Toppersnotes®
Unleash the topper in you

JPSC

राज्य सिविल सेवा

झारखण्ड लोक सेवा आयोग (JPSC)

पेपर - 6

विज्ञान, पर्यावरण एवं प्रौद्योगिकी

SIERRA INNOVATIONS

क्र.सं.	अध्याय	पृष्ठ सं.
	विज्ञान, पर्यावरण एवं प्रोद्योगिकी	
1.	भौतिक राशियाँ	1
2.	कार्य, ऊर्जा एवं शक्ति	3
3.	बल एवं गति	8
4.	ध्वनि	22
5.	सौर मंडल	26
6.	जीव जगत (परिचय एवं वर्गीकरण)	32
7.	पादप जगत	37
8.	जन्तु जगत	39
9.	कोशिका	42
10.	पर्यावरण	48
11.	प्रदूषण	57
12.	ग्लोबल वार्मिंग और जलवायु परिवर्तन	81
13.	जलवायु परिवर्तन शमन तंत्र	92
14.	जैव विविधता का संरक्षण	94
15.	परमाणु प्रौद्योगिकी	125
16.	रक्षा प्रौद्योगिकी	136
17.	अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी	146
18.	कंप्यूटर और सूचना प्रौद्योगिकी	160
19.	साइबर सुरक्षा	179

v/;k; & 1 भौतिक राशियाँ

वे सभी राशियाँ, जिनकों यन्त्रो की सहायता से मापा जा सकता हैं तथा जिनका सम्बन्ध किसी न किसी भौतिक परिघटना से होता हैं, भौतिक राशियाँ (Physical Quantities) कहलाती हैं।

भौतिक राशियों के प्रकार –

1. मात्रक और मापन के आधार पर

वे राशियाँ जो अन्य राशियों से स्वतंत्र होती है। मूल राशियाँ सात प्रकार की होती है।

मूल मात्रक –

भौतिक राशियाँ	S.I. मात्रक/इकाई
लम्बाई	मीटर
द्रव्यमान	किलोग्राम
समय	सेकण्ड
विद्युत धारा	एम्पीयर
ताप	केल्विन
ज्योति तीव्रता	कैण्डेला
पदार्थ की मात्रा	मोल

2. व्युत्पन्न राशियाँ

मूल राशियों से प्राप्त राशियाँ।

उदाहरण – दाब, चाल, वेग, त्वरण, क्षेत्रफल, आयतन, कार्य, ऊर्जा आदि ।

व्युत्पन्न मात्रक

व्युत्पन्न मात्रक (Derived Unit) उन राशियों को कहते है, जो मूल मात्रको की सहायता से व्यक्त की जाती है।

जैसे– त्वरण, वेग, आवेग इत्यादि।

1.	कार्य या ऊर्जा	जूल	J
2.	त्वरण	मी./सै^{2}	m/s^2
3.	दाब	पास्कल	Pa
4.	बल	न्यूटन	N
5.	शक्ति	वाट	W
6.	क्षेत्रफल	वर्गमीटर	m^2
7.	आयतन	घनमीटर	m^3
8.	चाल	मीटर/सेकण्ड	m/s
9.	कोणीय वेग	रेडियन/सेकण्ड	rad/s
10.	आवृत्ति	हर्ट्ज	Hz
11.	संवेग	किग्रा.मी./सेकण्ड	kg m/s
12.	आवेग	न्यूटन/सेकण्ड	N/s
13.	पृष्ठ तनाव	न्यूटन/मीटर	N/m
14.	विद्युत आवेश	कूलॉम	C
15.	विभवान्तर	वोल्ट	V
16.	विद्युत प्रतिरोध	ओम	Ω
17.	विद्युत धारिता	फैराडे	F
18.	प्रेरक चुम्बकीय फ्लक्स	वेबर	--
19.	ज्योति फ्लक्स	ल्यूमेन	--
20.	प्रदीप्ति घनत्व	लक्स	lux
21.	प्रकाश तरंगदैर्ध्य	ऐंग्स्ट्रॉम	Å
22.	प्रकाशीय दूरी	प्रकाश वर्ष	m

पूरक मात्रक

वे मात्रक जो न तो मूल हैं न ही व्युत्पन्न हैं, पूरक मात्रक (Supplementary Units) कहलाते है।

राशि	मात्रक	संकेत
समतल कोण (Plane angle)	रेडियन	rad
ठोस कोण (Solid angle)	स्टेरेडियन	Sr

अदिश राशियाँ

इन्हें व्यक्त करने के लिए केवल परिमाण की आवश्यकता होती हैं।

जैसे– द्रव्यमान, घनत्व, तापमान, विद्युत धारा, समय, चाल, दूरी, ऊर्जा, शक्ति, दाब, ताप, आवृति, आवेश, ऊष्मा, विभव आदि अदिश राशियाँ (Scalar Quantities) हैं।

सदिश राशियाँ

इन्हें व्यक्त करने के लिए परिमाण और दिशा दोनों की आवश्यकता होती हैं।

जैसे– विस्थापन, वेग, त्वरण, बल, संवेग, पृष्ठ तनाव, बल आघूर्ण, कोणीय वेग, चुम्बकीय क्षेत्र, चुम्बकीय तीव्रता, चुम्बकीय आघूर्ण, विद्युत धारा घनत्व, विद्युत द्विध्रुव आघूर्ण, विद्युत ध्रुवण, चाल प्रवणता, ताप प्रवणता आदि सदिश राशियाँ (Vector Quantities) हैं।

महत्वपूर्ण मात्रक

- माइक्रॉन – (μ), 1 माइक्रॉन = 10^{-6} मीटर
- ऐंग्स्ट्रॉम (Å), 1 Å = 10^{-10} मीटर (तरंगदैर्ध्य को सामान्यतः Å में मापा जाता है।)
- अत्यन्त लम्बी दूरी मापने के लिए खगोलीय इकाइयाँ
  - प्रकाशवर्ष – एक प्रकाश वर्ष का मान 9.46×10^{15} मीटर के बराबर।
  - पारसेक – 1 पारसेक = 3×10^{16} मीटर = 3.2 प्रकाश वर्ष।
  - खगोलीय इकाई – पृथ्वी के केन्द्र से सूर्य के केन्द्र की औसत दूरी के बराबर।
- फुट – लंबाई या दूरी का मात्रक।
- 1 फुट – 12 इंच = 30.48 सेमी = 0.304 मीटर
- इंच – लंबाई या दूरी का मात्रक।
  (1 इंच = 2.54 सेमी), (1 मीटर = 39.34 इंच)
  (1 सेमी = 0.01 मी = 0.39 इंच)
- मोल – एक मोल, पदार्थ की वह मात्रा है जिसमें उसके अवयवी तत्वो की संख्या 6.023×10^{23} है। इसे ही आवोगाद्रो नियतांक या आवोगाद्रो संख्या कहते है।
- डॉब्सन – गैस की मात्रा मापने की इकाई।

(वायुमण्डलीय ओजोन की मात्रा को डॉब्सन में व्यक्त करते है।)

- क्यूसेक – नदियों के जल प्रवाह को मापने की इकाई।
- हॉर्स पावर – शक्ति मापने का मात्रक।

1 हॉर्स पावर = 746 वॉट

- वॉट – शक्ति का SI मात्रक (जूल/सेकण्ड)
- मेगावॉट (mw) – बिजली की मात्रा मापने की इकाई। (1 mw = 10^6 वॉट)
- किलोवॉट घण्टा – (1 kwh = 3.6 मेगाजूल) ऊर्जा मापने की इकाई।
- वोल्ट – विभवांतर का मात्रक।
- कूलॉम – विद्युत आवेश का मात्रक।
- जूल – ऊष्मा का मात्रक।
- जूल – कार्य व ऊर्जा का मात्रक।
- बार – दबाव मापने का मात्रक। (1 बार = 10000 पास्कल)

