Toppersnotes®
Unleash the topper in you

UPSC

National Defence Academy (NDA)

संघ लोक सेवा आयोग (UPSC)

भाग - 2

(पेपर 2)

सामान्य विज्ञान

SIERRA INNOVATIONS

विषयसूची

S No.	Chapter Title	Page No.
1	पदार्थों का यांत्रिक गुण	1
2	गति	8
3	बल एवं गति	13
4	गुरुत्वाकर्षण	19
5	कार्य, ऊर्जा एवं शक्ति	23
6	ऊष्मा एवं उष्मागतिकी	26
7	ध्वनि एवं तरंगे	31
8	प्रकाशिकी	36
9	वैद्युतिकी	47
10	चुंबक एवं चुंबकीय प्रेरण	55
11	पदार्थ एवं पदार्थ की प्रकृति	62
12	भौतिक एवं रासायनिक परिवर्तन	66
13	रासायनिक बंध	72
14	धातुएँ एवं उनके गुण	76
15	अधातुएँ एवं उनके गुण	80
16	प्रमुख यौगिक	84
17	अम्ल, क्षार और लवण	91
18	कार्बनिक रसायन	96
19	दैनिक जीवन में रसायन	114
20	परमाणु एवं परमाणु संरचना	121
21	कोशिका, संरचनाएँ एवं कोशिका चक्र	125
22	ऊतक	139
23	पौधों का शारीरिक क्रिया विज्ञान	146

विषयसूची

S No.	Chapter Title	Page No.
24	मानव शारीरिक विज्ञान	157
25	पोषण	189
26	मानव रोग और रोग प्रतिकार	198
27	सौरमण्डल एवं पृथ्वी	211

1 CHAPTER पदार्थों का यांत्रिक गुण

पदार्थ :

- जिस वस्तु का भार हो और जो स्थान घेरती हो, उसे पदार्थ कहते हैं, जैसे जल, लोहा, लकड़ी, वायु, दूध आदि।
- पदार्थ मुख्यतः तीन अवस्थाओं में पाया जाता है: ठोस, द्रव और गैस।
- ऐसा द्रव्य जिसका आकार और आयतन निश्चित होता है, उसे **ठोस** कहते हैं, और इसका यांत्रिक गुण **प्रत्यास्थता** है।
- द्रवों में, अणु एक माध्यम से दूसरे माध्यम में जाने के लिए स्वतन्त्रतापूर्वक कम्पन करते हैं। उदारहण जल, दूध, तेल, आदि।
- पानी का घनत्व **4°C (277 K)** पर अधिकतम होता है।
- गैसों में, अणुओं की गति ठोसों तथा द्रवों की अपेक्षा अधिक होती है। उदारहण हाइड्रोजन, सल्फर डाईऑक्साइड, ऑक्सीजन, नाइट्रोजन आदि।
- द्रव और गैसें प्रवाहित होती हैं। अतः 'तरल' कहलाते हैं। मूल रूप में इस गुण के आधार पर द्रवों एवं गैसों का ठोसों से विभेद करते हैं। ठोसों के विपरीत तरलों की अपनी निश्चित आकृति नहीं होती।
- **प्लाज्मा** पदार्थ की वह अवस्था है जिसमें परमाणुओं के **इलेक्ट्रॉन नाभिकों से अलग** हो जाते हैं ,अनेक **इलेक्ट्रॉन और आयन स्वतंत्र रूप से घूमते** रहते हैं, इसलिए प्लाज्मा को **आयनीकृत गैस** भी कहा जाता है।

प्रत्यास्थता:

- किसी पिण्ड का वह गुण, जिससे वह प्रत्यारोपित बल को हटाने पर अपनी प्रारंभिक आकृति एवं आकार को पुनः प्राप्त कर लेता है, प्रत्यास्थता कहलाता है तथा उत्पन्न विरूपण प्रत्यास्थ विरूपण कहलाता है।
- **उदाहरण:** स्प्रिंग, रबर बैंड।

महत्वपूर्ण परिभाषा

1. **सुघट्यता** : किसी वस्तु की वह विशेषता जिसके कारण वह बल हटाने के बाद भी अपने मूल आकार को पुनः प्राप्त नहीं कर पाती) सुघट्यता कहलाती है।
2. **उर्ध्वपातन**: यह एक ठोस का सीधे वाष्प में परिवर्तन है। उर्ध्वपातन तब होता है जब क्वथनांक, गलनांक से कम होता है।
   उदाहरण – पुट्टी, मिट्टी, मोम आदि
3. **आविलता:** एक तरल की सापेक्ष स्पष्टता का माप है।
4. **संलयन:** वह प्रक्रिया है जो ठोसीकरण के विपरीत है।
5. **विसरण:** एक प्रक्रिया है जो तब होती है जब अणु अपनी गतिज ऊर्जा और यादृच्छिक निरंतर गति के कारण आपस में मिल जाते हैं।
6. **टर्बिडिटी (गादलता):** निलंबित कणों की उपस्थिति के कारण पानी अपनी पारदर्शिता खोने की डिग्री का माप है।
7. **विरूपक बल** : वह बल जो वस्तु के विन्यास (आकार-संरचना) में परिवर्तन उत्पन्न करता है, विकृति बल कहलाता है।
8. **प्रत्यानन बल**: जब किसी वस्तु पर विकृति बल लगाया जाता है, तो उसमें एक पुनर्स्थापन बल उत्पन्न होता है। यह बल परिमाण में समान लेकिन दिशा में विपरीत होता है।
9. **प्रत्यास्थ सीमा** : वह अधिकतम तनाव जिसके भीतर कोई वस्तु बल हटाने के बाद अपने मूल रूप में लौट आती है, उसे प्रत्यास्थ सीमा कहते हैं।
10. **पूर्ण प्रत्यास्थ वस्तु :** जो वस्तुएँ विरूपक बल हटा लेने पर अपनी पूर्व अवस्था को पूर्णतः प्राप्त कर लेती हैं, पूर्ण प्रत्यास्थ वस्तुएँ कहलाती हैं। कोई भी वस्तु पूर्णतः प्रत्यास्थ नहीं होती, परन्तु क्वार्ट्ज (quartz) तथा फॉस्फर ब्रांज (phosphor bronze) को लगभग पूर्ण प्रत्यास्थ मानते हैं।
11. **पूर्ण सुघट्य वस्तु :** जो वस्तुएँ विरूपक बल को हटा लेने पर अपनी पूर्व अवस्था में नहीं लौटती वरन् सदैव के लिए विरूपित हो जाती हैं, पूर्ण सुघट्य वस्तुएँ कहलाती हैं। उदाहरण गीली मिट्टी, मोम का टुकड़ा, आदि।

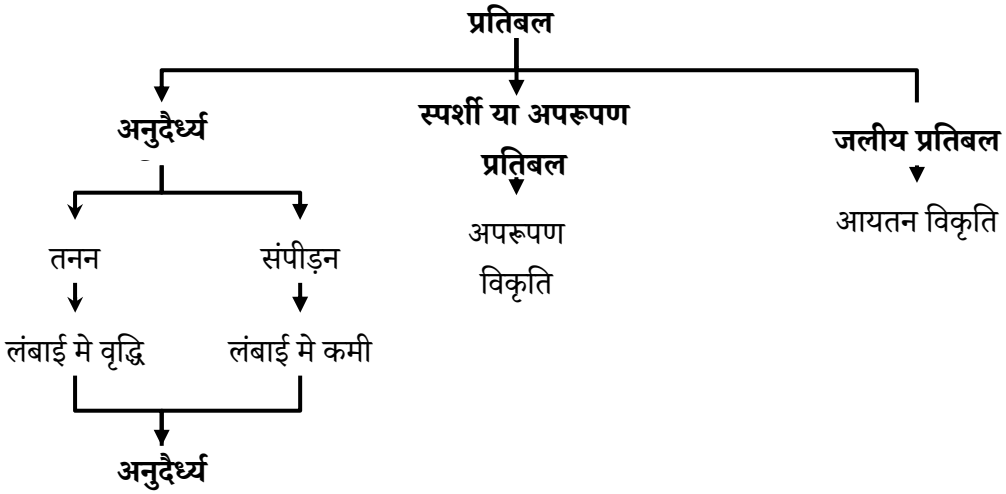
प्रतिबल:

- एकांक क्षेत्रफल पर लगने वाले प्रत्यानयन बल को प्रतिबल कहते हैं।

$$\text{प्रतिबल} = \frac{\text{आंतरिक प्रतिक्रिया बल}}{\text{क्षेत्रफल}}$$

$$\text{प्रतिबल} = \frac{F}{A}$$

- प्रतिबल की SI इकाई N/m^2 तथा इसका विमीय सूत्र $-2\ [ML^{-1}T^{-2}]$ होता है।
- इसकी SI इकाई पास्कल होती है, और **1 Pascal** = **$1\ N/m^2$** होता है।



विकृति:

- जब किसी वस्तु पर विरूपक बल आरोपित होता है, तो उसके आकार अथवा रूप अथवा दोनों में परिवर्तन हो जाता है, तब यह कहा जाता है कि वस्तु विकृत हो गई।

$$\textbf{विकृति} = \frac{\textbf{विमा मे परिवर्तन}}{\textbf{प्रारम्भिक विमा}}$$

- **विकृति के प्रकार**
  1. **अनुदैर्ध्य विकृति:** यदि विकृति बल के कारण वस्तु की लंबाई में परिवर्तन हो।
  2. **आयतन विकृति**: यदि वस्तु का आकार न बदलते हुए केवल आयतन में परिवर्तन हो।
  3. **शीयरिंग या अपरूपण विकृति:** यदि विकृति बल के कारण वस्तु के आयतन में परिवर्तन नहीं होकर केवल आकार में परिवर्तन हो।

हुक का नियम:

