या यह शुद्ध गति चैन है—
 (a) हाँ (b) नहीं
46. सरकने वाले युगल का प्रमुख दोष होता है—
 (a) कठिन निर्माण करना
 (b) द्रुत घिसने वाला
 (c) भारी
 (d) उपर्युक्त (a) तथा (c)

47. व्हिटवर्थ (withworth) द्रुत वापसी यन्त्र विन्यास निम्न का उत्क्रमण करने पर प्राप्त किया जा सकता है—
 (a) शुद्ध गति चैन
 (b) स्लाइडर क्रैंक यन्त्र विन्यास
 (c) रोलर कैम यन्त्र विन्यास
 (d) पाँच कड़ी वाला यन्त्र विन्यास
48. संयुक्त यन्त्र विन्यास में कड़ियाँ होती हैं—
 (a) चार (b) चार से अधिक
 (c) चार से कम (d) इनमें से कोई नहीं
49. चार कड़ियों वाले यन्त्र विन्यास की विपरीत कड़ियाँ समान होती हैं। ये कड़ियाँ निरूपित करेंगी—
 (a) त्रिभुज (b) समानान्तर चतुर्भुज
 (c) वर्ग (d) समलम्ब चतुर्भुज
50. टाइप राइटर होता है एक—
 (a) मशनी (b) उत्क्रमण
 (c) संरचना (d) यन्त्र विन्यास
51. एक कैम यन्त्र विन्यास निम्न गति प्रदान करता है—
 (a) दोलन (b) पश्चाग्र
 (c) घुमाऊ (d) उपरोक्त सभी
52. हार्ट यन्त्र विन्यास में होते हैं—
 (a) 12 कड़ियाँ (b) 8 कड़ियाँ
 (c) 6 कड़ियाँ (d) 5 कड़ियाँ
53. पूर्णतया निरुद्ध गति पारक्षित की जा सकती है—
 (a) पिन जोड़ युक्त एक कड़ी द्वारा
 (b) पिन जोड़ युक्त तीन कड़ियों द्वारा
 (c) पिन जोड़ युक्त चार कड़ियों द्वारा
 (d) पिन जोड़ युक्त दो कड़ियों द्वारा
54. n कड़ियों के यन्त्र विन्यास में तात्कालिक केन्द्रों की संख्या होती है—
 (a) n (b) $n - 1$
 (c) $n(n - 1)$ (d) $\frac{n(n - 1)}{2}$
55. उच्च युगल के उदाहरण हैं—
 (a) गियर, कैम
 (b) बॉल तथा रोलर बियरिंग
 (c) पट्टा, रस्सा तथा चैन चालन
 (d) उपर्युक्त सभी
56. एक यन्त्र विन्यास में एक कड़ी बद्ध (fixed) होती है। यदि बद्ध कड़ी को शुद्ध गति चैन में परिवर्तित कर दिया जाये तो दूसरी कड़ियों (other links) में सापेक्ष गति—
 (a) परिवर्ति हो जाती है
 (b) समान रहेगा
 (c) सापेक्ष गति नहीं होगी
 (d) इनमें से कोई नहीं
57. पेन्टाग्राफ एक यन्त्र विन्यास होता है—
 (a) उच्च युगल (b) निम्न युगल
 (c) रोलर युगल (d) घुमाऊ युगल
58. शुद्ध गति युगल वे होते हैं जिनके—
 (a) दो अवयव यान्त्रिकी द्वारा एक दूसरे से जुड़े होते हैं
 (b) न्यूनतम दो तात्कालिक केन्द्र होते हैं
 (c) दो अवयवों में सापेक्ष गति होती है
 (d) उपर्युक्त सभी
59. यदि दो कड़ियाँ या अवयव इस प्रकार जुड़े हों कि उनकी सापेक्ष गति सफलतापूर्वक या पूर्णतः निरुद्ध हो, तो यह कहलाती है—
 (a) दृढ़ कड़ी (b) यन्त्र विन्यास
 (c) लचीली कड़ी (d) शद्ध गति युगल
60. एक कड़ी दोहरे स्लाइडर क्रैंक चैन से जुड़ी हुई है। कड़ी पर स्थित कोई बिन्दु चलता है—
 (a) वृत्ताकार पथ पर (b) परवलयकार पथ पर
 (c) दीर्घवृत्त पर (d) सीधी रेखा पर
61. निम्न युगल (lower pairs) होते हैं—
 (a) सरकने वाले युगल (b) बिन्दु सम्पर्क युगल
 (c) बन्द युगल (d) खुला युगल