मैक (Mach) – अति तीव्र चाल मापने की इकाई है। किसी माध्यम में ध्वनि की चाल को 1 मैक कहा जाता है। 1 मैक से अधिक चाल को सुपरसोनिक (Supersonic) तथा 5 मैक से अधिक चाल को हाइपरसोनिक (Hypersonic) चाल कहा जाता है। तीव्रगामी वायुयान और लड़ाकू विमानो की गति को 'मैक' से व्यक्त करते है।

सोनार (SONAR: Sound Nevigation and Ranging) - यह पराश्रव्य तरंगो के उपयोग से समुद्र के भीतर किसी वस्तु की स्थिति ज्ञात करने में सहायक उपकरण है। पनडुब्बियों के नौवहन में उपयोग किया जाता है।

नॉट (Knot) - समुद्री जहाज़ की गति मापने की इकाई है। एक समुद्रीमील प्रति घंटा चाल को नॉट कहा जाता है।

रडार (RADAR : Radio Detection and Ranging) यह सूक्ष्म तरंगो के उपयोग से किसी वस्तु की स्थिति पता लगाने का कार्य करता है। वायुयानो के परिचालन हेतु हवाई अड्डों पर प्रयोग किया जाता है।

रिक्टर स्केल – भूकंपीय तरंगो की तीव्रता मापने की इकाई है।

मापक यंत्र	अनुप्रयोग
ऑडियोमीटर	ध्वनि की तीव्रता मापने में।
ओडोमीटर	वाहन द्वारा तय की गई दूरी।
अल्टीमीटर	ऊँचाई मापने में।
ऑक्सैनोमीटर	पौधों की वृद्धि मापने में।
लक्सीमीटर	प्रकाश तीव्रता मापने में।
लैक्टोमीटर	दूध का सापेक्षिक घनत्व या शुद्धता मापने में।
हाइड्रोमीटर	तरल पदार्थों का सापेक्षिक घनत्व मापने में।
हाइग्रोमीटर	हवा की आर्द्रता मापने में।
मैनोमीटर	गैसों का दाब मापने में।
गैल्वेनोमीटर	विद्युत धारा की उपस्थिति जाँचने में।
अमीटर	विद्युत धारा मापने में।
एनीमोमीटर	वायु गति मापने में।
विंडवेन	वायु की दिशा ज्ञात करने में।
वोल्टमीटर	विभवांतर मापने में।
सिस्मोग्राफ	भूकंप की तीव्रता मापने में।
थर्मामीटर	ताप मापने में।
पाइरोमीटर	उच्च ताप मापने में। इसे विकिरण तापमापी भी कहते है। 1500° C से अधिक ताप मापने में उपयोग किया जाता है।
कैरेटमीटर	स्वर्ण की शुद्धता मापने में।
स्टेथोस्कोप	हृदय की ध्वनि सुनने में।
स्फिग्नोमैनोमीटर	रक्त चाप मापने में।
फैदोमीटर	समुद्र की गहराई मापने में।
टैकोमीटर	वैद्युतिक मोटर की घूर्णीय गति अथवा वाहन की घूर्णीय गति मापने का यंत्र
पाइरेलियोमीटर	सौर विकिरण मापने में।
फोनोमीटर	ध्वनि की तीव्रता मापने का यंत्र।
स्पेक्ट्रोहीलियोग्राफ	सूर्य की फोटोग्राफी का उपकरण।
कार्डियोग्राम	हृदय गति मापन हेतु।
पॉलीग्राफ	झूठ का पता लगाने वाला यंत्र।
बोलोमीटर	तापमान में परिवर्तन की माप द्वारा ऊष्मीय तथा विद्युत चुम्बकीय विकिरण मापने में उपयोग किया जाता है।

v/;k; & 2 कार्य, ऊर्जा एवं शक्ति

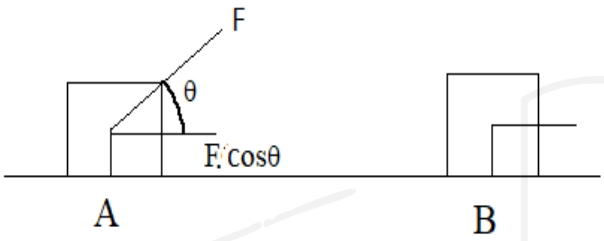
कार्य (Work)

बल का उपयोग करके किसी वस्तु की विरामावस्था में परिवर्तन करना अथवा गतिशील वस्तु के वंश में परिवर्तन करना ही कार्य है।

कार्य = बल x बल की दिशा में विस्थापन

W = F.S.

- कार्य एक अदिश राशि है एवं इसका मान धनात्मक, ऋणात्मक एवं शून्य हो सकता है।
- कार्य के लिए बल द्वारा विस्थापन होना अनिवार्य है।
- यदि बल की दिशा वस्तु के विस्थापन की दिशा से θ कोण बनाती है तो विस्थापन की दिशा में बल,
  बल $= F\cos\theta$
  $W = F.\cos\theta.S \Rightarrow W = FS\cos\theta$



मात्रक – यदि बल को न्यूटन में एवं विस्थापन (s) को मीटर में दर्शाने पर।

कार्य का मात्रक = न्यूटन x मीटर = जूल

यदि बल को डाईन व विस्थापन को सेमी. में दर्शाया जाए तो बल का मात्रक

कार्य = डाईन x सेमी.

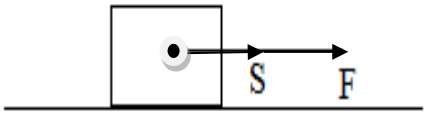
1 जूल = 1 न्यूटन x 1 मीटर [$\because$ 1 न्यूटन = 10^5 डाईन]

1 जूल = 10^5 डाईन x 10^2 सेमी. [$\because$ 1 मीटर = 10^2 सेमी.]

1 जूल = 10^7 अर्ग

कार्य के प्रकार

धनात्मक कार्य – जब आरोपित बल (F) एवं वस्तु में उत्पन्न विस्थापन एक ही दिशा में हो तो किया गया कार्य बल व विस्थापन के गुणनफल के बराबर होता है।

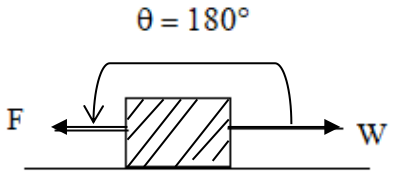


[$\because\theta = 0$]

$W = F.S\cos\theta$

$W = F.S$

ऋणात्मक कार्य – वस्तु पर लगने वाला बल एवं विस्थापन एक–दूसरे के विपरीत होते हैं। दोनों दिशाओं के मध्य 180° का कोण बनता है।

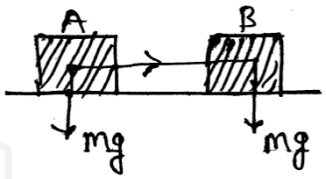


$W = F.S\cos\theta$ [$\because\theta = 180$]

$W = F.S$

उदाहरण – जब चलती हुई कार में ड्राइवर ब्रेक लगाकर कार की गति कम करता है तो बल एवं विस्थापन एक दूसरे के विपरीत दिशा में होगे।

शून्य कार्य – यदि वस्तु पर लगने वाला बल वस्तु के विस्थापन की दिशा के लम्बवत् हो तो $\theta = 90$ होगा एवं किया गया कार्य शून्य होगा।

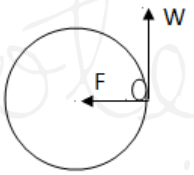


[घर्षण बल के विरूद्ध कार्य]

$W = F.S\cos\theta$ [$\theta = 90°$]

$W = 0$

वर्तुल गति में



इसमें गतिमान वस्तु पर लम्बवत् अभिकेन्द्रीय बल लगता है अतः अभिकेन्द्रीय बल द्वारा कोई कार्य नहीं होता है।