- **प्रत्यास्थता** की सीमा के अंतर्गत किसी पदार्थ पर कार्य करने वाला प्रतिबल उसमें उत्पन्न विकृति के समानुपाती होता है।

  प्रतिबल α विकृति

  प्रतिबल = $k \times$ विकृति $k = \frac{\text{प्रतिबल}}{\text{विकृति}}$

  जहां k एक नियतांक हैं जिसे प्रत्यास्थता गुणांक कहते हैं।
- **अनुप्रयोग: स्प्रिंग बैलेंस की संकल्पना**: स्प्रिंग बैलेंस हुक के नियम पर आधारित बल या वजन को मापने के लिए प्रयोग होता है। स्प्रिंग की लंबाई में विस्तार लगाए गए बल के समानुपाती होता है।

प्रत्यास्थता गुणांक:

- प्रत्यास्थता की सीमा में किसी वस्तु में कार्यरत प्रतिबल तथा उसके संगत उत्पन्न विकृति का अनुपात उस वस्तु के पदार्थ का प्रत्यास्थता गुणांक कहलाता है।
- **प्रत्यास्थता गुणांक तीन प्रकार के होते हैं:**

कार	परिभाषा	सूत्र	प्रतीक और इकाई
यंग प्रत्यास्थता गुणांक	अनुदैर्ध्य प्रतिबल और अनुदैर्ध्य विकृति का अनुपात	$E = F \cdot L / A \cdot \Delta L$	प्रतीक: **E** या **Y**, इकाई: **Pascal (N/m^2)**, क्रम: स्टील > रबर
आयतनात्मक प्रत्यास्थता गुणांक	अभिलम्ब प्रतिबल और आयतन विकृति का अनुपात	$K = -\Delta P \cdot V / \Delta V$	प्रतीक: **K** या **B**, इकाई: **Pascal (N/m^2)**
दृढ़ता गुणांक	अपरूपण प्रतिबल और अपरूपण विकृति का अनुपात	$G = (F/A)/\theta$	प्रतीक: **η**, इकाई: **Pascal (N/m^2)**

प्रत्यास्थता के गुणों के आधार पर पदार्थों के गुण:

1. **तन्य पदार्थ:** इन पदार्थों की प्लास्टिक परास अधिक होती है। ये आसानी से किसी भी आकार में परिवर्तित किए जा सकते हैं तथा इनके पतले तार भी खीचें जा सकते हैं। उदाहरण सीसा, ताँबा, चाँदी, ऐल्युमीनियम आदि।
   - ✓ स्प्रिंग तथा शीटों में तन्य पदार्थ प्रयोग किए जाते हैं।
2. **भंगुर पदार्थ:** इन पदार्थों की प्लास्टिक परास कम होती है तथा ये प्रत्यास्थता की सीमा को पार करते ही टूट जाते हैं। जैसे काँच, उच्च कार्बन स्टील आदि।
3. **प्रत्यास्थ बहुलक पदार्थ:** इन पदार्थों के लिए प्रत्यास्थता की सीमा में प्रतिबल-विकृति वक्र सरल रेखा नहीं होता। आरोपित प्रतिबल की तुलना में विकृति अधिक होती है। इन पदार्थों की प्लास्टिक परास शून्य होती है तथा भंजन बिन्दु **(breaking point)** प्रत्यास्थता सीमा के समीप होता है जैसे रबर, इनकी कोई प्लास्टिक परास नहीं होती है।

द्रव्यों (गैस एवं द्रव्य) का यांत्रिक गुण

प्रणोद:

- किसी सतह के सम्पूर्ण क्षेत्रफल पर लगने वाले कुल लम्बवत् बल को प्रणोद कहते हैं।
- प्रणोद का प्रभाव उस क्षेत्रफल पर निर्भर करता है, जिस पर यह लगा होता है।
- इसका **SI** मात्रक न्यूटन है और यह एक सदिश राशि है।
- **प्रणोद के उदाहरण:** रॉकेट प्रणोदन, जेट इंजन, तैराकी, चलना या दौड़ना

दाब:

- किसी सतह के एकांक क्षेत्रफल पर लगने वाले लंबवत बल या प्रणोद को दाब कहते हैं ।

$$\text{दाब} = \frac{\text{बल}}{\text{क्षेत्रफल}} = \frac{\text{प्रणोद}}{\text{क्षेत्रफल}}$$

- दाब का **SI** मात्रक न्यूटन/मी^{2} या पास्कल **(Pa)** है। यह सभी दिशाओं में समान रूप से कार्य करता है और वायुमंडलीय दाब लगभग $\mathbf{10^5\ N/m^2}$ होता है।

इकाई (प्रतीक)	समतुल्य
पास्कल	N/m^2
वायुमंडलीय दाब	1.013×10^5 Pa
बार (bar)	10^5 Pa
टोर	1/760 atm = 133.322 Pa
mmHg	133.3Pa

- **उदाहरण:** चाकू से काटना, हाइड्रोलिक्स ब्रेक

घनत्व:

- किसी पदार्थ के द्रव्यमान और आयतन के अनुपात को उस पदार्थ का घनत्व कहते हैं ।

$$\text{द्रव का घनत्व } (\rho) = \frac{\text{पदार्थ का द्रव्यमान}}{\text{पदार्थ का आयतन}}$$

- **SI इकाई = किलोग्राम प्रति घन मीटर = $\mathbf{Kg/m^3}$**
- किसी पदार्थ का प्रति एकाई आयतन द्रव्यमान, जो अदिश राशि है और स्थिर रहता है।
- 4°C (277K) पर जल का घनत्व अधिकतम होता है तथा 4°C पर जल का घनत्व$1.0 \times 10^2\ Kg/m^3$ तथा बर्फ का घनत्व 0.9 ग्राम/सेमी ^{3} होता है। पदार्थ का घनत्व सभी स्थितियों में व्यापक रूप से हमेशा समान रहता है। विभिन्न पदार्थों का हल्कापन तथा भारीपन पदार्थों के घनत्व के कम या अधिक होने को दर्शाता है।

आपेक्षिक घनत्व:

- आपेक्षिक घनत्व (RD) किसी पदार्थ के घनत्व का जल (4°C पर) के घनत्व से अनुपात होता है।

$$\text{आपेक्षिक घनत्व} = \frac{\text{पदार्थ का घनत्व}}{\text{जल का घनत्व (4°C)}}$$

द्रव मे दाब:

- द्रव के अणु अनियमित गति करते हैं और बर्तन की सतह पर एकांक क्षेत्रफल में बल लगाते हैं, जिसे द्रव का दाब कहते हैं।
- किसी बिंदु पर द्रव का दाब गहराई, घनत्व और गुरुत्वीय त्वरण के गुणनफल के बराबर होता है: $p = h\rho g$।
- यह दाब पात्र या आकृति पर निर्भर नहीं करता।
- यदि द्रव के स्वतन्त्र तल पर लगने वाले बल में वायुमण्डलीय दाब को भी सम्मिलित कर लिया जाए तो, द्रव का कुल दाब = वायुमण्डलीय दाब + pgh, होगा।
- द्रव की खुली सतह से नीचे का दाब, यदि वायुमण्डलीय दाब अर्थात् pgh से अधिक होता है तब दाब की इस अतिरिक्त राशि प्रक्रिया को गेज दाब **(gauge pressure)** कहते हैं।
- **उदाहरण: तैरने के तालाब में जल दाब**, वाहनों में हाइड्रोलिक्स ब्रेक, प्रेशर कुकर, मनुष्यों में रक्त परिसंरचण

द्रव - दाब के नियम:

- द्रव के किसी बिंदु पर दाब सभी दिशाओं में समान और सतह के लम्बवत होता है, तथा यह द्रव की सतह के आकार या क्षेत्रफल पर निर्भर नहीं करता। द्रव-दाब गहराई और घनत्व के अनुक्रमानुपाती होता है।

गलनांक तथा क्वथनांक पर दाब का प्रभाव:

- गर्म करने पर जिन पदार्थों का आयतन बढ़ता है, दाब बढ़ने पर उनका गलनांक भी बढ़ता है। उदाहरण-मोम, घी इत्यादि
- गर्म करने पर जिनका आयतन घटता है, दाब बढ़ने पर उनका गलनांक भी कम हो जाता है। उदाहरण-बर्फ।
- सभी द्रवों का क्वथनांक दाब बढ़ने पर बढ़ जाता है।

पास्कल का नियम:

- इस नियम के अनुसार, यदि गुरुत्व नगण्य हो, तो पात्र में रखे द्रव के किसी एक बिन्दु पर दाब बढ़ाने पर, दाब द्रव के सभी बिन्दुओं व पात्र की दीवारों पर समान रूप से संचरित होता है। यदि गुरुत्व नगण्य न हो, तो समान दाब गहराई पर स्थित सभी बिन्दुओं पर द्रव का दाब समान नहीं होता है। या बंद अपसंकुचनशील द्रव में डाला गया दाब का परिवर्तन सभी दिशाओं में समान रूप से संचारित होता है।
- **पास्कल नियम के अनुप्रयोग:** हाइड्रोलिक्स ब्रेक्स, हाइड्रोलिक लिफ्ट, हाइड्रोलिक प्रेस, सिरिन्ज

वायुमंडलीय दाब:

- किसी बिंदु पर वायमुंडलीय दाब उस बिंदु के एकांक अनुप्रस्थ काट वाले क्षेत्रफल पर उस बिंदु से वायुमंडल के शीर्ष तक का वायु स्तंभ के भार के बराबर होता है। समुद्र तल पर यह 1.0×10^5 पास्कल (Pa) है। इसे वायुमंडलीय दाब भी कहते हैं।
- **वायुमंडलीय दाब को प्रभावित करने वाले कारक** :
  - ✓ **ऊँचाई के साथ घटता है** – ऊँचाई बढ़ने पर वायुमंडलीय दाब घटता है।
  - ✓ **उबालने के बिंदु को प्रभावित करता है** – ऊँचाई पर पानी कम तापमान पर उबलता है। (जब किसी स्थान का तापमान बढ़ता है, वायुमंडलीय दाब घटता है।)