62. बियरिंग के अन्दर घूमती हुई शॉफ्ट युगल बनाती है—
- (a) उच्च युगल (b) निम्न युगल
(c) बेलनाकार युगल (d) बियरिंग युगल
63. निम्न युगल (lower pairs) वे होते हैं जो रखते हैं—
- (a) युगल के अवयव यान्त्रिक विधि द्वारा नहीं जुड़े होते हैं
(b) दो अवयव सापेक्ष गति रखते हैं
(c) दो अवयवों के बीच बिन्दु या रेखीय सम्पर्क होता है जब वे गतिमान अवस्था में हों
(d) दो अवयवों के बीच सतह सम्पर्क होता है जब वे गतिमान अवस्था में हों
64. उच्च युगल (higher pairs) वे होते हैं जो रखते हैं—
- (a) युगल के अवयव यान्त्रिक विधि द्वारा नहीं जुड़े होते हैं
(b) दो अवयव सापेक्ष गति रखते हैं
(c) दो अवयवों के बीच बिन्दु या रेखीय सम्पर्क होता है जब वे गतिमान अवस्था में हों
(d) दो अवयवों के बीच सतह सम्पर्क होता है जब वे गतिमान अवस्था में हों
65. खुले युगल (open pairs) वे होते हैं जो रखते हैं—
- (a) युगल के अवयव यान्त्रिक विधि द्वारा नहीं जुड़े होते हैं
(b) दो अवयव सापेक्ष गति रखते हैं
(c) दो अवयवों के बीच बिन्दु या रेखीय सम्पर्क होता है जब वे गतिमान अवस्था में हों
(d) दो अवयवों के बीच सतह सम्पर्क होता है जब वे गतिमान अवस्था में हों

□□□



ENGINEERS ACADEMY

ANSWER SHEET

- | | |
|--------------|--------------|
| 1. Ans. (d) | 33. Ans. (b) |
| 2. Ans. (a) | 34. Ans. (c) |
| 3. Ans. (d) | 35. Ans. (b) |
| 4. Ans. (c) | 36. Ans. (b) |
| 5. Ans. (d) | 37. Ans. (b) |
| 6. Ans. (a) | 38. Ans. (b) |
| 7. Ans. (c) | 39. Ans. (c) |
| 8. Ans. (b) | 40. Ans. (c) |
| 9. Ans. (d) | 41. Ans. (a) |
| 10. Ans. (c) | 42. Ans. (c) |
| 11. Ans. (c) | 43. Ans. (c) |
| 12. Ans. (a) | 44. Ans. (b) |
| 13. Ans. (b) | 45. Ans. (b) |
| 14. Ans. (b) | 46. Ans. (d) |
| 15. Ans. (a) | 47. Ans. (b) |
| 16. Ans. (b) | 48. Ans. (b) |
| 17. Ans. (a) | 49. Ans. (b) |
| 18. Ans. (a) | 50. Ans. (d) |
| 19. Ans. (d) | 51. Ans. (d) |
| 20. Ans. (b) | 52. Ans. (c) |
| 21. Ans. (a) | 53. Ans. (c) |
| 22. Ans. (a) | 54. Ans. (d) |
| 23. Ans. (d) | 55. Ans. (d) |
| 24. Ans. (c) | 56. Ans. (b) |
| 25. Ans. (b) | 57. Ans. (b) |
| 26. Ans. (a) | 58. Ans. (c) |
| 27. Ans. (d) | 59. Ans. (d) |
| 28. Ans. (c) | 60. Ans. (c) |
| 29. Ans. (c) | 61. Ans. (c) |
| 30. Ans. (d) | 62. Ans. (b) |
| 31. Ans. (d) | 63. Ans. (d) |
| 32. Ans. (c) | 64. Ans. (c) |
| | 65. Ans. (a) |