$W = F.S.\cos\theta$

$\theta = 0$	$\theta = 90°$	$\theta = 180°$
$W = F.S.$	$W = 0$	$W = -F.S.$
धनात्मक कार्य	शून्य कार्य	ऋणात्मक कार्य
अधिकतम	शून्य	न्यूनतम

नोट –

- एक व्यक्ति वृत्ताकार खेत के चारों ओर एक चक्कर पूर्ण करता है। व्यक्ति द्वारा किया गया कार्य शून्य होगा। (पूर्ण चक्कर में विस्थापन – शून्य)
- एक व्यक्ति 50 Kg की संदूक अपने सिर पर रखकर खड़ा है। उसके द्वारा किया गया कार्य भी शून्य होगा।
- व्यक्ति द्वारा 50 Kg भार लेकर 10 मीटर की दूरी तय करने पर उसके द्वारा किया गया कार्य भी शून्य होगा। (लम्बवत् बल लग रहा है Mg)

$\theta = 90°$

$W = F.S. \cos 90°$

$W = 0$

ऊर्जा (Energy)

किसी वस्तु द्वारा कार्य करने की क्षमता को ही ऊर्जा कहते हैं।

- किसी भी कार्य को करने के लिए ऊर्जा की आवश्यकता होती है। इस प्रकार कार्य ही ऊर्जा का मापदण्ड है।
- अतः ऊर्जा व कार्य का मात्रक एक ही होता है।
- ऊर्जा भी अदिश राशि है।
- जूल कार्य करने के लिए जूल ऊर्जा की आवश्यकता होती है।

मात्रक – जूल, कैलोरी, अर्ग

1 जूल $= \frac{1}{4.2}$ कैलोरी

1 कैलोरी $= 4.2$ जूल 1 जूल $= 10^7$ अर्ग

विमा – $M^1L^2T^{-2}$

ऊर्जा के प्रकार (Types of Energy)

ऊर्जा का सबसे बड़ा प्राकृतिक स्त्रोत सूर्य है।

ऊर्जा	विवरण	उदाहरण
सौर ऊर्जा	पृथ्वी पर ऊर्जा का सबसे बड़ा व अन्तिम स्त्रोत सूर्य है जो सौर ऊर्जा के रूप में ऊर्जा प्रदान करता है। सौर ऊर्जा —(सौर पैनल/सेल)→ विद्युत ऊर्जा सौर ऊर्जा —(प्रकाश संश्लेषण)→ रासायनिक ऊर्जा	सूर्य
द्रव्यमान ऊर्जा	वस्तु के द्रव्यमान के कारण पाई जाने वाली ऊर्जा द्रव्यमान ऊर्जा कहलाती है। $E = MC^2$ M → वस्तु का द्रव्यमान C → निर्वात में प्रकाश वेग 3×10^8 मी./से. द्रव्यमान ऊर्जा —(सूर्य की सतह पर)→ सौर ऊर्जा, ऊष्मा ऊर्जा, प्रकाश ऊर्जा	सभी भौतिक वस्तुएँ जिनका द्रव्यमान होता है।
नाभिकीय ऊर्जा	नाभिकों के विखण्डन एवं संलयन से प्राप्त ऊर्जा नाभिकीय/परमाणु ऊर्जा कहलाती है। नाभिकीय ऊर्जा —(परमाणु बिजली घर / नाभिकीय संयंत्र)→ विद्युत ऊर्जा	परमाणु बिजलीघर, भट्टी से विद्युत निर्माण।
ध्वनि ऊर्जा	किसी भी माध्यम में यांत्रिक तरंगों के रूप में संचरण। ध्वनि कम्पनों में निहित ऊर्जा। ध्वनि ऊर्जा —(माइक/माइक्रोफोन)→ विद्युत ऊर्जा —(स्पीकर)→ ध्वनि ऊर्जा	विभिन्न वाद्य यंत्रों के कंपन से प्राप्त ऊर्जा।
रासायनिक ऊर्जा	ईंधन में निहित ऊर्जा। रासायनिक ऊर्जा —(सेल/बैटरी)→ विद्युत ऊर्जा रासायनिक ऊर्जा —(दहन)→ ऊष्मा ऊर्जा	सभी प्रकार के ईंधन पेट्रोल, CNG, डीजल।
प्रकाश ऊर्जा	सूर्य अथवा बल्ब आदि के प्रकाश में निहित ऊर्जा। चुम्बकीय तरंगों के रूप में गति करती है।	धूप से वस्तुएँ गर्म होना। सौर सेल से विद्युत बनाना।

	फोटो सेल प्रकाश ऊर्जा → विद्युत ऊर्जा बल्ब, LED, ट्यूब लाइट	
ऊष्मा ऊर्जा	पदार्थों में घर्षण होने या उनका दहन होने पर प्राप्त ऊर्जा। तापीय बिजली घर ऊष्मा ऊर्जा → बिजली ऊर्जा विद्युत प्रेस, छड़ गीजर टक्कर के दौरान ऊष्मा ऊर्जा → यांत्रिक ऊर्जा	कोयले की ऊष्मा से इंजन चलाना, पेट्रोल, डीजल से वाहन चलाना।
विद्युत ऊर्जा	आवेशों के प्रवाह से प्राप्त ऊर्जा।	बल्ब, LED से रोशनी करना। विद्युत पंखा, विद्युत हीटर, विद्युत मोटर चलाना।
गुरूत्वीय ऊर्जा	वस्तुओं में गुरूत्वाकर्षण बल के कारण उत्पन्न ऊर्जा गुरूत्वीय ऊर्जा कहलाती है।	झरनों व नदियों का पानी ऊपर से नीचे गिरना।
चुम्बकीय ऊर्जा	चुम्बकीय क्षेत्र में निहित ऊर्जा।	चुम्बक से लोहे की वस्तु में आकर्षण।

यांत्रिक ऊर्जा (Mechanical Energy)

किसी वस्तु की यांत्रिक ऊर्जा उसकी गतिज ऊर्जा एवं स्थितिज ऊर्जा के योग के बराबर होती है।

M.E. = K.E. + P.E

उदाहरण – एक खींचे हुये धनुष में प्रत्यास्थ स्थितिज ऊर्जा के कारण यांत्रिक ऊर्जा रहती है जिससे तीर दूर तक चला जाता है।

- एक चलती हुई कार में यांत्रिक ऊर्जा उसकी गति के कारण (गतिज ऊर्जा) होती है।
- यांत्रिक ऊर्जा दो प्रकार की होती है।
  1. गतिज ऊर्जा (Kinetic Energy)
  2. स्थितिज ऊर्जा (Potential Energy)

1. गतिज ऊर्जा (Kinetic Energy)

- वस्तुओं में गति के कारण कार्य करने की क्षमता होती है, जिसे गतिज ऊर्जा (K.E.) कहते हैं अर्थात् किसी वस्तु में निहित उस ऊर्जा को जो उसकी गति के कारण है। गतिज ऊर्जा कहलाती है।
  उदाहरण – पेड़ से गिरता हुआ फल, नदी में बहता हुआ पानी, उड़ता हुआ हवाई जहाज, चलती हुई कार, उड़ता हुआ पक्षी, दौड़ते हुये बच्चे, तेज हवा सभी में कार्य करने की क्षमता उनमें विद्यमान गतिज ऊर्जा के कारण है।
- m द्रव्यमान एवं एक समान वेग v से गतिमान वस्तु की गतिज ऊर्जा (K.E.)
  $K.E. = \frac{1}{2} mv^2$
  $K.E. \propto m \rightarrow$ गतिज ऊर्जा द्रव्यमान के समानुपाती है।
  $K.E. \propto V^2 \rightarrow$ गतिज ऊर्जा वेग के समानुपाती होती है।
- गतिज ऊर्जा का मान सदैव धनात्मक होता है जो वस्तु के द्रव्यमान व वेग पर निर्भर करती है।
- गतिज ऊर्जा वेग की दिशा पर निर्भर नहीं करती है।
- यदि किसी वस्तु के द्रव्यमान (m) को दुगुना व वेग (V) को भी दुगुना कर दिया जाए तो गतिज ऊर्जा आठ गुना हो जाएगी।

  $KE_1 = \frac{1}{2} mv^2$ [m = 2m]
  [$v^2 = 2v^2$]
  $KE_2 = \frac{1}{2} 2m(2v)^2$
  $KE_2 = \frac{1}{2} 2m.\ 4v^2$
  $KE_2 = 8KE_1$
- किसी भी स्थिर पिण्ड की गतिज ऊर्जा (K.E.) शून्य होती है।
  $\Rightarrow K.E. = \frac{1}{2} mv^2$ [v = 0]
  K.E. = 0

गतिज ऊर्जा का मात्रक

$\Rightarrow K.E. = \frac{1}{2} mv^2$ [m = द्रव्यमान $\rightarrow$ Kg]
[v वेग $\rightarrow$ m/sec.]