बैरोमीटर:

- **वायुमंडलीय** दाब मापने का यंत्र बैरोमीटर (फॉर्टिन का बैरोमीटर) होता है।
  - ✓ **मरकरी बैरोमीटर** : यह सबसे सामान्य रूप से प्रयुक्त बैरोमीटर है। इसका आविष्कार टॉरिसेली ने 1643 में किया।
  - ✓ **एनरॉयड बैरोमीटर** : यह वायुमंडलीय दाब मापने का एक यंत्र है जो द्रव का उपयोग नहीं करता, इसका आविष्कार लूशियन वीदी ने 1844 में किया।
  - ✓ **बैरोग्राफ** : यह एक बैरोमीटर है जो समय के साथ वायुमंडलीय दाब के परिवर्तन को रिकॉर्ड करता है।
  - ✓ 1 वायुमंडलीय दाब पारे के 76 सेमी लंबे कॉलम के भार के बराबर होता है।

उत्प्लावकता:

- किसी वस्तु के तैरने की प्रवृत्ति उत्प्लावकता कहलाती है। गैसें भी उत्प्लावकता का गुण दर्शाती हैं।
- जब किसी वस्तु को द्रव में पूर्णतः या आंशिक रूप से डुबोया जाता है, तो द्रव द्वारा वस्तु पर एक बल ऊपर की ओर लगाया जाता है। यह बल उत्प्लावन बल या उत्क्षेप बल कहलाता है।
- यह बल वस्तुओं द्वारा हटाए गए द्रव के गुरुत्व केन्द्र पर कार्य करता है, जिसे **उत्प्लावकता केन्द्र** कहते हैं।

आर्कमिडीज का सिद्धांत:

- इस सिद्धांत के अनुसार, " यदि किस पिंड को द्रव मे आंशिक या पूर्ण रूप से डुबोया जाता हैं, तो उसके भार मे कमी आती हैं । भार मे यह आभासी कमी वस्तु द्वारा हटाए गए द्रव के भार के बराबर होती हैं । "यह सिद्धांत द्रव और गैस दोनों के लिए मान्य हैं।
- वस्तु पर लगा उत्प्लावन बल = वस्तु द्वारा हटाए गए द्रव का भार

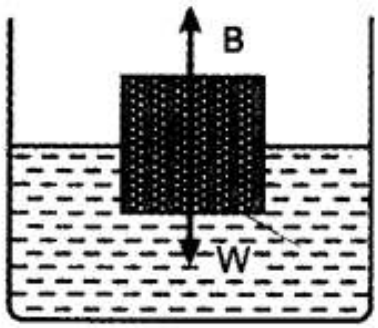
आर्कमिडीज सिद्धांत पर आधारित उपकरण :

1. **लैक्टोमीटर -** जिसके द्वारा दूध की शुद्धता की जाँच की जाती है
2. **हाइड्रोमीटर -** जिसके द्वारा द्रव का घनत्व ज्ञात किया जाता है ।

उदाहरण:

- जहाज़ इसलिए तैरता है क्योंकि उसका आकार इतना जल विस्थापित करता है कि उसका वजन संतुलित हो जाए।
- पनडुब्बियाँ अपवहन को नियंत्रित करने के लिए बैलस्ट टैंकों का उपयोग करती हैं।

प्लवन:



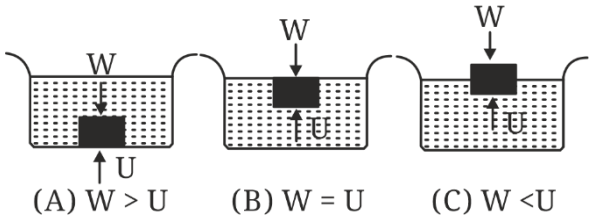
- जब कोई वस्तु द्रव में डुबोई जाती है, तो उस पर नीचे की ओर उसका भार और ऊपर की ओर द्रव का उत्प्लावन बल कार्य करता है।

प्लवन का नियम या तैरने का नियम:

- किसी द्रव में तैरती वस्तु का भार, उस द्वारा विस्थापित किए गए द्रव के भार के बराबर होता है। तैरती वस्तु का गुरुत्व केंद्र और उत्प्लावन केंद्र एक ही ऊर्ध्वाधर रेखा में होते हैं ।

$$W = mg = \rho_f gV$$

जहाँ : **m** = वस्तु का द्रव्यमान (किग्रा), **g** = गुरुत्वजनित त्वरण, **ρf** = द्रव का घनत्व, **V** = विस्थापित द्रव का आयतन



स्थिति	संबंध	निष्कर्ष	उदाहरण
W > U	वस्तु का भार उत्प्लावन बल से अधिक है	वस्तु जल में डूब जाएगी	लोहे की गेंद
W = U	वस्तु का भार उत्प्लावन बल के बराबर है	वस्तु जल की सतह के नीचे तैरती रहेगी	मछली या पनडुब्बी
W < U	वस्तु का भार उत्प्लावन बल से कम है	वस्तु जल में तैरने लगेगी	लकड़ी का टुकड़ा, बर्फ का टुकड़ा
जहां : W = वस्तु का भार, **U** = उत्प्लावन बल			

पृष्ठ तनाव:

- किसी द्रव का पृष्ठ तनाव प्रति एकांक लंबाई पर आरोपित बल (अथवा प्रति एकांक क्षेत्रफल की पृष्ठीय ऊर्जा होता है), जो द्रव तथा सीमांत पृष्ठ के बीच अंतरापृष्ठ के तल में कार्य करता है।

$$\text{पृष्ठ तनाव} = \frac{\text{बल}}{\text{लंबाई}} = \frac{\text{कार्य}}{\text{क्षेत्रफल में परिवर्तन}}$$

- **SI** मात्रक न्यूटन/मी या जूल/मी² है और यह एक अदिश राशि है।
- किसी द्रव के पृष्ठ-तनाव का मान द्रव के ताप पर तथा द्रव के पृष्ठ के दूसरी ओर के माध्यम पर निर्भर करता है। द्रव का ताप बढ़ने पर पृष्ठ-तनाव घटता है तथा क्रान्तिक ताप पर पृष्ठ-तनाव शून्य होता है। पृष्ठ-तनाव के कारण ही द्रव की छोटी बूँद गोलीय आकार में गिरती है।
- पृष्ठ तनाव का कारण अणुओं के मध्य कार्य करने वाला संसजक बल हैं ।
- तरल का तापमान बढ़ाने वाले पृष्ठ तनाव का मान घटने लगता हैं।
- तरल मे अशुद्धियों मिलाने पर पृष्ठ तनाव का मान कम होने लगता हैं।
- पानी के अणुओं के बीच मजबूत हाइड्रोजन बंधन के कारण दिए गए विकल्पों में से पानी (H 2O) का सतह तनाव सबसे अधिक है।
- कमरे के तापमान पर, पानी की सतह का तनाव वास्तव में एथिल अल्कोहल की तुलना में अधिक होता है। उदाहरण के लिए, 20 °C पर पानी का सतह तनाव 72.8 dynes/cm है, जबकि एथिल अल्कोहल का सतह तनाव 22.3 डायन/सेमी है।

आधुनिक सतही तनाव अनुशासन: एग्नेस पॉकेल्स ने सतही तनाव के अध्ययन में **मौलिक योगदान** दिया। उन्होंने तरल सतहों और इंटरफेस के गुणों का प्रयोगात्मक अध्ययन किया और सतही परतों के व्यवहार को समझाया। उनके कार्य से सतह रसायन शास्त्र और इंटरफेस विज्ञान की नींव पड़ी, जिसे बाद में लैंगमुइर जैसे वैज्ञानिकों ने आगे विकसित किया।

पृष्ठ-तनाव के उदाहरण:

- साबुन की झिल्ली में धागे का वृत्त बनना ।
- पारे की बूँदों का गोलाकार होना ।
- डिटोल जैसी दवाइयाँ घाव में आसानी से प्रवेश करती हैं ।
- मच्छरों को मारने के लिए मिट्टी का तेल छिड़कना

अंतरा अणुक बल:

- प्रत्येक पदार्थ छोटे-छोटे कणों से मिलकर बना होता है, जिन्हें 'अणु' कहते हैं। इन अणुओं के बीच कार्य करने वाले बल को अंतराणविक बल' कहा जाता है।
- अध्रुवीय अणुओं में अणु में इलेक्ट्रॉनों का एक समान वितरण होता है, जिसके परिणामस्वरूप आंशिक धनात्मक या ऋणात्मक आवेश के कोई क्षेत्र नहीं होते हैं।
- **ये दो प्रकार के होते हैं -**
  1. **ससंजक बल:** एक ही पदार्थ के अणुओं के बीच कार्य करने वाला आकर्षण बल 'ससंजक बल' कहलाता है।
     - **दैनिक जीवन में ससंजक बल:** ससंजक बलों के कारण ही किसी द्रव की बूँदें संपर्क में आते ही मिल जाती हैं और एक बड़ी बूंद बना लेती हैं।
  2. **आसंजक बल:** 'भिन्न-भिन्न पदार्थ के अणुओं के बीच कार्य करने वाला आकर्षण बल आसंजक बल कहलाता है।'
     - **दैनिक जीवन में आसंजक बल:** किसी वस्तु बर्तन आदि का जल से भीग जाना आसंजक बल का उदाहरण है। ब्लैकबोर्ड व चॉक के कणों के बीच आसंजक बल के कारण ही लिखना संभव हो पाता है।

पृष्ठ ऊर्जा:

- द्रव के मुक्त पृष्ठ पर अणुओं को अंतराण्विक आकर्षण के विरुद्ध कार्य करना पड़ता है, जो अणुओं में स्थितिज ऊर्जा के रूप में संग्रहीत होती है।
- पृष्ठ-ऊर्जा वह ऊर्जा की मात्रा है जो द्रव के एकांक क्षेत्रफल में उपस्थित अणुओं में अतिरिक्त स्थितिज ऊर्जा के रूप में संचित रहती है।
- इसका **SI** मात्रक जूल/मी^{2} और विमा **[M T^{-2}]** है। यह सीधे पृष्ठ-तनाव के सिद्धांत से जुड़ी होती है।

स्पर्श कोण:

- जब कोई द्रव किसी ठोस पृष्ठ को स्पर्श करता है, तो संपर्क बिंदु पर उसका मुक्त पृष्ठ वक्रीय हो जाता है। ठोस और द्रव की स्पर्श रेखा के बीच बनने वाला कोण **स्पर्श कोण (θ)** कहलाता है।
- **उदाहरण**: जल + काँच → अवतल, पारा + काँच → उत्तल।

स्पर्श कोण से संबंधित महत्त्वपूर्ण बिंदु	
स्थिति	**विशेषताएँ**
θ = 90°	द्रव पात्र को भिगोता है केशिक नली (**Capillary**) में द्रव न ऊपर चढ़ता है, न नीचे उतरता है केशिक नली में तल क्षैतिज होता है
θ < 90° (न्यून कोण)	द्रव पात्र को भिगोता है द्रव केशिक नली में ऊपर चढ़ता है तल अवतल होता है
θ > 90° (अधिक कोण)	द्रव पात्र को नहीं भिगोता द्रव केशिक नली में नीचे उतरता है तल उत्तल होता है

केशिकत्व:

- केशनली अत्यंत पतली शीशे की नली होती है।
- जब किसी द्रव की पतली नली (केशनली) में वह सामान्य तल से ऊपर चढ़ता है या नीचे उतरता है, तो इस घटना को केशिकात्व कहते हैं।

$$h = \frac{2T\cos\theta}{r \cdot d \cdot g}$$

जहाँ: **h**= द्रव स्तम्भ की ऊँचाई / गहराई, **T**= पृष्ठ-तनाव, **θ**= स्पर्श कोण, **r**= केशनली की त्रिज्या, **d**= द्रव का घनत्व, **g**= गुरुत्वजनित त्वरण

द्रव की ऊँचाई (h) को प्रभावित करने वाले कारक:

1. यदि किसी द्रव का पृष्ठ-तनाव अधिक होता है, तो वह केशनली में अधिक ऊँचाई तक चढ़ता है।
2. यदि किसी द्रव का स्पर्श कोण कम होता है, तो वह केशनली में अधिक ऊँचाई तक चढ़ता है।
3. यदि केशनली की त्रिज्या कम होती है (अर्थात् नली अधिक बारीक होती है), तो द्रव की ऊँचाई अधिक होती है।

4. यदि द्रव का घनत्व कम होता है, तो वह केशनली में ऊपर तक अधिक चढ़ता है।
5. जिन द्रवों के लिए स्पर्श कोण **90°** से कम (न्यूनकोण) होता है, वे केशनली में ऊपर चढ़ते हैं। जिन द्रवों के लिए स्पर्श कोण **90°** से अधिक (अधिक कोण) होता है, वे केशनली में नीचे की ओर उतरते हैं।

दैनिक जीवन में केशिकत्व के अनुप्रयोग:

- **पौधों में जल का चढ़ना**: जल पौधों की जड़ों से तनों की **केशनलियों** के द्वारा टहनियों और पत्तियों तक पहुँचता है।
- **लालटेन/मोमबत्ती**: मिट्टी का तेल या पिघला मोम बाती की **केशनलियों** में चढ़कर जलता है।
- **कलम की निब में स्याही का चढ़ना**: निब की फटी हुई जगह में बनी केशनली में स्याही ऊपर चढ़ जाती है।

बरनौली प्रमेय:

" जब कोई आदर्श द्रव किसी नली में धारा रेखीय प्रवाह में बहता है तो उसके मार्ग के प्रत्येक बिंदु पर उसके एकांक आयतन की कुल ऊर्जा (दाब ऊर्जा, गतिज ऊर्जा एवं स्थितिज ऊर्जा) का योग नियत होता है।"

$$p + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho g h = \text{नियतांक}$$

बरनौली प्रमेय के अनुप्रयोग:

- **वायुयान के पंख:** पंखों के ऊपर वायु तेज बहने से दाब घटता और नीचे दाब बढ़ता है, जिससे ऊपर उठने वाला बल (lift) उत्पन्न होता है।
- **तेज हवा में छत उड़ना:** छत के ऊपर वायु की गति अधिक होने से दाब घटता और नीचे का दाब छत को ऊपर उड़ा देता है।
- **हृदयाघात:** संकुचित धमनी में रक्त की गति बढ़ने से दाब घटता है, धमनी सिकुड़ती है और रक्त प्रवाह रुक सकता है, जिससे हृदयाघात हो सकता है।

टॉरिसेली की प्रमेय

- यदि द्रव से भरे किसी पात्र में द्रव के स्वतन्त्र तल से कुछ गहराई पर एक छिद्र कर दिया जाए, तब उस छिद्र से बाहर निकलने वाले द्रव का वेग, बहिःस्राव वेग कहलाता है।
- द्रव का बहिःस्राव वेग द्रव की प्रकृति, द्रव की मात्रा एवं छिद्र के क्षेत्रफल पर निर्भर नहीं करता है। यह द्रव की मुक्त सतह से गहराई (h) के वर्गमूल के अनुक्रमानुपाती होता है।
- अतः बारीक छिद्र से निकलने वाले द्रव का वेग, v= $\sqrt{2gh}$

श्यानता:

- किसी द्रव की अपनी प्रवाह के प्रतिरोध की क्षमता को उस द्रव की सान्द्रता कहते हैं। एक परत के ऊपर दूसरी परत फिसलने पर उत्पन्न घर्षणीय बल **सान्द्र बल** कहलाता है और इसकी गुणता **सान्द्रता** है।
- **SI** इकाई **Pa·s (N·s/m²)** होती है ।
- यह एक प्रकार का घर्षण है जो गतिज ऊर्जा को ऊष्मा ऊर्जा में बदलता है।
- **सान्द्रता के अनुप्रयोग:** इंजन स्नेहन, रक्त प्रवाह, खाद्य उद्योग (सॉस, सिरप, डेयरी), स्याही और पेंट में।
- **प्रभावक कारक:** द्रवों में ताप बढ़ने से सान्द्रता घटती है, गैसों में बढ़ती है; दाब और अणु संरचना भी सान्द्रता को प्रभावित करती हैं।

सीमान्त वेग:

- जब कोई पिंड तरल में गिरता है, तो उसके निकट तरल की परतों में आपेक्षिक गति उत्पन्न होती है, जिससे पिंड की गति का विरोध करने वाला श्यान बल उत्पन्न होता है।
- यह बल पिंड के आकार, आकृति और वेग पर निर्भर करता है। जैसे-जैसे वेग बढ़ता है, श्यान बल बढ़ता है और पिंड एक स्थिर वेग से गति करता है, जिसे सीमान्त वेग कहते हैं:

$$v = \frac{2r^2(d-\sigma)g}{9\eta}$$

जहाँ **r** = त्रिज्या, **d** = पिंड का घनत्व, **σ** = द्रव का घनत्व।

- यदि **d** > **σ**, पिंड नीचे गिरता है; यदि **d** < **σ**, पिंड ऊपर की ओर उठता है।

स्टोक्स का नियम:

- इस नियमानुसार, माध्यम द्वारा पिण्ड पर लगने वाले श्यान बल का मान पिण्ड की आकृति, आकार व चाल तथा माध्यम की श्यानता पर निर्भर करता है।

श्यान बल $F = 6\pi\eta r v$

जहाँ, v = वस्तु का वेग, r = वस्तु की त्रिज्या तथा η = द्रव का श्यानता गुणांक।

स्टोक्स **नियम के अनुप्रयोग:** वर्षा की बूंदें, कणों का अवसादन, तेल निष्कर्षण

2 CHAPTER गति

विराम स्थिति:

- यदि कोई वस्तु समय के साथ-साथ अपने चारों ओर की वस्तुओं (परिवेश) की तुलना में अपनी स्थिति में **कोई परिवर्तन नहीं करती**, तो वह **विराम अवस्था** में कही जाती है।
- **उदाहरण:** एक मेज़ पर रखी पुस्तक, मेज़ के सापेक्ष स्थिर मानी जाएगी।

गति:

- जब कोई वस्तु समय के सापेक्ष **लगातार अपनी स्थिति मे परिवर्तन करती रहती है**, तो उसे **गति में** कहा जाता है।
- **उदाहरण:** आकाश में उड़ता हुआ पक्षी।