□□□



वेग एवं त्वरण (VELOCITY & ACCELERATION)

2.1 | वेग व त्वरण (VELOCITY & ACCELERATION)

किसी पिण्ड का समय के सापेक्ष रेखीय विस्थापन के परिवर्तन की दर पिण्ड का वेग कहलाती है।

अतः
$$v = \frac{ds}{dt}$$

किसी पिण्ड का त्वरण समय के सापेक्ष पिण्ड के रेखीय वेग के परिवर्तन की दर होती है।

अतः
$$a = \frac{dv}{dt} = \frac{d}{dt} \left(\frac{ds}{dt} \right) = \frac{d^2s}{dt^2}$$

या
$$a = \frac{dv}{dt} = \frac{ds}{dt} \times \frac{dv}{ds} = v \times \frac{dv}{ds}$$

किसी पिण्ड का प्रारम्भिक वेग u , त्वरण a तथा t समय में उसका वेग v हो जाता है। माना कि t समय में चली गयी दूरी s है तो रेखीय गति के निम्न समीकरण होते हैं।

(1) $v = u + at$

(2) $s = ut + \frac{1}{2}at^2$

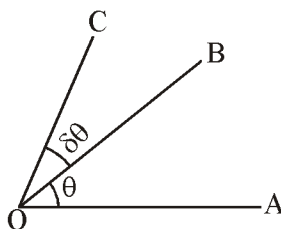
(3) $v^2 = u^2 + 2as$

(4) $s = \left(\frac{u+v}{2} \right) \times t = v_{ave} \times t$

2.1.1 कोणीय विस्थापन (Angular Displacement)

किसी निश्चित बिन्दु के परितः किसी निश्चित दिशा में घूमे गए कोण से कोणीय विस्थापन प्रदर्शित किया जाता है।

चित्र में रेखा OB रेखा OA से θ कोण पर है। रेखा OB, $\delta\theta$ कोण से घूमकर रेखा OC पर आ जाती है तो कोण $\delta\theta$ रेखा OB का कोणीय विस्थापन कहलाता है।



2.1.2 कोणीय वेग (Angular Velocity)

इकाई समय में कोणीय विस्थापन परिवर्तन की दर को कोणीय वेग कहते हैं। माना कि dt समय में कोणीय विस्थापन $d\theta$ है तो कोणीय वेग,

$$\omega = \frac{d\theta}{dt}$$

यदि पिण्ड N च. प्र. मि. से घूम रहा है तो उसका कोणीय वेग

$$\omega = \frac{2\pi N}{60} \text{ rad/s}$$

2.1.3 कोणीय त्वरण (Angular Acceleration)

इकाई समय में कोणीय वेग में परिवर्तन की दर कोणीय त्वरण कहलाती है। अतः

$$a = \frac{d\omega}{dt} = \frac{d}{dt} \left(\frac{d\theta}{dt} \right) = \frac{d^2\theta}{dt^2}$$

2.1.4 कोणीय गति के समीकरण (Equations of Angular Motion)

माना कि कोई पिण्ड वृत्ताकार पथ पर घूम रहा है। पिण्ड का प्रारम्भिक कोणीय वेग ω_0 है तथा उसका कोणीय त्वरण a है। t समय के उपरान्त उसका कोणीय विस्थापन θ तथा कोणीय वेग ω_1 हो जाता है।

रेखीय गति की समीकरणों की तरह ही कोणीय गति की समीकरणें होती हैं। वे निम्न प्रकार हैं

$$1. \quad \omega_1 = \omega_0 + at$$

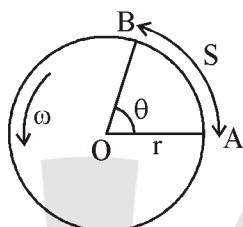
$$2. \quad \theta = \omega_0 t + \frac{1}{2} at^2$$

$$3. \quad \omega_1^2 = \omega_0^2 + 2a\theta$$

$$4. \quad \theta = \left(\frac{\omega_0 + \omega_1}{2} \right) \times t = \omega_{ave} \times t$$

2.2 | गति के रेखीय और कोणीय राशियों में सम्बन्ध (RELATION BETWEEN LINEAR & ANGULAR QUANTITIES OF MOTION)