$K.E. = Kg\left(\frac{m}{s}\right)^2$

$K.E. = Kg\ m^2/sec^2 =$ जूल

K.E. विमा $= M^1L^2T^{-2}$

गतिज ऊर्जा एवं संवेग में संबंध

$\Rightarrow$ K.E. $= \frac{1}{2}mv^2$ [$\because$ P = mv]

K.E. $= \frac{1}{2}\frac{P^2}{m}$ $\left[\text{K. E.} \propto \frac{1}{m}\right]$

नोट – तापमान बढ़ने पर गतिज ऊर्जा का मान भी बढ़ता है। गतिज ऊर्जा सदैव धनात्मक होती है।

किया गया कार्य धनात्मक हो तो K.E. बढ़ती है। ($\theta = 0°$)

किया गया कार्य ऋणात्मक हो तो K.E. घटती है।

($\theta = 180°$)

$W = \Delta K.E.$

2. स्थितिज ऊर्जा (Potential Energy)

- स्थितिज ऊर्जा (P.E.) वस्तु की वह ऊर्जा है जो वस्तु की स्थिति या अवस्था के कारण उसमें संचित होती है।
- बाँध के पानी में संचित ऊर्जा, गुलेल व तीर कमान में संचित ऊर्जा, घड़ी की स्प्रिंग में संचित ऊर्जा
- h ऊँचाई पर वस्तु की स्थितिज ऊर्जा = गुरूत्वीय बल के विरूद्ध किया गया कार्य

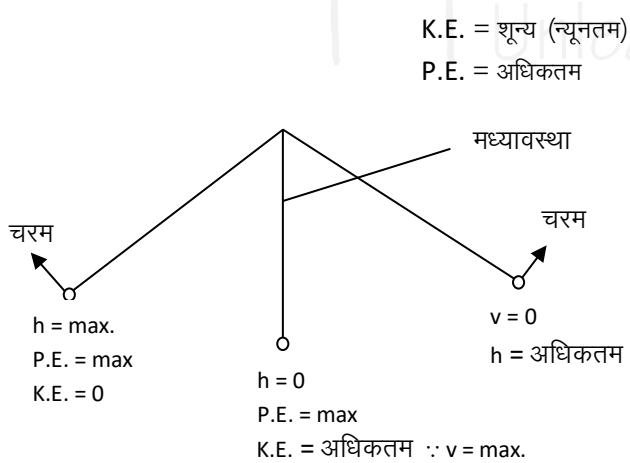
  W = F.S. [F = mg]

  [S = h]

  W = U = mgh $\rightarrow$ गुरूत्वीय स्थितिज ऊर्जा

नोट – स्थितिज ऊर्जा का मान वस्तु की पृथ्वी से ऊँचाई (h) पर निर्भर करता है नाकि पथ पर। स्थिति ऊर्जा का मान धनात्मक व ऋणात्मक हो सकता है।

सरल लोलक में गतिज व स्थितिज ऊर्जा



मध्यावस्था	चरम अवस्था
• गतिज ऊर्जा का मान अधिकतम। • स्थितिज ऊर्जा का मान न्यूनतम (शून्य) होता है। h = 0 U = 0	• गतिज ऊर्जा (K.E.) का मान न्यूनतम (शून्य)। • स्थितिज ऊर्जा का मान अधिकतम होता है। $U = mgh_{max}$

ऊर्जा का संरक्षण (Conservation of Energy)

- ऊर्जा संरक्षण के अनुसार किसी विलगित निकाय की कुल ऊर्जा सदैव नियत रहती है। ऊर्जा को न तो उत्पन्न किया जा सकता है और न ही उसे नष्ट किया जा सकता है, केवल ऊर्जा के स्वरूप में रूपान्तरण किया जा सकता है।
- ऊर्जा संरक्षण के नियम को गणितीय रूप से प्राप्त नहीं किया जा सकता है, बल्कि यह एक प्रायोगिक सार्वभौमिक नियम है।
- यदि m द्रव्यमान की एक वस्तु h ऊँचाई से स्वतंत्रता पूर्वक गिराई जाती है तो–

  प्रारम्भ में P.E. = mgh तथा गतिज ऊर्जा K.E. शून्य होगी, इस प्रकार कुल ऊर्जा mgh है। (M.E. = Mgh + 0)

  जैसे– वस्तु गिरेगी स्थितिज ऊर्जा कम होगी व गतिज ऊर्जा बढ़ती जाएगी।

  न्यूनतम बिन्दू पर (h=0) स्थितिज ऊर्जा (P.E.) शून्य होगी व गतिज ऊर्जा (K.E.) अधिकतम ($\frac{1}{2}mv^2$) होगी।

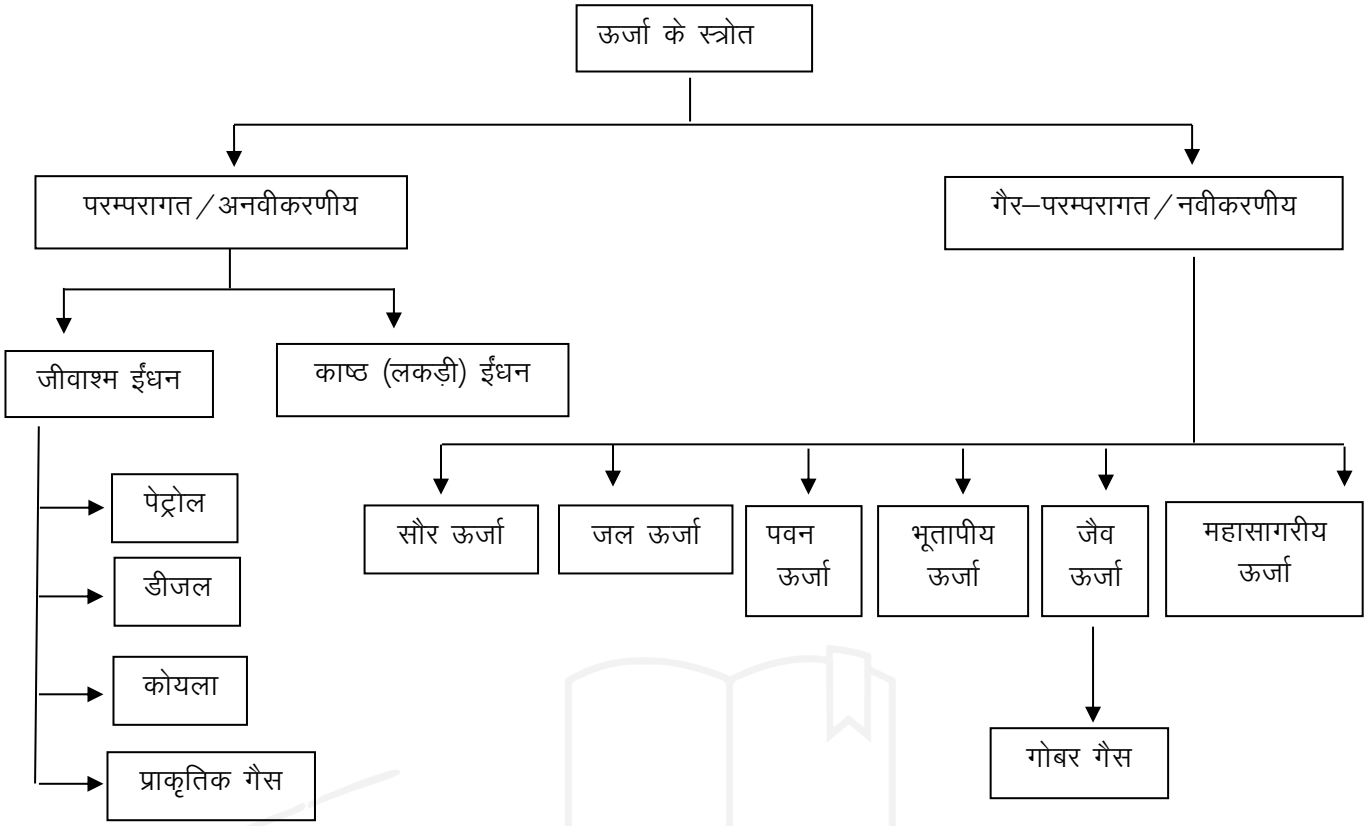
  अतः $mgh + \frac{1}{2}mv^2$ = नियत Constant
- किसी वस्तु की स्थितिज ऊर्जा व गतिज ऊर्जा का योग उसकी कुल यांत्रिक ऊर्जा है।