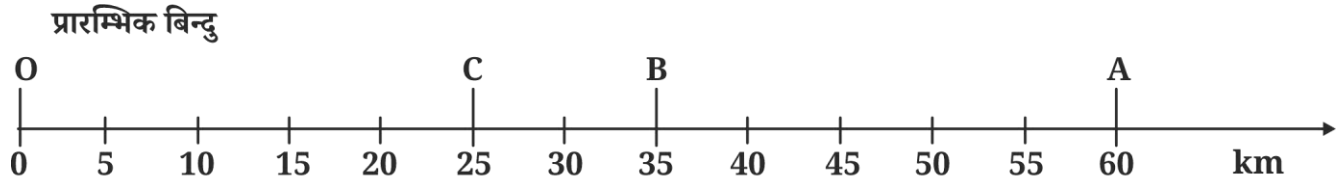
पिंड की गति के प्रकार

1. **सरल रेखीय गति** : जब पिंड सरल रेखा के अनुदिश गति करती हैं तो उसे सरल रेखीय गति कहते हैं ।
   उदाहरण: एक कार का सीधे सड़क पर चलना , आकाश में उड़ता हुआ हवाई जहाज
2. **वक्र रेखीय गति:** जब कोई पिंड किसी घुमावदार मार्ग मे चलती हैं तो उसे वक्र रेखीय गति हैं ।
   उदाहरण: रोलर कोस्टर की ट्रैक पर गति।
3. **घूर्णन गति:** जब कोई पिंड किसी स्थिर बिन्दु या अक्ष के परित: चारों ओर घूमती हैं, तो इस प्रकार की गति को घूर्णन गति कहते हैं ।
   उदाहरण: घूमता हुआ लट्टू, धुरी पर घूमता हुआ पहिया
4. **वृत्तीय गति :** जब कोई पिंड किसी वृत्ताकार पथ पर गति करता हैं । तो इस प्रकार की गति को वृत्ताकार गति कहते हैं।
   उदाहरण : पृथ्वी का सूर्य के चारों ओर परिक्रमण
5. **दोलन गति :** जब कोई पिंड स्थिर बिन्दु के परित: चारों ओर आगे - पीछे गति करती हैं, तो इसे दोलन गति कहा जाता हैं ।
   उदाहरण: झूलता हुआ पेंडुलम, गिटार के तार का कंपन
6. **आवर्त गति :** किसी पिंड की दोलन गति जो बार - बार निश्चित अंतराल मे दोहरायी जाती हैं ।
   उदाहरण: घड़ी की सुई का वृत्ताकार घूमना।

गति को बताने के लिए प्रयुक्त निर्देशांकों की संख्या के आधार पर गति के प्रकार:

1. **एकविमीय गति :** जव वस्तु की स्थिति केवल एक दिशा में बदलती है तो वस्तु की गति **एकविमीय गति** कहलाती है।
2. **द्विविमीय गति :** जब वस्तु की स्थिति दो दिशाओं में बदलती है. तो वस्तु की गति **द्विविमीय गति** कहलाती है।
3. **त्रिविमीय गति :** जब वस्तु की स्थिति तीन दिशाओं में बदलती है, तो वस्तु की गति **त्रिविमीय गति** कहलाती है।

गति से जुड़े सामान्य परिभाषाएँ :



सरल रेखीय पथ पर गतिमान वस्तु की स्थितियाँ

दूरी:

- किसी वस्तु द्वारा एक निश्चित समय अंतराल में चली गई वास्तविक लम्बाई को **दूरी** कहा जाता है।
- **इकाई:** मीटर (m)
- **प्रकृति:** अदिश राशि
- **उपकरण:** दूरी मापने के लिए ***ओडोमीटर*** का प्रयोग किया जाता है।

विस्थापन:

- किसी वस्तु की **प्रारंभिक और अंतिम स्थिति के बीच की सबसे छोटी दूरी** को विस्थापन कहते हैं।
- **इकाई:** मीटर (m)
- **प्रकृति:** सदिश राशि
- विस्थापन, धनात्मक, ऋणात्मक एवं शून्य हो सकता हैं ।

गति या चाल :

- किसी वस्तु द्वारा **एक समय में तय की गई दूरी** को गति या चाल कहा जाता है।

चाल= कुल दूरी / कुल समय

- **इकाई:** मीटर प्रति सेकंड (m/s)
- **प्रकृति:** अदिश राशि
- गति या चाल कभी भी शून्य नहीं हो सकता हैं ।

प्रश्न: यदि एक आदमी 5 किमी/घंटा की गति से एक निश्चित दूरी तय करने में 36 मिनट लेता है, तो उसके द्वारा तय की गई दूरी है:

हल : गति = 5 किमी/घंटा

समय = 36 मिनट = 36/60 = 0.6 घंटा

दूरी = गति × समय = 5 × 0.6 = **3 किमी**

वेग:

- किसी वस्तु द्वारा **किसी दिशा में एकक समय में किया गया विस्थापन** वेग कहलाता है।

वेग = **विस्थापन / समय**

- **इकाई:** मीटर प्रति सेकंड (m/s)
- **प्रकृति:** सदिश राशि
- वेग, धनात्मक, ऋणात्मक एवं शून्य हो सकता हैं ।

प्रकार:

- **समान वेग:** समान समय में समान विस्थापन।
- **असमान वेग:** समान समय में असमान विस्थापन।
- **औसत वेग:** औसत वेग = कुल विस्थापन / कुल समय
- **क्षणिक वेग:** किसी क्षण पर वस्तु द्वारा तय किए गए विस्थापन को तात्क्षणिक वेग कहते हैं ।

त्वरण:

- किसी वस्तु के वेग में समय के साथ होने वाले परिवर्तन की दर को **त्वरण** कहते हैं।

  त्वरण = **वेग में परिवर्तन / समय**
- **इकाई:** मीटर प्रति सेकंड वर्ग (m/s^2)
- **प्रकृति:** सदिश राशि
- मान: शून्य, धनात्मक या ऋणात्मक हो सकता है।
- ऋणात्मक त्वरण को **मंदन (Retardation)** कहते हैं। इसका दिशा वेग के विपरीत होता है।

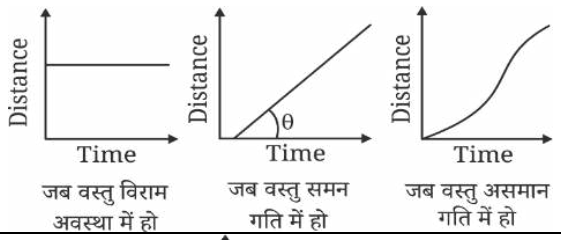
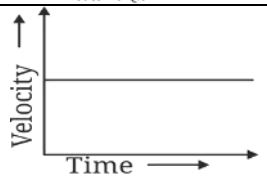
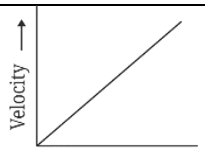
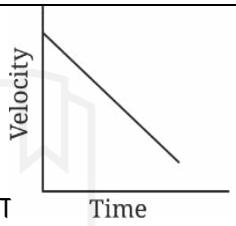
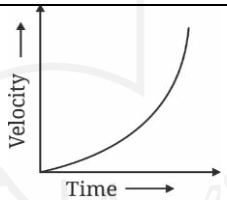
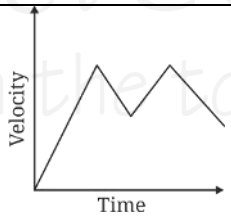
प्रकार:

1. **समान त्वरण:** एकसमान त्वरण वह अवस्था है जिसमें किसी वस्तु के वेग में **समान समयांतरालों में समान परिवर्तन** होता है। अर्थात् वस्तु का त्वरण स्थिर रहता है।
2. **असमान त्वरण:** वेग में परिवर्तन अनियमित हो।

   उदाहरण: भीड़भाड़ वाली सड़क पर चलती कार।
3. **औसत त्वरण:** कुल वेग परिवर्तन / कुल समय
4. **क्षणिक त्वरण:** किसी एक क्षण पर वस्तु के वेग मे परिवर्तन के मान को तात्क्षणिक त्वरण कहते हैं

गति का ग्राफीय निरूपण:

क्रम	गति की स्थिति	ग्राफ का प्रकार	ग्राफीय निरूपण	मुख्य विशेषता
1	वस्तु विश्राम में	विस्थापन–समय ग्राफ	समय-अक्ष के समानांतर सीधी रेखा	विस्थापन स्थिर, वेग = 0
2	समान गति	विस्थापन–समय ग्राफ	x-अक्ष से कोण बनाती सीधी रेखा	ढलान स्थिर ⇒ समान वेग

3	असमान गति / त्वरण	विस्थापन–समय ग्राफ	वक्र रेखा 	ढलान बदलता रहता है
4	समान वेग	वेग–समय ग्राफ	 क्षैतिज सीधी रेखा	वेग नियत
5	धनात्मक समान त्वरण	वेग–समय ग्राफ	 ऊपर की ओर झुकी सीधी रेखा	वेग समान रूप से बढ़ता है
6	ऋणात्मक समान त्वरण	वेग–समय ग्राफ	 नीचे की ओर झुकी सीधी रेखा	वेग समान रूप से घटता है
7	असमान वेग	वेग–समय ग्राफ	 वक्र रेखा	वेग अनियमित
8	असमान त्वरण	वेग–समय ग्राफ	 टेढ़ा-मेढ़ा (Zig-Zag)	त्वरण अनियमित

गति के समीकरण :

- गति के समीकरण वे समीकरण होते हैं जो किसी वस्तु की **विस्थापन, प्रारंभिक वेग, अंतिम वेग, त्वरण,** और **समय** के बीच संबंध को दर्शाते हैं, जब वस्तु **समान त्वरण** से गति कर रही हो।

समान त्वरण वाली गति के लिए गति के तीन मुख्य समीकरण

1. $\mathbf{v = u + at}$
2. $\mathbf{s = ut + \frac{1}{2} at^2}$
3. $\mathbf{2as = v^2 - u^2}$

जहां, u = प्रारंभिक वेग, **v** = अंतिम वेग, **s** = विस्थापन, **t** = समय, **a** = त्वरण

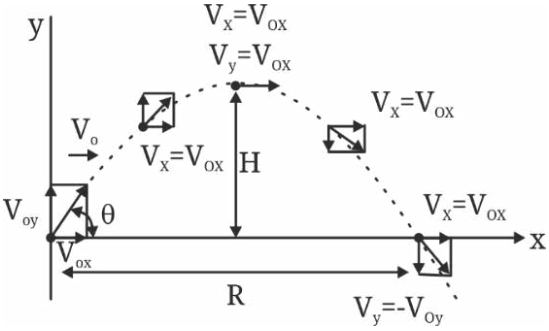
गुरुत्वाकर्षण के प्रभाव में गति के समीकरण :

1. $\mathbf{v = u + gt}$
2. $\mathbf{s = ut + \frac{1}{2} gt^2}$
3. $\mathbf{2gs = v^2 - u^2}$

प्रश्न : एक बस सीधी सड़क पर 10 km/h की चाल से चल रही है और 2 मिनट में अपनी चाल बढ़ाकर 70 km/h कर लेती है। बस का औसत त्वरण क्या होगा?