माना कि कोई पिण्ड त्रिज्या r के वृत्ताकार पथ पर घूम रहा है। माना कि पिण्ड बिन्दु A से बिन्दु B तक t समय में घूमता है। माना कि पिण्ड का रेखीय विस्थापन s , रेखीय वेग v , रेखीय त्वरण a , कोणीय विस्थापन θ , कोणीय वेग ω तथा कोणीय त्वरण α है।



चित्र की ज्यामिति से,

$$s = r\theta$$

हम जानते हैं कि रेखीय वेग,

$$v = \frac{ds}{dt} = \frac{d(r\theta)}{dt} = r \frac{d\theta}{dt} = r\omega$$

$\therefore$

$$v = \omega r$$

और रेखीय त्वरण,

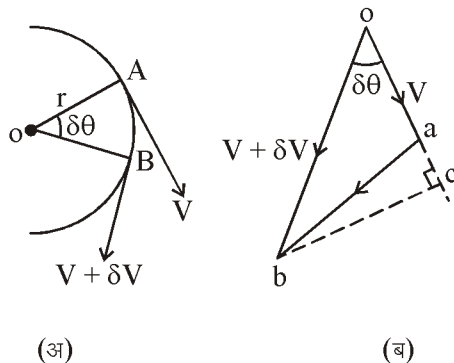
$$a = \frac{dv}{dt} = \frac{d(\omega r)}{dt} = r \frac{d\omega}{dt}$$

$\therefore$

$$a = \alpha \cdot r$$

2.2.1 पिण्ड का वृत्ताकार पथ पर त्वरण (Acceleration of a Body along a Circular Path)

एक पिण्ड वृत्ताकार पथ पर, जिसकी त्रिज्या r है, घूम रहा है। माना कि किसी समय पर पिण्ड बिन्दु A पर था और उस समय उसका वेग v था। δt समय के उपरान्त पिण्ड बिन्दु A से $d\theta$ कोण से विस्थापित होकर बिन्दु B पर आ जाता है। माना कि उसका वेग बिन्दु B पर $v + \delta v$ है (चित्र)।



अब वेग एक सदिश राशि है और हम उसको किसी रेखा से परिमाण तथा दिशा में निरूपित कर सकते हैं। अतः बिन्दु A पर पिण्ड के वेग v को रेखा oa से तथा बिन्दु B पर पिण्ड के वेग $v + \delta v$ को रेखा ob से निरूपित कर सकते हैं। अब त्रिभुज oab को पूरा करने पर, पिण्ड के बिन्दु A से बिन्दु B तक घूमने में हुए वेग में परिवर्तन रेखा ab से निरूपित होता है (चित्र ब)।

त्रिभुज oab में ab को oa के समानान्तर तथा लम्ब दिशाओं में विघटित (resolve) करने पर,
 ab का oa के समान्तर विघटित भाग,

$$ac = oc - oa = (v + \delta v) \cos \delta\theta - v$$

तथा ab का oa के लम्ब दिशा में विघटित भाग,

$$bc = ob \sin \delta\theta = (v + \delta v) \sin \delta\theta$$

अब क्योंकि वेग में परिवर्तन के दो भाग हैं जो परस्पर लम्बवत् दिशाओं में हैं। अतः वृत्ताकार पथ में घूम रहे पिण्ड के त्वरण के दो भाग होते हैं जो परस्पर लम्बवत् दिशाओं में हैं। ये निम्न प्रकार होते हैं

(i) स्पर्शीय त्वरण (tangential acceleration)

(ii) अभिलम्ब त्वरण (normal acceleration)

(i) **स्पर्शीय त्वरण (Tangential Acceleration)** – यदि कोई पिण्ड किसी वृत्ताकार पथ में घूम रहा हो तो पिण्ड के वेग की दिशा में त्वरण को स्पर्शीय त्वरण कहते हैं। यह वृत्ताकार पथ पर स्पर्शीय (tangential) होता है और वेग की दिशा के समानान्तर होता है।

अतः बिन्दु A पर पिण्ड का स्पर्शीय त्वरण (tangential acceleration),

$$a_t = \frac{ac}{\delta t} = \frac{(v + \delta v) \cos \delta\theta - v}{\delta t}$$