ऊर्जा का रूपान्तरण

ऊर्जा का एक या अधिक प्रकार में रूपान्तरण होता रहता है। ऊर्जा को एक रूप से अन्य रूप में विभिन्न उपकरणों या युक्तियों की सहायता से परिवर्तित किया जा सकता है।

उपकरण का नाम	उपकरण द्वारा काम में ली गई ऊर्जा	उपकरण के द्वारा रूपान्तरित ऊर्जा
बल्ब, ट्यूब लाइट	विद्युत ऊर्जा	प्रकाश ऊर्जा
विद्युत हीटर	विद्युत ऊर्जा	ऊष्मा ऊर्जा
लाउड स्पीकर	विद्युत ऊर्जा	ध्वनि ऊर्जा
विद्युत मोटर	विद्युत ऊर्जा	यांत्रिक ऊर्जा
सेल	विद्युत ऊर्जा	रासायनिक ऊर्जा
सौलर सेल	प्रकाश ऊर्जा	विद्युत ऊर्जा
विद्युत सेल	रासायनिक ऊर्जा	विद्युत ऊर्जा
माइक्रोफोन	ध्वनि ऊर्जा	विद्युत ऊर्जा
डीजल इंजन	ईंधन ऊर्जा	यांत्रिक ऊर्जा
नाभिकीय भट्टी	परमाणु ऊर्जा	विद्युत ऊर्जा
पवन चक्की	पवन ऊर्जा	विद्युत ऊर्जा
डायनेमो	यांत्रिक ऊर्जा	विद्युत ऊर्जा
विद्युत जनित्र	यांत्रिक ऊर्जा	विद्युत ऊर्जा
फोटो सेल	प्रकाश ऊर्जा	विद्युत ऊर्जा

ऊर्जा के स्त्रोत



महत्वपूर्ण बिन्दु

- बल द्वारा किसी वस्तु को विस्थापित करने को कार्य कहते हैं।
  कार्य = बल x बल की दिशा में विस्थापन
  $W = F.S. \cos\theta$
- कार्य एवं ऊर्जा दोनों अदिश राशियाँ हैं, दोनों का मात्रक जूल होता है।
  1 जूल = 1 न्यूटन x 1 मीटर $[1N = 10^5$ डाईन$]$
  1 जूल = 10^7 अर्ग
- 1 जूल कार्य करने के लिए 1 जूल ऊर्जा की आवश्यकता होती है।
  $\theta = 0° \rightarrow F.S. \cos0 = W = FS$ (धनात्मक कार्य)
  कार्य (W) $\theta = 90° \rightarrow F.S. \cos90° = W = 0$
  (शून्य कार्य)
  $\theta = 180° \rightarrow F.S. \cos180° = W = -FS$ (ऋणात्मक)
- कार्य करने की क्षमता को ऊर्जा कहते है।
- यांत्रिक ऊर्जा स्थितिज ऊर्जा व गतिज ऊर्जा का योग होती है।
  M.E. = K.E. + P.E.
- यदि m द्रव्यमान की वस्तु V वेग से गतिमान है तो
  $K.E. = \frac{1}{2}mv2$
- h ऊँचाई पर स्थित वस्तु की स्थितिज ऊर्जा
  P.E. = mgh $[m$ = द्रव्यमान$]$
  $[y$ = गुरूत्वीय त्वरण$]$
  $[h$ = ऊँचाई$]$
- संरक्षी बलों द्वारा किया गया कार्य पथ पर निर्भर नहीं करता है।
- गतिज ऊर्जा (K.E.) सदैव धनात्मक होती है, जो वस्तु के द्रव्यमान व वेग पर निर्भर करती है। वेग की दिशा पर नहीं।
- स्थितिज ऊर्जा वस्तु की ऊँचाई पर निर्भर करती है, ना कि उसके पथ पर।

शक्ति

किसी मशीन अथवा किसी कर्ता के द्वारा कार्य करने की दर को उसकी शक्ति या सामर्थ्य (Power) कहते हैं

अर्थात्

सामर्थ्य = $\frac{\text{कार्य}}{\text{समय}}$ **या** $P = \frac{W}{t}$

शक्ति को जूल / सेकण्ड या वाट में मापते है।
शक्ति का व्यावहारिक मात्रक अश्व शक्ति (Horse Power या HP) है तथा 1 HP = 746 Watts
साधरण मनुष्य की सामर्थ्य 0.05 HP से 0.1 HP होती है।

- विद्युत ऊर्जा का वाणिज्यिक मात्रक = KWh
- यदि 1000 watt के किसी भी उपकरण को 1 hour तक चलाया जाए तो इसमें खपत हुई ऊर्जा को 1 unit के बराबर माना।
  1 kwh = 1000 w.h.
  = 1000 watt × 3600 sec
  = 3.6×10^6 watt sec
  = 3.6×10^6 joule/sec
  1 kwh = 3.6×10^6 joule

v/;k; & 3 बल एवं गति (Force and Motion)

बल (Force)

- बल वह भौतिक राशि है जो वस्तु की गति या आराम की अवस्था में परिवर्तन लाने का प्रयास करती है या परिवर्तन लाती है।
- यह एक सदिश राशि है जिसका मान वस्तु के द्रव्यमान (m) और उसके त्वरण (a) के गुणनफल के बराबर होता है।

$$F = m \cdot a$$

- किसी वस्तु पर लग रहे बल के बारे में पूर्ण जानकारी के लिए तीन शर्तें आवश्यक है–
  - बल का परिमाण
  - बल के कार्य करने की दिशा
  - वह बिन्दु जिस पर बल कार्य कर रहा है।

बल का मात्रक

- S.I. मात्रक = न्यूटन
- C.G.S. मात्रक = डाईन
- F.P.S. मात्रक = पाउण्ड

$$F = m \cdot a$$

$$F = 1\ kg \times 1\ m.s^{-2}$$

$$1 \text{ न्यूटन } = kg\ ms^{-2}$$

C.G.S में –

$$1\ N = 10^5 \text{ डाईन}$$

विमा – $F = M^1L^1T^{-2}$

त्वरण

- वेग में परिवर्तन की दर को त्वरण कहते है।

$$a = \frac{\Delta V(\text{वेग में परिवर्तन})}{t(\text{समय})} = \frac{V-u}{t}$$

(V–प्रारम्भिक वेग, u–अन्तिम वेग)

त्वरण का मात्रक = $\frac{m/s}{s} = m/s^2$

नोट – जब प्रारम्भिक वेग (V), अन्तिम वेग (u) से अधिक हो तो त्वरण का मान धनात्मक होता है। यदि जब प्रारम्भिक वेग का मान, अन्तिम वेग से कम हो अर्थात् त्वरण का मान ऋणात्मक हो तो उसे 'मंदन' कहते है।