व्याख्या:
औसत त्वरण = (अंतिम वेग − प्रारंभिक वेग) / समय= (70 − 10) / (2 मिनट) = 60 km/h को 2 मिनट में इकाई बदलने पर औसत त्वरण = **0.5 km/min²**

प्रक्षेप्य गति :



- जब कोई वस्तु गुरुत्वाकर्षण के प्रभाव में किसी कोण पर फेंकी जाती है और वह वायुमंडल में एक वक्र पथ का अनुसरण करती है, तब उसे **प्रक्षेप्य गति** कहते हैं।
- **उदाहरण:** एक पत्थर को कोण पर फेंका जाए तो वह वक्र पथ बनाते हुए दूर गिरता है।

प्रक्षेप गति शब्दावली:

- **प्रक्षेप पथ:** वह पथ जिसे प्रक्षेप्य अनुसरण करता है, उसे प्रक्षेप्य पथ कहते हैं। यह परवलय के रूप में होता हैं ।
- **प्रक्षेपण कोण:** क्षैतिज रेखा के साथ जो प्रारंभिक कोण बनता है, उस पर वस्तु फेंकी जाती है, वही प्रक्षेपण कोण कहलाता है।
- **उड़ान का समय:** प्रक्षेपण के बाद किसी प्रक्षेप्य द्वारा अपनी प्रारंभिक ऊंचाई पर लौटने में लिया गया समय, उसका उड़ान समय (T) कहलाता है।

$T = 2uSin\theta / g$

जहाँ:T = उड़ान का कुल समय, **u** = प्रारंभिक वेग, **θ** = प्रक्षेपण कोण, **g** = गुरुत्व त्वरण ($9.8\ m/s^2$)

- **क्षैतिज सीमा या रेंज:** प्रक्षेपण बिंदु और क्षैतिज तल पर उस बिंदु के बीच की अधिकतम क्षैतिज दूरी, जहां प्रक्षेप्य टकराता है, रेंज कहलाती है।

$R= u^2 \sin2\theta/g$

- **अधिकतम ऊँचाई:** वह अधिकतम ऊँचाई जो प्रक्षेप्य अपनी गति के दौरान प्राप्त करता है।

$H= u^2\sin^2\theta/2g$

प्रश्न: निम्नलिखित में से गति का कौन-सा समीकरण सही है?

I. $v = \frac{u}{2} + at$

II. $s = 2ut + at^2$

(A) केवल I

B) न तो I और न ही II

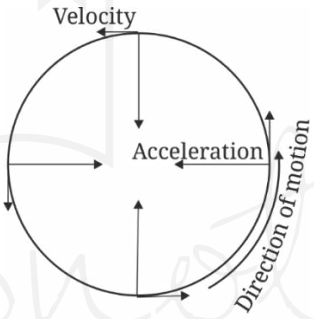
(C) केवल II

(D) I और II दोनों

उत्तर: (B) **न तो I और न ही II**

व्याख्या: गति का प्रथम सही समीकरण $v = u + at$ होता है, न कि $v = \frac{u}{2} + at$, इसलिए कथन I गलत है। इसी प्रकार, विस्थापन का सही समीकरण $s = ut + \frac{1}{2}at^2$ होता है, न कि $s = 2ut + at^2$, इसलिए कथन II भी गलत है।

वृत्तीय गति :



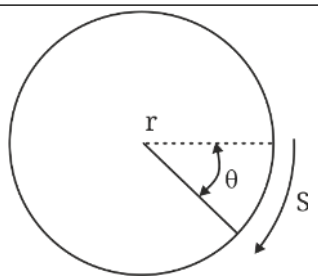
- जब कोई वस्तु किसी **वृत्त की परिधि** पर या **वृत्ताकार पथ** पर गति करती है, तो उसे **वृत्तीय गति** कहा जाता है। वृत्ताकार पथ पर गति करने वाले पिंड का वेग **त्वरित वेग** होता है क्योंकि उसकी दिशा निरंतर बदलती रहती है।

वृतीय गति के प्रकार :

1. **समान परिपथीय गति:** इस प्रकार की गति में वस्तु वृत्तीय पथ पर **समान वेग** से चलती है। इसमे गति स्थिर होती है, फिर भी दिशा लगातार बदलती रहती है, इसलिए वस्तु का **वेग** बदलता रहता है।
2. **असमान वृत्तीय गति:** इस गति में वस्तु वृत्ताकार पथ पर चलती है लेकिन उसकी गति **बदलती रहती है**। इस स्थिति में गति और दिशा दोनों में परिवर्तन होता है, जिससे वेग तथा त्वरण दोनों परिवर्तनशील होते हैं।

उदाहरण :

- ✓ **मोड़ पर घूमती हुई कार** - कार एक घुमावदार पथ पर चलती है और परिपथीय गति करती है।



<u>परिपथीय गति या वृत्तीय से संबंधित प्रमुख शब्दावली</u>

क्रम	भौतिक राशि	परिभाषा	सूत्र	SI इकाई
1	कालावधि (T)	वृत्तीय पथ पर किसी कण को एक पूरा चक्कर लगाने में लगने वाला समय कालावधि कहलाता है	—	सेकंड (s)
2	आवृत्ति (n)	एक सेकंड में वृत्तीय पथ पर किए गए कुल चक्करों की संख्या आवृत्ति कहलाती है	$n = 1/T$	हर्ट्ज़ (Hz)
3	कोणीय विस्थापन (θ)	वृत्त के केंद्र पर स्थित त्रिज्या सदिश द्वारा बनाया गया कोण कोणीय विस्थापन कहलाता है	θ = चाप / त्रिज्या	रेडियन (rad)
4	कोणीय वेग (ω)	समय के साथ कोणीय विस्थापन में होने वाले परिवर्तन की दर को कोणीय वेग कहते हैं	$\omega = \theta / t$	rad/s
5	कोणीय त्वरण (α)	समय के साथ कोणीय वेग में होने वाले परिवर्तन की दर को कोणीय त्वरण कहते हैं	$\alpha = \omega / t$	rad/s^2
6	अभिकेन्द्र त्वरण	वृत्तीय पथ पर गतिशील वस्तु का वह त्वरण जो हमेशा वृत्त के केंद्र की ओर होता है	$a = v^2 / r$	m/s^2

Toppersnotes
Unleash the topper in you

3 CHAPTER बल एवं गति

बल:

- जब किसी पिंड को खींचने (pull) या धकेलने (push) की क्रिया होती हैं तो उसकी स्थिति, आकार या गति मे परिवर्तन हो जाता है, इसे उसे **बल** कहते हैं।
- यह किसी बाहरी प्रभाव का परिणाम होता है, जो किसी वस्तु को स्थिर अवस्था से गति में ला सकता है या गति कर रही वस्तु को रोक सकता है।
- **संरक्षी बल** की विशेषता यह है कि इसके द्वारा किया गया कार्य पथ पर निर्भर नहीं करता, बल्कि केवल प्रारम्भिक और अंतिम स्थिति पर निर्भर करता है।
- बल की परिमाण और दिशा होती है, इसलिए यह सदिश राशि है।
- बल की SI इकाई न्यूटन और CGS इकाई डाइन होती है।
- किसी वस्तु पर बल की गणना न्यूटन के द्वितीय गति नियम से की जाती है।
- बल = द्रव्यमान x त्वरण = ma
  - ✓ 1 न्यूटन = $kg\text{-}m/sec^2$
  - ✓ 1 न्यूटन = 10^5 डाइन

बल के प्रकार:

बल का प्रकार	क्या होता है	सरल उदाहरण
संपर्क बल	जब दो वस्तुओं के बीच प्रत्यक्ष संपर्क के कारण बल उत्पन्न होता है, तो उसे संपर्क बल कहा जाता है।	धक्का देना, खींचना
पेशीय बल	यह वह बल है जो हमारी मांसपेशियों की क्रिया से उत्पन्न होता है।	डिब्बा उठाना, दरवाज़ा धकेलना
घर्षण बल	जब दो सतहें आपस में संपर्क में आती हैं और आपस में गति का विरोध करती हैं, तो उत्पन्न बल को घर्षण बल कहते हैं।	फिसलती किताब का रुकना
असंपर्क बल	जब बिना किसी प्रत्यक्ष संपर्क के दो वस्तुएँ एक-दूसरे पर बल लगाती हैं, तो उस बल को असंपर्क बल कहते हैं।	पृथ्वी का वस्तु को खींचना
गुरुत्वाकर्षण बल	यह वह बल है जो पृथ्वी किसी वस्तु को अपनी ओर खींचने के लिए लगाती है। ➢ यह एक प्रकार का आकर्षण बल हैं ।	सेब का गिरना
विद्युतस्थैतिक बल	यह बल दो आवेशित कणों या वस्तुओं के बीच लगता है।	गुब्बारे का दीवार से चिपकना
चुंबकीय बल	यह बल दो चुंबकों या गतिशील विद्युत आवेशों के बीच कार्य करता है।	चुंबकों का आकर्षण
नाभिकीय बल	यह बल परमाणु के नाभिक में स्थित प्रोटॉनों और न्यूट्रॉनों को आपस में बाँधे रखता है।	प्रोटॉन-न्यूट्रॉन का बंधन
संतुलित बल	जब किसी वस्तु पर दोनों ओर से समान परिमाण के बल लगाए जाते हैं, तो वस्तु की गति में कोई परिवर्तन नहीं होता। इस स्थिति में सभी बलों का कुल प्रभाव (net force) शून्य होता है।	बराबर धक्का दोनों ओर
असंतुलित बल	जब किसी वस्तु पर कार्य कर रहे बल समान या विपरीत नहीं होते और गति में परिवर्तन शुरू होता हैं, तो ऐसे बल को असंतुलित बल कहा जाता है।	गेंद को लात मारना

जड़त्व:

- किसी वस्तु का वह गुण जिसके कारण वह अपनी विराम अवस्था अथवा एकसमान गति की अवस्था में परिवर्तन का विरोध करती है. जड़त्व कहलाता है।

जड़त्व के प्रकार :

1. **विराम का जड़त्व :** वस्तु का वह गुण जिसके कारण वह अपनी विराम अवस्था में होने वाले परिवर्तन का विरोध करती है, विराम का जड़त्व कहलाता है।
2. **गति का जड़त्व :** वस्तु का वह गुण जिसके कारण वह अपनी एकसमान गति में होने वाले परिवर्तन का विरोध करती है, गत्ति का जड़त्व कहलाता है।
3. **दिशा का जड़त्व** : वस्तु का वह गुण जिसके कारण वह अपनी गति की दिशा में होने वाले परिवर्तन का विरोध करती है, दिशा का जड़त्व कहलाता है।

क्या आप जानते हैं?