सीमा (limit) में जब $\delta t \rightarrow 0$ तब

$$a_t = \frac{ac}{dt} = \alpha \cdot r \quad \dots(1)$$

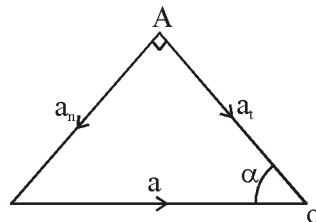
(ii) **अभिलम्ब त्वरण (Normal Acceleration)** – यदि कोई पिण्ड वृत्ताकार पथ के अनुदिश घूम रहा हो तो वह त्वरण जो पिण्ड के वेग की लम्ब दिशा में है, अभिलम्ब त्वरण कहलाता है। यह वृत्ताकार पथ के केन्द्र की दिशा में कार्य करता है। यह त्वरण त्रिज्यीय त्वरण (radial acceleration) या अभिकेन्द्रीय त्वरण (centripetal acceleration) भी कहलाता है।

अतः बिन्दु A पर पिण्ड का अभिलम्ब त्वरण,

$$a_n = \frac{cb}{\delta t} = \frac{(v + \delta v) \sin \delta\theta}{\delta t}$$

सीमा में जब $\delta t \rightarrow 0$, तब

$$\alpha_n = v \frac{d\theta}{dt} = v \times \frac{v}{r} = \frac{v^2}{r} = \omega^2 r \quad \dots(2)$$



(पिण्ड का कुल त्वरण)

चित्र के अनुसार बिन्दु A पर दो त्वरण, अभिलम्ब त्वरण a_n तथा स्पर्शीय त्वरण a_t जो परस्पर लम्ब हैं, कार्य कर रहे हैं। इनका परिणामी त्वरण है। अतः

$$a = \sqrt{a_n^2 + a_t^2}$$

तथा परिणामी त्वरण का स्पर्शीय त्वरण से झुकाव (angle of inclination)

$$\tan \alpha = \frac{a_n}{a_t}$$

या
$$\alpha = \tan^{-1} \frac{a_n}{a_t}$$

समीकरण (1) से स्पष्ट है कि स्पर्शीय त्वरण पिण्ड के वेग के परिवर्तन की दर के बराबर है तथा समीकरण (2) से स्पष्ट है कि अभिलम्ब त्वरण पिण्ड के तात्कालिक (instantaneous) वेग तथा उसके पथ की वक्रिय त्रिज्या पर निर्भर करता है।

यदि कोई पिण्ड की गति सरल रेखीय है तो उस पिण्ड का अभिलम्ब त्वरण शून्य होता है। अतः उस पर केवल स्पर्शीय त्वरण, जो कि पिण्ड के वेग तथा विस्थापन की दिशा में होता है, कार्य करता है।

यदि कोई पिण्ड स्थिर वेग (uniform velocity) से घूम रहा है तो पिण्ड का स्पर्शीय त्वरण शून्य होगा और उस पर केवल अभिलम्ब त्वरण कार्य करेगा।

2.3 | अभिकेन्द्रीय तथा अपकेन्द्रीय बल (CENTRIPETAL AND CENTRIFUGAL FORCE)

माना कि कोई m द्रव्यमान का पिण्ड त्रिज्या r के वृत्ताकार पथ पर रेखीय वेग u से घूम रहा है।

पिण्ड का अभिकेन्द्रीय त्वरण, समीकरण (2) से,

$$a_n = \frac{v^2}{r} = \omega^2 r$$

हम जानते हैं कि,

$$\text{बल} = \text{द्रव्यमान} \times \text{त्वरण}$$

अतः अभिकेन्द्रीय त्वरण के लिए अभिकेन्द्रीय बल,

$$F_c = \frac{mv^2}{r} = m\omega^2 r$$

यह बल वृत्ताकार पथ के केन्द्र की ओर कार्य करता है।

न्यूटन के गति के तृतीय नियम के अनुसार क्रिया और प्रतिक्रिया एक दूसरे के बराबर विपरीत दिशा में कार्य करते हैं।