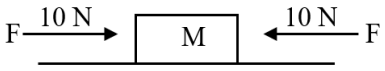
- बल का मात्रक, भार (weight) के मात्रक के समान होता है।

  भार (Weight) = mg [जहाँ g (गुरूत्वीय त्वरण) = 9.8 m/sec^2]

$$W = kg\ m/sec^2 = N$$

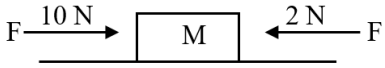
$$1\ Kg \text{ भार } = 9.8\ N$$

- परिणामी बल = 0



अर्थात् संतुलित बल के कारण वस्तु गति नहीं कर पाती है।

परिणामी बल = 8 N



अतः बलों के असंतुलित होने के कारण ही वस्तु गति कर पाती है।

नोट – अनेक प्राकृतिक बलों में से नाभिकीय बल सर्वाधिक प्रबल, जबकि गुरूत्वीय बल अत्यन्त दुर्बल बल होता है।

नियत बल

- यदि बल की दिशा तथा परिमाण नियत रहे, तब इसे स्थिर बल अथवा नियत बल कहा जाता है।

पेशीय बल

- जब हम किसी वस्तु को धकेलते है या पानी की भरी बाल्टी को उठाते है तो यह बल हमारे शरीर की माँसपेशीयों द्वारा लगाया जाता है। हमारी माँसपेशीयों की क्रियास्वरूप लगने वाले बल को पेशीय बल कहते है।

उदाहरण –

- पाचन क्रिया में भोजन का आहारनाल में आगे की ओर धकेला जाना।
- श्वसन प्रक्रिया में वायु अन्दर लेते तथा बाहर छोड़ते समय फेफेड़ो में परिवर्तन।
- उठने–बैठने, चलने, काम करने, खाने–पीने, खेलने, फेकनें, उठाने, हँसने, रोने, बोलने आदि शारीरिक क्रियाओं में।

  नोट – इसे 'सम्पर्क बल' भी कहते है, क्योंकि पेशीय बल वस्तु के सम्पर्क में आकर ही लगाया जा सकता है।

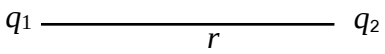
स्थिर वैद्युत बल

- स्थिर वैद्युत आवेश द्वारा लगाए जाने वाले बल को स्थिर वैद्युत बल कहते है।
- दो विद्युत आवेशों के मध्य मौजूद रहता है।
- विद्युत आवेशों को धनात्मक आवेश व ऋणात्मक आवेश में विभाजित किया गया है।
- समान आवेश के मध्य प्रतिकर्षण व असमान आवेश के मध्य आकर्षण बल लगता है।

कूलाम आवेश का नियम–

$$F \propto \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

- यह बल दो आवेशों के गुणनफल के समानुपाती एवं उनके बीच की दूरी (r) के वर्ग के व्युत्क्रमानुपाती होता है।



$$F \propto \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

$$F = \frac{K q_1 q_2}{r^2}$$

$$K = \frac{F r^2}{q_1 q_2}$$

$$K = 9 \times 10^9 \ N\text{-}m^2/C^2$$

नोट–

(i) यह बल माध्यम पर निर्भर करता है तथा आकर्षण व प्रतिकर्षण दोनों प्रकार का हो सकता है।

(ii) यह गुरूत्वाकर्षण बल से भिन्न होता है, क्योंकि इसमें दो द्रव्यमानों के मध्य हमेशा आकर्षण होता है।

गुरूत्वाकर्षण

न्यूटन का गुरूत्वाकर्षण का नियम –

- इस नियम के अनुसार, किन्हीं दो पिण्डों के मध्य कार्य करने वाला बल उनके द्रव्यमानों के गुणनफल के अनुक्रमानुपाती तथा उनके बीच की दूरी के वर्ग के व्युत्क्रमानुपाती होता है ।

  बल $(\boldsymbol{F}) = \frac{\boldsymbol{m_1 m_2}}{\boldsymbol{r^2}}$ या $\boldsymbol{F = G\frac{m_1 m_2}{r^2}}$

- जहाँ m_1 तथा m_2 पिण्डों के द्रव्यमान, r पिण्डों के बीच की दूरी तथा G एक सार्वत्रिक गुरूत्वाकर्षण नियतांक (Universal Gravitational Constant) है, जिसका S.I. मान 6.67×10^{-11} न्यूटन–मी^{2}/किग्रा^{2} होता है ।

गुरूत्व

- पृथ्वी एवं अन्य किसी पिण्ड के बीच लगने वाले बल को गुरूत्व बल तथा इस घटना को गुरूत्वाकर्षण (gravity) कहते हैं अर्थात् गुरूत्व वह आकर्षण बल है जिससे पृथ्वी किसी वस्तु को अपने केन्द्र की ओर खींचती है ।

गुरूत्वीय त्वरण

- गुरूत्व बल के कारण किसी पिण्ड में उत्पन्न त्वरण गुरूत्वीय त्वरण (acceleration due to gravity) कहलाता है । इसे g से प्रदर्शित करते है । इसका मात्रक मी/से^{2} या न्यूटन/किग्रा होता है ।
- पृथ्वी की सतह पर गुरूत्वीय त्वरण (g) = $G\frac{M_e}{R_e^2}$

  जहाँ, G = सार्वत्रिक गुरूत्वाकर्षण नियतांक

  M_e = पृथ्वी का द्रव्यमान

  R_e = पृथ्वी की त्रिज्या

अत: स्पष्ट है कि g का मान पिण्ड या वस्तु के द्रव्यमान पर निर्भर नहीं करता है ।

पृथ्वी के गुरूत्वीय त्वरण के मान में परिवर्तन

$$\mathbf{g} \propto \frac{1}{R_e^2}$$

(जहाँ g = गुरूत्व त्वरण, Re = पृथ्वी की त्रिज्या)

- पृथ्वी तल से नीचे जाने पर g का मान घटता है । ध्रुवों पर g का मान अधिकतम तथा विषुवत् रेखा पर न्यूनतम होता है ।
- पृथ्वी के केन्द्र पर g का मान शून्य होता है । अत: किसी वस्तु का भार पृथ्वी के केन्द्र पर शून्य होता है, लेकिन द्रव्यमान नियत रहता है ।

- यदि समान द्रव्यमान की दो वस्तुओं को मुक्त रूप से ऊपर से गिराया जाए तो उनमें उत्पन्न त्वरण समान होगा ।
- G का प्रमाणिक मान 45^0 अक्षांश (Latitude) तथा समुद्र तल पर 9.8 मी/से^{2} होता है । यदि पृथ्वी अपने अक्ष के चारों ओर घूमना बन्द कर दे तो ध्रुवों के अतिरिक्त प्रत्येक स्थान पर g के मान में वृद्धि हो जाएगी । यह विषुवत् रेखा पर सर्वाधिक तथा ध्रुवों पर सबसे कम होगी ।
- यदि पृथ्वी अपने अक्ष के परितः वर्तमान गति से 17 गुना अधिक गति से घूमने लगे तो भूमध्य रेखा पर रखी वस्तु का भार भी शून्य हो जाएगा अर्थात् पृथ्वी की घूर्णन गति बढने पर g का मान घटता है ।
- पृथ्वी तल से h ऊँचाई पर g का मान

$$g' = g\left(1 - \frac{2h}{R_e}\right)$$

यहाँ h = पृथ्वी की सतह से ऊँचाई, R_e = पृथ्वी की त्रिज्या, तथा d = पृथ्वी तल से गहराई