जड़त्व और द्रव्यमान का संबंध :

किसी वस्तु का जड़त्व उसके द्रव्यमान पर निर्भर करता है। किसी वस्तु का जड़त्व उसके द्रव्यमान के समानुपाती होता हैं। अर्थात द्रव्यमान बढ़ने पर जड़त्व का मान बढ़ता हैं, इसके विपरीत:।

न्यूटन के गति का नियम:

न्यूटन का गति का प्रथम नियम:

- यदि कोई वस्तु विराम की स्थिति में है, तो वह विराम में ही रहेगी, और यदि वह एकसमान गति से चल रही है, तो वह उसी गति और दिशा में चलती रहेगी **जब तक उस पर कोई बाहरी बल कार्य न करे।**
- इसे **जड़त्व का नियम** या **गैलीलियो का नियम** भी कहा जाता है।
- यह नियम बल को परिभाषित करता हैं ।

उदाहरण:

- **जब पेड़ को जोर से हिलाया जाता है, तो टहनियाँ गति में आ जाती हैं, लेकिन फल जड़त्व के कारण विराम अवस्था में बने रहते हैं और नीचे गिर जाते हैं।**

संवेग:

- किसी वस्तु की गति का प्रभाव उसके **द्रव्यमान और वेग** पर निर्भर करता है। इसे **संवेग** कहा जाता है।

  $p = m \times v$

  जहां: m - द्रव्यमान ; v - वेग
- यह एक सदिश राशि हैं जिसका SI मात्रक : $\mathbf{kg \cdot m/s}$

संवेग के प्रकार :

1. **रेखीय संवेग :** जब कोई पिंड सरल रेखा मे गति करता हैं तो वस्तु के द्रव्यमान तथा रेखीय वेग के गुणनफल को उस वस्तु का सवेग कहते हैं । किसी पिंड की जितनी अधिक गति और द्रव्यमान होगा उतना ही अधिक उस पिंड का संवेग होगा ।
2. **कोणीय संवेग:** वृत्तीय/घूर्णन गति में वस्तु का संवेग; द्रव्यमान, वेग और अक्ष से दूरी पर निर्भर।
   उदाहरण: घूमता चक्र, ग्रहों की गति।

रेखीय संवेग संरक्षण का नियम:

- संवेग संरक्षण के नियम के अनुसार, यदि दो या दो से अधिक पिण्डों के निकाय पर कोई बाह्य बल कार्य न करे तो निकाय का रेखीय संवेग नियत रहता है। इससे स्पष्ट है कि एक पिण्ड में जितना संवेग परिवर्तन होता है, दूसरे में भी उतना ही संवेग-परिवर्तन विपरीत दिशा में हो जाता है। इसे ही रेखीय संवेग संरक्षण का सिद्धान्त कहते हैं।
- डिवाइस जो संवेग संरक्षण के नियम के आधार पर काम करती है: रॉकेट प्रणोदन, बन्सेन बर्नर, अग्निशामक यंत्र, तोप की पुनरावृत्ति

दो पिंडों की टक्कर:

- दो पिण्डों के मध्य टक्कर जब समान संवेग की दो गेंदे आपस में टकराती है. तो गेंद अचानक रुक जाती है क्योंकि टक्कर पूर्व दोनों गेंदों का संवेग तथा टक्कर के पश्चात् दोनों गेंदों का संवेग समान (शून्य) है।

  $\mathbf{m_1u_1 + m_2u_2 = m_1v_1 + m_2v_2}$

प्रश्न: एक गेंद में 3000 इकाई संवेग होता है। यदि गेंद का वेग दोगुना कर दिया जाए, तो गेंद का नया संवेग क्या होगा?

हल: द्रव्यमान स्थिर होने पर वेग दोगुना करने से संवेग भी दोगुना हो जाता है।

नया संवेग = 2 × 3000 = 6000 इकाइयां

न्यूटन का द्वितीय गति नियम:

- इस नियम के अनुसार, " किसी वस्तु के संवेग में परिवर्तन की दर उस पर लगने वाले बल के अनुक्रमानुपाती होती है, और यह बल उसी दिशा में कार्य करता है जिस दिशा में संवेग में परिवर्तन होता है।"

गणितीय रूप

$$F \propto \frac{\Delta p}{\Delta t} \Rightarrow F = ma$$

जहाँ, F = बल, m = द्रव्यमान , a = त्वरण

- इस नियम के अनुसार, बल = द्रव्यमान × त्वरण
- न्यूटन के गति के द्वितीय नियम के द्वारा बल की गणना की जाती हैं ।

उदाहरण :

- **टेबल टेनिस:** जब खिलाड़ी गेंद को हिट करता है, तो उसे चोट नहीं लगती क्योंकि गेंद का द्रव्यमान और वेग दोनों ही कम होते हैं, जिससे त्वरण और बल भी कम होता है।

आवेग:

- यदि कोई बल किसी वस्तु पर कम समय तक कार्यरत् रहे, तो बल और समय-अन्तराल के गुणनफल को उस वस्तु का आवेग कहते हैं या किसी वस्तु के संवेग में उत्पन्न परिवर्तन को आवेग कहा जाता है।

$$I = F\Delta t$$

जहाँ: I= आवेग, F= लगाया गया बल, Δt= बल के कार्य करने का समय

आवेग और संवेग का संबंध

- आवेग = संवेग में परिवर्तन

$$I = \Delta p = m(v - u)$$

आवेग की विशेषताएँ

- यह सदिश राशि है
- आवेग का मात्रक = न्यूटन-सेकंड ($N{\cdot}s$)
- समान बल के लिए
  - ✓ समय कम ⇒ आवेग कम
  - ✓ समय अधिक ⇒ आवेग अधिक

उदाहरण:

- **गेद को धीरे रोकने से अधिक समय में संवेग परिवर्तन होता है** → बल कम लगता है → हाथ में चोट नहीं लगती।
- **रेलगाड़ियों के डिब्बों में बफर :** शंटिंग के समय दो डिब्बों की टक्कर में बफर झटकों को अवशोषित करते हैं। इससे टक्कर की अवधि बढ़ जाती है → बल घट जाता है → नुकसान नहीं होता।

प्रश्न:10 kg द्रव्यमान की एक वस्तु पर 2 सेकंड की अवधि के लिए एक स्थिर बल कार्य करता है। इससे वस्तु का वेग 5 m/s से बढ़कर 10 m/s हो जाता है। लगाए गए बल का परिमाण ज्ञात कीजिए। अब यदि वही बल 5 सेकंड के लिए लगाया जाए, तो वस्तु का अंतिम वेग क्या होगा?

हल: प्रारंभिक स्थिति में त्वरण

$$a = \frac{v - u}{t} = \frac{10 - 5}{2} = 2.5 \text{ m/s}^2$$

न्यूटन के दूसरे नियम से $F = ma = 10 \times 2.5 = 25$ N

यदि यही बल 5 सेकंड तक लगाया जाए, तो

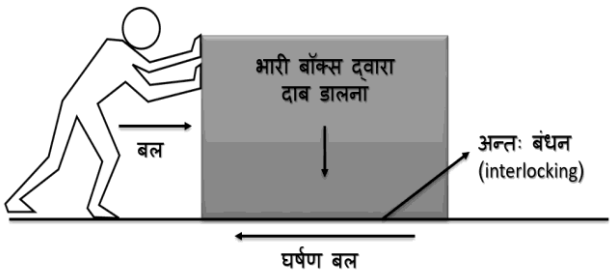
$$v = u + at = 5 + (2.5 \times 5) = 17.5 \text{ m/s}$$

न्यूटन का तृतीय गति नियम :

- गति के तृतीय नियमानुसार, "एक वस्तु क्रिया रूप में दूसरी वस्तु पर जितना बल लगाती है, दूसरी वस्तु भी उतना ही बल विपरीत दिशा में प्रतिक्रिया रूप में लगाती है अर्थात् प्रत्येक क्रिया की उसके बराबर तथा विपरीत दिशा में प्रतिक्रिया होती है।
- इसे क्रिया - प्रतिक्रिया बल का नियम भी कहते हैं
- **उदाहरण:** रॉकेट की गति उससे निकलने वाले तीव्र गैसीय निकास (Exhaust) की प्रतिक्रिया होती है।

घर्षण बल:

- कोई वस्तु जब किसी दूसरी वस्तु की सतह पर फिसलती या लुढ़कती है अथवा ऐसा करने का प्रयास करती है, तो उनके मध्य होने वाली आपेक्षिक गति का विरोध करने वाले बल को घर्षण कहते हैं। इसकी दिशा सदैव पिंड की आपेक्षिक गति की दिशा के विपरीत होती है।