अतः पिण्ड अभिकेन्द्रीय बल के बराबर और विपरीत दिशा में, अर्थात् वृत्ताकार पथ के केन्द्र से बाहर की ओर एक बल लगाएगा। यह बल अपकेन्द्रीय बल कहलाता है, और उसका मान होता है—

$$F_c = \frac{mv^2}{r} = m\omega^2 r$$

2.4 | कोणीय संवेग या संवेग का आघूर्ण (ANGULAR MOMENTUM OR MOMENT OF MOMENTUM)

माना कि कोई पिण्ड, जिसका कुल द्रव्यमान m है, किसी बद्ध अक्ष O के परितः कोणीय वेग ω rad/s से घूम रहा है। यह पिण्ड बहुत सारे छोटे-छोटे कणों से बना हुआ होता है अतः हम द्रव्यमान dm का एक छोटा कण लेते हैं। माना कि यह घूर्णन अक्ष (axis of rotation) से r दूरी पर है। माना कि किसी समय पर कण का रेखीय वेग v है जो वृत्ताकार पथ के स्पर्शीय (tangentially) कार्य करता है (चित्र)।



$$\text{द्रव्यमान } dm \text{ का संवेग} = dm \times v = dm \times \omega \times r$$

द्रव्यमान dm के संवेग का अक्ष O के परितः घूर्ण

$$\begin{aligned} &= dm \times \omega \times r \times r = dm \times r^2 \omega \\ &= I_m \times \omega \end{aligned}$$

जहाँ I_m = द्रव्यमान dm का अक्ष O के परितः जड़त्व आघूर्ण (mass moment of inertia) = $dm \times r^2$

अतः पिण्ड का अक्ष के परितः संवेग का घूर्ण (moment of momentum) या कोणीय संवेग (angular momentum)

$$= \int I_m \cdot \omega = I \omega$$

जहाँ $\int I_m$ = पिण्ड का अक्ष O के परितः जड़त्व आघूर्ण

अतः कोणीय संवेग या संवेग का घूर्ण, जड़त्व आघूर्ण और कोणीय वेग के गुणनफल के बराबर होता है।

2.4.1 बल आघूर्ण (Torque)

हम जानते हैं कि

बल आघूर्ण = बल $\times$ किसी बिन्दु या अक्ष से बल की क्रिया रेखा की लम्ब दूरी

यह बल आघूर्ण किसी पिण्ड पर कार्य कर रहे बलयुग्म के समतुल्य (equivalent) होता है।

न्यूटन के गति के दूसरे नियम के अनुसार, बल आघूर्ण, कोणीय संवेग के परिवर्तन के दर के सीधे समानुपाती होता है। अतः

$$\text{बल आघूर्ण, } T \propto \frac{d(I\omega)}{dt}$$

क्योंकि I स्थिर है, अतः

$$T = I \frac{d\omega}{dt} = I\alpha$$

S.I. प्रणाली में बल आघूर्ण का मात्रक (unit) N-m होता है। यहाँ पर I का मात्रक kg-m^2 तथा α का मात्रक rad/s^2 है।