- पृथ्वी तल से d गहराई पर g का मान,

$$(g') = g\left(1 - \frac{d}{R_e}\right)$$

- λ° अक्षांश पर गुरूत्वीय त्वरण का मान $(g') = g - R_e\omega^2 \cos^2\lambda$
- ध्रुवों पर गुरूत्वीय त्वरण g का मान अधिकतम होता है अर्थात् $\lambda = 90^\circ$ तथा $g' = g$ तथा अक्षों पर गुरूत्वीय त्वरण g का मान न्यूनतम होता है अर्थात् $\lambda = 0^\circ$ तथा $g' = g - R_e\omega^2$ । यहाँ $\omega =$ कोणीय वेग, R_e = पृथ्वी त्रिज्या तथा g' = गुरूत्वीय त्वरण में परिवर्तन ।
- यदि पृथ्वी के अपनी अक्ष के परितः घूर्णन की आवृत्ति बढ जाए, तब ध्रुवों के अतिरिक्त सभी स्थानों पर g का मान घटेगा ।
- पृथ्वी ध्रुवो पर चपटी होती है अतः इस प्रकार ध्रुवों पर पृथ्वी की त्रिज्या भूमध्य रेखा से कम होती है, इसलिए भूमध्य रेखा पर गुरूत्वीय त्वरण का मान ध्रुवों से कम होता है ।

नोट –

- भूमध्य रेखा पर g का मान – न्यूनतम
- ध्रुवों पर g का मान – अधिकतम
- भूमध्य रेखा से ध्रुवों की ओर जाने पर गुरूत्वीय त्वरण का मान बढता जाता है, क्योंकि भूमध्य रेखा पर पृथ्वी की त्रिज्या ध्रुवों की त्रिज्या से लगभग 21 किलोमीटर अधिक है । जैसे-जैसे हम ध्रुवों की ओर जाते है वैसे-वैसे R_e का मान कम होता जाता है और गुरूत्वीय त्वरण का मान बढता जाता है ।
- पृथ्वी अपने अक्ष पर घूमना बंद कर दे (w = 0) तो ध्रुवों के अतिरिक्त प्रत्येक स्थान पर g के मान में वृद्धि होगी । यदि वृद्धि विषुवत् रेखा पर सर्वाधिक तथा ध्रुवों की ओर जाने पर कम होती जाएगी ।
- पृथ्वी अपने अक्ष के परितः तेजी से घूमने लग जाए तो पृथ्वी का कोणीय वेग बढने के कारण g का मान घट जाएगा ।

गुरूत्वीय त्वरण के अनुप्रयोग –

- लकडी, लोहे व मोम के समान आकार के टुकडो को समान ऊँचाई से, यदि पृथ्वी पर गिराते है तो आदर्श परिस्थितियों में सभी वस्तुओं पर 'समान गुरूत्वीय त्वरण' कार्य करता है, इसी कारण सभी टुकडे एक साथ पृथ्वी की सतह पर पहुँचेंगे ।
- वायु की उपस्थिति में सबसे भारी पिण्ड पृथ्वी की सतह पर सबसे पहले पहुँचेगा ।
- बॉल पेन गुरूत्वीय बल के सिद्धान्त पर काम करता है । गुरूत्वीय बल के कारण स्याही बॉल पेन से होती हुई कागज पर आ जाती है ।
- ऊँचाई से फेंका पत्थर तेजी से नीचे आता है व पैराशूट धीरे-धीरे नीचे आता है, क्योंकि पैराशूट का पृष्ठीय क्षेत्रफल अधिक होता है जिसके कारण पैराशूट पर लगने वाला वायु प्रतिरोध अधिक होता है, जबकि पत्थर के पृष्ठ का क्षेत्रफल कम होने के कारण वह अधिक तेजी से नीचे गिरता है ।

केप्लर का ग्रहों की गति से संबंधित नियम

- केप्लर ने सूर्य की परिक्रमा करने वाले ग्रहों की गति के सम्बन्ध में निम्नलिखित तीन नियम प्रतिपादित किए, जिन्हें ग्रहों की गति के केप्लर के नियम कहा जाता है ।

कक्षाओं का नियम **(Law of Orbits)**-

- इस नियम के अनुसार, "प्रत्येक ग्रह सूर्य के चारों ओर दीर्घवृत्ताकार (Elliptical) पथ पर गति करता है तथा सूर्य उस दीर्घवृत्त के किसी एक फोकस (नाभि) पर होता है ।"

क्षेत्रीय चाल का नियम **(Law of Areal Velocity)** -

- इस नियम के अनुसार, 'किसी भी ग्रह को सूर्य से मिलाने वाली रेखा अर्थात् ग्रह का सूर्य के सापेक्ष त्रिज्य सदिश, समान समयान्तराल में समान क्षेत्रफल तय करता है अर्थात् ग्रहों की क्षेत्रीय चाल नियत रहती है ।'

परिक्रमण काल का नियम –

- किसी भी ग्रह का सूर्य के चारों ओर परिक्रमण काल का वर्ग (T^2), ग्रह की दीर्घवृत्ताकार कक्षा के अर्द्ध दीर्घ अक्ष की तृतीय घात के समानुपाती होता है ।

$$T^2 \propto r^3$$

- ग्रह जितना सूर्य से दूर होगा उसका परिक्रमण काल उतना ही अधिक तथा ग्रह सूर्य के जितना समीप होगा उसका परिक्रमण काल उतना ही कम होगा ।

ग्रह

- आकाशीय पिण्ड जो सूर्य के चारों ओर अपनी – अपनी कक्षा में चक्कर लगाते रहते हैं, ग्रह कहलाते हैं । सूर्य से बढ़ती दूरी के क्रम में ये बुध, शुक्र, पृथ्वी, मंगल, बृहस्पति, शनि अरूण, वरूण हैं ।

उपग्रह

- वे आकाशीय पिण्ड जो ग्रहों के चारों ओर परिक्रमा करते हैं, उपग्रह कहलाते हैं ।

उपग्रहों का उपयोग –

- ध्रुवीय उपग्रहों का उपयोग विषुवतीय एवं ध्रुवीय क्षेत्रों के सर्वेक्षण में सुदूर – संवेदन मौसम विज्ञान, पर्यावरणीय अध्ययनों में किया जाता है ।
  नोट – भू–स्थिर उपग्रहों का उपयोग कम दूरी के लिए, जबकि ध्रुवीय उपग्रहों का उपयोग दीर्घकालिक पूर्वानुमान लगाने में किया जाता है ।

कृत्रिम उपग्रह

- ये मानव निर्मित होते है । यदि किसी पिण्ड को पृथ्वी तल से ऊपर आकाश में भेजकर उसे लगभग 8 किमी/सेकण्ड का क्षैतिज वेग दे दिया जाये तो वह पिण्ड पृथ्वी के चारों ओर एक निश्चित कक्षा में परिक्रमा करने लगता है । इसका परिक्रमण काल 84 मिनट होता है ।

कक्षीय उपग्रह

- ये उपग्रह एक निश्चित कक्षा में पृथ्वी के चारों ओर परिक्रमा करते है ।

भूस्थिर उपग्रह

- ये पृथ्वी के किसी स्थान के सापेक्ष स्थिर रहते है । इनका परिक्रमण काल पृथ्वी के अपने अक्ष के परितः घूर्णन काल के बराबर (24 घंटे) होता है । इनकी ऊँचाई पृथ्वी तल से लगभग 36000 किमी होती है । इन्हें संचार उपग्रह भी कहते है । इनका उपयोग टेलीफोन, टेलीग्राफ एवं टेलीविजन सिग्नलों हेतु होता है ।
- यदि घूमते हुए किसी उपग्रह से कोई वस्तु या पैकेट गिरा दिया जाय तो वह पृथ्वी पर न गिरकर उपग्रह के साथ उसी कक्षा में एवं उसी चाल में घूमने लगेगा ।
- उपग्रहों में भारहीनता, कृत्रिम उपग्रहों में भारहीनता की अवस्था पायी जाती है अर्थात् उपग्रह के तल द्वारा यात्री पर लगाया गया प्रतिक्रिया बल शून्य होता है । भारहीनता के कारण अंतरिक्ष यात्री अपना भोजन विशेष प्रकार की ट्यूब में ले जाते है और दबा कर निगलते है ।