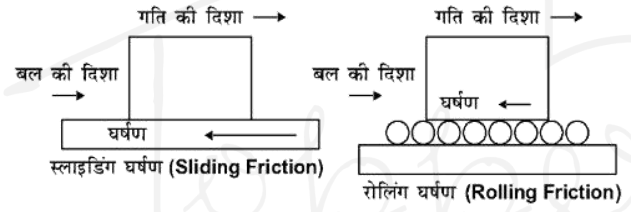
भारी बॉक्स को धक्का देने में अधिक बल लगता है

उदाहरण:

- **चलना** – जूते और ज़मीन के बीच का घर्षण चलने में सहायता करता है।

घर्षण के प्रकार तीन होते हैं:

1. **स्थैतिक घर्षण:** यह वह घर्षण है जो दो वस्तुओं के बीच तब लगता है जब वे आपस में संपर्क में होती हैं, लेकिन एक-दूसरे पर नहीं सरक रही होतीं। यह बल तब तक बढ़ता रहता है जब तक वस्तु चलना शुरू नहीं करती। इसे "स्व-समायोज्य बल" भी कहा जाता है।
2. **सीमांत घर्षण :** यह स्थैतिक घर्षण का अधिकतम मान होता है, जब वस्तु बस लुढ़कने ही वाली होती है। यह सतह की प्रकृति (मुलायम या खुरदरी) पर निर्भर करता है, लेकिन सतह के क्षेत्रफल पर निर्भर नहीं करता।
3. **गतिज घर्षण**: जब एक वस्तु दूसरी सतह पर लुढ़कती है, तो उनके बीच जो घर्षण लगता है, वह गतिज घर्षण कहलाता है। इसके दो प्रकार होते हैं:
   a. **स्लाइडिंग घर्षण**: जब वस्तु सरक रही होती है।
   b. **रोलिंग घर्षण**: जब वस्तु लुढ़क रही होती है।



4. **तरल घर्षण:** यह तब उत्पन्न होता है जब कोई वस्तु पानी या हवा जैसे द्रव में गति करती है और यह द्रव की सांद्रता पर निर्भर करता है।

- **घर्षण कम करने के उपाय:** पॉलिश करना, स्नेहक का प्रयोग, बॉल बेयरिंग का उपयोग तथा घर्षण-रोधी सामग्री का प्रयोग।

अभिकेंद्रीय और अपकेंद्रीय बल

अभिकेंद्र बल:

- **यदि** कोई कण किसी वृत्त की परिधि पर घूम रहा है, तो उसके वेग का परिमाण तो नियत रहता है किन्तु दिशा निरन्तर बदलती रहती है, जिसके कारण कण पर एक बाह्य बल कार्य करता है इस बल की दिशा वृत्त के केन्द्र की ओर दिष्ट रहती है। इस बल को अभिकेन्द्र बल कहते हैं।
- **नोट** : यह बल सदैव वृत्त के केंद्र की ओर कार्य करता है।

उदाहरण:

- **रस्सी से बंधे पत्थर को घुमाना :** पत्थर को केंद्र की ओर खींचने वाला बल रस्सी द्वारा प्रदान किया जाता है।
- **ग्रहों का सूर्य की परिक्रमा करना :** गुरुत्वाकर्षण बल ग्रहों को सूर्य की ओर खींचता है।

अपकेंद्र बल:

- **कुछ** परिस्थितियों में ऐसा आभास होता है कि किसी वृत्तीय गति करती वस्तु पर बाहर की ओर एक बल लग रहा है. जबकि वास्तव में वस्तु पर बल लगा नहीं होता है. इस बल को ही अपकेन्द्र बल कहते हैं। यह एक आभासी (छद्म) बल होता है। यह त्रिज्या के साथ तथा वृत्त के केन्द्र से दूर कार्य करता है।
- **अपकेंद्रीय बल पर आधारित उपयंत्र:** सेंट्रीफ्यूज, सेंट्रीफ्यूगल क्लच, पंप, ड्रायर/वॉशिंग मशीन, क्रीम सेपरेटर, फैन और गोल्ड सेपरेटर सभी अपकेंद्र बल के उपयोग से पदार्थों को अलग करने या बाहर की ओर गति देने का कार्य करते हैं।

बल आघूर्ण:

- "किसी अक्ष के परितः एक बल का बल आघूर्ण उस बल के परिमाण एवं अक्ष से बल की क्रिया रेखा की लंबवत् दूरी के गुणनफल के बराबर होता है।"

$$\text{Torque} = F \times r \times \sin\theta$$

जहाँ:τ= टॉर्क (बल आघूर्ण), F= लगने वाला बल, r = घूर्णन की धुरी से बल के लगने की दूरी (लेवर आर्म), θ= बल और लेवर आर्म के बीच का कोण

- टॉर्क की SI इकाई **न्यूटन-मीटर (N·m)** होती है।
- यदि कोण θ=90 डिग्री हो, तो टॉर्क अधिकतम होता है।
- यह एक **सदिश राशि** है।

उदाहरण :

- ✓ दरवाज़े को धक्का देने पर वह घूमता है — टॉर्क लगता है।
- ✓ रिंच से नट बोल्ट खोलना — टॉर्क का उपयोग होता है।

बल युग्म:

- दो बराबर व विपरीत समानांतर बल जो वस्तु को घुमाते हैं बलयुग्म कहलाते हैं, और उनकी क्रिया रेखाओं के बीच की लंबवत दूरी बलयुग्म की भुजा होती है।

  $\tau = F \times d$

  जहाँ: τ = टॉर्क (बल आघूर्ण), F = प्रत्येक बल की परिमाण, d = दोनों बलों के बीच की लम्बवत दूरी (Couple arm)
- **विशेषताएँ**: युग्म बल केवल घूर्णन उत्पन्न करता है, केंद्र को स्थानांतरित नहीं करता हैं और टॉर्क केवल बल और दूरी पर निर्भर करता है और यह शुद्ध घूर्णन प्रभाव देता है।
- **व्यावहारिक उदाहरण:** वाहन का स्टीयरिंग व्हील घुमाना, चाबी से ताला खोलना, हैण्डपम्प या ट्यूबवेल घुमाना, चाकू या स्क्रूड्राइवर से नट या स्क्रू कसना

जड़त्व आघूर्ण:

- जब कोई वस्तु किसी निर्धारित अक्ष के चारों ओर घूर्णन करती है, तो वह घूर्णन में विरोध करती है। यह विरोध उस वस्तु के जड़त्व आघूर्ण के कारण होता है।

  $\mathbf{I = \Sigma m r^2}$
- यह वस्तु के आकार, आकृति और द्रव्यमान वितरण पर निर्भर करता है।
- **जड़त्व आघूर्ण का अनुप्रयोग:** रस्सी पर चलने वाला नट, घुमती मशीने, पृथ्वी का घुर्णन .

गैलीलियो और जड़त्व की अवधारणा

- **गैलीलियो के प्रयोग:** घर्षण कम करने के लिए झुके हुए समतल का प्रयोग किया और इसके अनुसार ढाल कम होने पर गति धीरे बदलती है और आदर्श (घर्षण रहित) स्थिति में वस्तु समान वेग से चलती रहती है।
- **मुख्य निष्कर्ष:** गति में परिवर्तन तभी होता है जब बाह्य बल लगाया जाए और बल के अभाव में स्थिर वस्तु स्थिर रहती है एवं गतिमान वस्तु एकसमान गति से चलती रहती है| यही अवधारणा आगे **चलकर न्यूटन के प्रथम गति नियम का आधार** बनी।
- **न्यूटन के प्रथम नियम से संबंध:** गैलीलियो की यह खोज जड़त्व की अवधारणा को स्पष्ट करती है, जिसे न्यूटन ने अपने प्रथम गति नियम के रूप में प्रतिपादित किया।

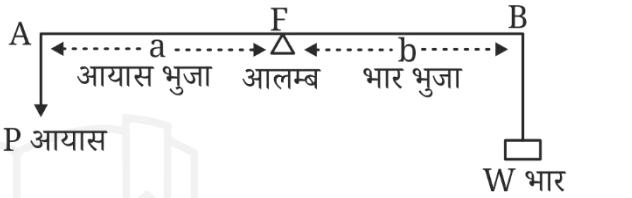
साधारण मशीन:

- सरल मशीन एक ऐसी युक्ति है, जिसकी सहायता से किसी बिन्दु पर अधिक वल लगाकर इसे इच्छानुसार दिशा में रोका जा सकता है और सुविधायुक्त गति द्वारा चलाया जा सकता है। इसमें एक लीवर होता है जो गेज, स्क्रू व्हील, एक्सल और पुली आदि को नियन्त्रित करता है।

उत्तोलक (Lever):

- उत्तोलक एक कठोर छड़ होती है जो किसी स्थिर बिंदु (आलम्ब) के चारों ओर घूमती है और कम बल से भारी वस्तु उठाने में सहायता करती है।

उत्तोलक के मुख्य भाग:



1. **आलम्ब (Fulcrum):** वह बिंदु जिसके चारों ओर उत्तोलक घूमता है।
2. **आयास (Effort):** लगाया गया बल।
3. **भार (Load):** उठाई जाने वाली वस्तु।

उत्तोलक का सिद्धांत:

- संतुलन की स्थिति में आयास का आघूर्ण = भार का आघूर्ण होता है।

उत्तोलक के प्रकार:

1. **प्रथम श्रेणी का उत्तोलक:** आलम्ब बीच में होता है। उदाहरण — झूला, कैंची।
2. **द्वितीय श्रेणी का उत्तोलक:** भार बीच में होता है। उदाहरण — नींबू निचोड़ने की मशीन।
3. **तृतीय श्रेणी का उत्तोलक:** आयास बीच में होता है। उदाहरण — चिमटा, मानव हाथ।

आर्किमिडीज के सिद्धांत:

- **आर्किमिडीज** एक महान **यूनानी गणितज्ञ, भौतिक विज्ञानी, इंजीनियर, आविष्कारक और खगोलशास्त्री** थे। उन्हें **शास्त्रीय यांत्रिकी** के संस्थापकों में गिना जाता है।