OBJECTIVE SHEET

1. कोणीय वेग बराबर होता है—
 (a) $\omega = \frac{d\theta}{dt}$ (b) $\omega = \frac{ds}{dt}$
 (c) $\omega = \frac{d\theta}{ds}$ (d) $\omega = d\theta \times dt$
2. कोणीय त्वरण बराबर होता है—
 (a) $\frac{d\omega}{dt}$ (b) $\frac{d\omega}{ds}$
 (c) $\frac{ds}{dt}$ (d) $\frac{d\omega}{d\theta}$
3. पिण्ड के विश्रामावस्था से या गतिमान अवस्था से परिवर्तन के प्रतिरोध करने की प्रवृत्ति कहलाती है—
 (a) घर्षण (b) द्रव्यमान
 (c) प्रतिरोधी बल (d) जड़त्व
4. ऑटोमोबाइल के लिए एकरमान स्टियरिंग गियर एक उदाहरण है—
 (a) शुद्ध गति चेन दो घुमाऊ युगलों के साथ
 (b) शुद्ध गति चेन तीन घुमाऊ युगलों के साथ
 (c) शुद्ध गति चेन चार घुमाऊ युगलों के साथ
 (d) इनमें से कोई नहीं
5. शुद्ध गति चेन में न्यूनतम कड़ियाँ होती हैं—
 (a) एक (b) दो
 (c) तीन (d) चार
6. कोणीय त्वरण का मात्रक है—
 (a) rad/s (b) rad/s²
 (c) m/s (d) m/s²
7. दीर्घ वृत्त खींचने वाले (elliptical trammel) यन्त्र विन्यास में होते हैं—
 (a) सभी चारों युगल घुमाऊ
 (b) तीन युगल घुमाऊ और एक युगल सरकने वाला
 (c) दो युगल घुमाऊ और दो युगल सरकने वाले
 (d) एक युगल घुमाऊ और तीन युगल सरकने वाले
8. किसी यन्त्र विन्यास में एक कड़ी के गुरुत्व केन्द्र पर होगा—
 (a) कोणीय त्वरण
 (b) रेखीय त्वरण
 (c) कोई त्वरण नहीं
 (d) कोणीय और रेखीय त्वरण दोनों ही
9. जब कोई जहाज समुद्र में तैर रहा हो तो कौन सा प्रभाव अधिक खतरनाक होता है—
 (a) स्टियरिंग (b) अन्तरालन (pitching)
 (c) बेलन (d) उपर्युक्त सभी
10. विस्थापन-समय वक्र की ढाल या स्पर्शी निरूपित करता है—
 (a) विस्थापन (b) वेग
 (c) त्वरण (d) मन्दन
11. वेग-समय वक्र की ढाल निरूपित करती है—
 (a) विस्थापन (b) वेग
 (c) त्वरण (d) समय
12. पिण्ड का कोणीय त्वरण होता है—
 (a) संवेग परिवर्तन की दर
 (b) कोणीय विस्थापन परिवर्तन की दर
 (c) कोणीय वेग परिवर्तन की दर
 (d) इनमें से कोई नहीं
13. कोणीय त्वरण-समय वक्र के नीचे का क्षेत्रफल प्रदर्शित करता है—
 (a) वेग परिवर्तन (b) त्वरण परिवर्तन
 (c) विस्थापन (d) मन्दन
14. स्लाइडर क्रैंक यन्त्र विन्यास का उत्क्रमण होता है—
 (a) हत्था पम्प
 (b) हिटवर्थ द्रुत वापसी यन्त्र विन्यास
 (c) दोलन सिलिण्डर इन्जन
 (d) उपर्युक्त सभी

15. सरल आवर्त गति में त्वरण समानुपाती होता है—
 (a) वेग
 (b) आवर्त काल
 (c) विस्थापन
 (d) वेग के परिवर्तन की दर पर
16. सरल आवर्त गति में त्वरण और विस्थापन का अनुपात समानुपाती होता है—
 (a) ω (आवृत्ति) (b) ω^2
 (c) $\sqrt{\omega}$ (d) $1/\omega^2$
17. जड़त्व बल कार्य करता है—
 (a) त्वरित बल की लम्ब दिशा में
 (b) त्वरित बल के अनुदिश दिशा में
 (c) त्वरित बल की उल्टी दिशा में
 (d) इनमें से कोई नहीं
18. कैंनेडी प्रमेय के अनुसार यदि तीन पिण्ड सरल गति में हों तो उनके तात्कालिक केन्द्र होते हैं—
 (a) एक त्रिभुज पर (b) एक बिन्दु पर
 (c) एक वक्र पर (d) एक सीधी रेखा पर
19. यदि किसी यन्त्र विन्यास में n कड़ियाँ हैं, तो उसके तात्कालिक केन्द्रों की कुल संख्या होती है—
 (a) $n(n-1)$ (b) $n-1$
 (c) $\frac{n(n-1)}{2}$ (d) n
20. दो प्रणालियाँ गतिकीय तुल्य होंगे जब—
 (a) दोनों के द्रव्यमान बराबर होंगे
 (b) दोनों के गुरुत्व केन्द्र एक दूसरे पर हों
 (c) दोनों के जड़त्व आघर्षण गुरुत्व केन्द्र से जाने वाली अक्ष के परितः बराबर हों
 (d) उपर्युक्त सभी
21. यदि वेग V और क्रैंक त्रिज्या r हो तो अभिलम्ब त्वरण का मान होता है—
 (a) $V^2 r$ (b) V^2/r
 (c) $(Vr)^2$ (d) $(V/r)^2$
22. स्पर्शीय त्वरण की दिशा होती है—
 (a) कोणीय वेग के अनुदिश (along)
 (b) कोणीय वेग के विपरीत
 (c) उपर्युक्त में से कोई एक
 (d) कोणीय वेग के लम्ब
23. एक दृढ़ कड़ी OA में बिन्दु A का वेग बिन्दु O के सापेक्ष होगा—
 (a) OA के समानान्तर (b) OA के अनुदिश
 (c) OA के लम्ब (d) OA से 45° पर
24. एक कड़ी O के परितः घूम रही है। कड़ी के बिन्दु P का वेग कड़ी के बिन्दु Q के सापेक्ष लम्ब होता है—
 (a) OP पर (b) OQ पर
 (c) PQ पर (d) इनमें से कोई नहीं
25. किसी पश्चाग्र इन्जन यन्त्र विन्यास में कड़ियों और तात्कालिक केन्द्रों की संख्या होती है—
 (a) 4, 4 (b) 4, 5
 (c) 6, 4 (d) 4, 6
26. किसी कड़ी का कोणीय त्वरण ज्ञात किया जाता है—
 (a) अभिकेन्द्रीय त्वरण को कड़ी की लम्बाई से भाग देने पर
 (b) स्पर्शी त्वरण को कड़ी की लम्बाई से भाग देने पर
 (c) परिणामी त्वरण को कड़ी की लम्बाई से भाग देने पर
 (d) इनमें से कोई नहीं
27. कैलीन की रचना को विभिन्न भागों के त्वरण को ज्ञात करने के लिए प्रयोग किया जाता है जब क्रैंक होता है—
 (a) आघात रेखा से लम्ब
 (b) आघात रेखा से 45° कोण पर
 (c) अन्तः निष्क्रीय केन्द्र तथा बाह्य निष्क्रीय केन्द्र पर
 (d) उपर्युक्त सभी पर

ANSWER SHEET

- | | |
|--------------|--------------|
| 1. Ans. (a) | 34. Ans. (b) |
| 2. Ans. (b) | 35. Ans. (d) |
| 3. Ans. (d) | 36. Ans. (c) |
| 4. Ans. (c) | 37. Ans. (c) |
| 5. Ans. (d) | 38. Ans. (c) |
| 6. Ans. (b) | 39. Ans. (d) |
| 7. Ans. (c) | 40. Ans. (c) |
| 8. Ans. (d) | 41. Ans. (b) |
| 9. Ans. (b) | 42. Ans. (c) |
| 10. Ans. (b) | 43. Ans. (b) |
| 11. Ans. (c) | 44. Ans. (b) |
| 12. Ans. (c) | 45. Ans. (a) |
| 13. Ans. (a) | 46. Ans. (b) |
| 14. Ans. (d) | 47. Ans. (b) |
| 15. Ans. (c) | 48. Ans. (a) |
| 16. Ans. (b) | 49. Ans. (b) |
| 17. Ans. (c) | 50. Ans. (b) |
| 18. Ans. (d) | 51. Ans. (b) |
| 19. Ans. (c) | 52. Ans. (c) |
| 20. Ans. (d) | 53. Ans. (a) |
| 21. Ans. (b) | 54. Ans. (b) |
| 22. Ans. (c) | 55. Ans. (d) |
| 23. Ans. (c) | 56. Ans. (c) |
| 24. Ans. (c) | 57. Ans. (a) |
| 25. Ans. (d) | 58. Ans. (c) |
| 26. Ans. (b) | 59. Ans. (c) |
| 27. Ans. (d) | 60. Ans. (b) |
| 28. Ans. (b) | 61. Ans. (a) |
| 29. Ans. (d) | 62. Ans. (c) |
| 30. Ans. (a) | 63. Ans. (b) |
| 31. Ans. (d) | 64. Ans. (b) |
| 32. Ans. (b) | 65. Ans. (c) |
| 33. Ans. (c) | 66. Ans. (d) |
| | 67. Ans. (b) |

□□□