भू–स्थिर उपग्रह के उदाहरण –

- INSAT – 2B तथा INSAT – 2C भारत के तुल्यकाली उपग्रह है ।
- भारत द्वारा प्रक्षेपित IRNSS (Indian Regional Navigation Satellite System) के 7 उपग्रहों में 3 भू–स्थिर (IRNSS 1C, 1F, 1G) तथा 4 भू–तुल्यकालिक (IRNSS – 1A, 1B, 1D, 1E) है ।

भू–तुल्यकालिक उपग्रहों के उपयोग –

- मौसम – पूर्वानुमान प्रणाली, नेविगेशन आदि ।
- वृत्तीय उपग्रह – पृथ्वी के ध्रुवों के परितः उत्तर–दक्षिण दिशा में परिक्रमण करने वाले उपग्रहों को 'ध्रुवीय उपग्रह' कहते है ।
- ये उपग्रह पृथ्वी तल से 500 किमी से 8800 किमी ऊँचाई तक की ध्रुवीय कक्षा में उत्तर से दक्षिण दिशा में परिक्रमण करते है ।
- इन उपग्रहों का आवर्तकाल लगभग 100 मिनट होता है ।
- उदाहरण – भारत के PSLV श्रेणी के सभी ध्रुवीय उपग्रह ।

द्रव्यमान व भार –

- किसी वस्तु का द्रव्यमान उसके जडत्व का माप होता है । किसी वस्तु का जडत्व उतना ही अधिक होगा, जितना उसका द्रव्यमान ।
- जिस बल द्वारा पृथ्वी किसी वस्तु को अपने केन्द्र की ओर खींचती है, उस बल को उस वस्तु को भार कहते है ।

  $w = mg$

जहाँ w = वस्तु का भार

m = वस्तु का द्रव्यमान

g = गुरूत्वीय त्वरण

D भार का SI मात्रक = न्यूटन (n) अधिक होता है

- वस्तु का द्रव्यमान स्थिर रहता है अर्थात् वस्तु चाहे पृथ्वी पर हो या चंद्रमा पर या बाह्य अंतरिक्ष में अर्थात् वस्तु का द्रव्यमान एक स्थान से दूसरे स्थान पर ले जाने पर नहीं बदलता है ।
- वस्तु का भार उसके द्रव्यमान तथा गुरुत्वीय त्वरण पर निर्भर करता है और किसी भी राशि पर नहीं ।

किसी वस्तु का चंद्रमा पर भार –

- चंद्रमा का द्रव्यमान पृथ्वी से कम होने के कारण वस्तुओं पर कम आकर्षण बल लगता है ।
- चंद्रमा का गुरूत्वीय त्वरण पृथ्वी की तुलना में 1/6 है, अतः पृथ्वी पर किसी वस्तु का भार जितना होगा, चंद्रमा पर उसका 1/6 होगा ।

भारहीनता –

- भारहीनता की स्थिति में, वस्तु का प्रभावी भार शून्य होता है ।
- यदि नीचे उतरते समय लिफ्ट की डोरी टूट जाए, तब लिफ्ट पर खडे व्यक्तियों को अथवा कृत्रिम उपग्रह के भीतर बैठे अंतरिक्ष यात्री को भारहीनता का अनुभव होता है ।

नोट –

- चन्द्रमा का द्रव्यमान अधिक होने के कारण भारहीनता की स्थिति नहीं पायी जाती है । पृथ्वी के सापेक्ष चन्द्रमा का गुरुत्वीय त्वरण 1/6 है अतः वहाँ (चन्द्रमा) किसी वस्तु का भार 1/6 हो जायेगा, परन्तु द्रव्यमान नियत रहेगा । नीचे उतरते समय लिफ्ट की डोरी टूट जाय तो भी भारहीनता का अनुभव होता है ।

पलायन वेग

- वह न्यूनतम वेग, जिससे किसी पिण्ड को ऊपर की ओर फेंका जाय और वह पृथ्वी के गुरुत्वीय क्षेत्र को पार कर जाय तथा वापस पृथ्वी पर लौटकर न आये, पलायन वेग कहलाता है । इसका मान पृथ्वी पर 11.2 किमी/सेकेण्ड होता है ।
- ग्रहों, उपग्रहों में वायुमण्डल की उपस्थिति, किसी ग्रह या उपग्रह पर वायुमण्डल का होना या न होना, वहाँ पर पलायन वेग के मान पर निर्भर करता है । यदि पलायन वेग का मान बहुत अधिक है तो बहुत सघन वायुमण्डल होगा और यदि पलायन वेग कम है तो वायुमण्डल विरल होगा ।
- यदि उपग्रह V व उसका पलायन वेग V_d हो तब –
- यदि $V = V_e$ तब उपग्रह परवलयाकार पथ पर गति करेगा तथा पृथ्वी के गुरुत्वीय क्षेत्र से पलायन कर जाएगा ।
- यदि $V > V_e$ तो उपग्रह एक अति परवलयाकार पथ पर गति करेगा और पृथ्वी के गुरुत्वाकर्षण क्षेत्र से पलायन कर जाएगा ।
- चन्द्रमा की त्रिज्या, द्रव्यमान एवं गुरुत्वीय त्वरण, पृथ्वी पर इसके मान की अपेक्षा कम है अतः चन्द्रमा का पलायन वेग 2.4 Km/s है । चन्द्रमा पर गैसों का औसत वेग इससे अधिक होता है जिससे वें ठहर नहीं पाती है । फलतः वायुमण्डल अनुपस्थित होता है । बृहस्पति, शनि आदि पर पलायन वेग बहुत अधिक है अतः सघन वायुमण्डल पाया जाता है । वायुमण्डल की उपस्थिति या अनुपस्थिति पलायन वेग पर निर्भर करती है ।

नोट –

- पलायन वेग – $\sqrt{2gR}$ जहाँ R = पृथ्वी की त्रिज्या ($R = 6.4X10^6 m$)
- कृत्रिम उपग्रह को पलायन वेग से कम मान पर प्रक्षेपित किया जाता है, जबकि दूसरे ग्रह पर किसी पिण्ड को भेजने के लिए पलायन वेग (11.2 km/sec) के मान से प्रक्षेपित किया जाता है।
- भू – स्थिर उपग्रह प्रक्षेपण यान में (GSLV- Geostationary Satellite Launch Vehicle) में तरल ईंधन के रूप में द्रव हाइड्रोजन तथा द्रव ऑक्सीजन प्रयुक्त होता है।
- ध्रुवीय उपग्रह प्रक्षेपण यान (P.S.L.V. - Polar Satellite Launch Vehicle) में ठोस ईंधन के रूप में हाइड्रॉक्सिल ट्रमिनेटेड पॉली ब्यूटा डाईन तथा तरल ईंधन के रूप में मेथिल हाइड्राजीन का उपयोग होता है ।
- GSLV में प्रयुक्त इंजन–क्रायोजेनिक इंजन।
- कृत्रिम उपग्रहों का परिक्रमण काल पृथ्वी तल से ऊँचाई पर निर्भर करता है। उपग्रह पृथ्वी तल से जितना दूर होगा उसका परिक्रमण काल उतना ही अधिक होता है।
- पृथ्वी के सबसे नजदीक चक्कर लगाने वाले उपग्रह का परिक्रमण काल – 84 मिनट

घर्षण बल

- यह बल दो वस्तुओं के मध्य परस्पर गति का विरोध करता है।
- घर्षण बल सदैव गति की दिशा के विपरीत दिशा में लगता है।

- यह बल वस्तु की प्रकृति पर निर्भर करता है। चिकनी सतह पर वस्तुओं में घर्षण बल कम तथा खुरदरी सतह पर अधिक लगता है।
- घर्षण बल को कम किया जा सकता है, लेकिन शून्य नहीं किया जा सकता हैं।
- घर्षण बल तीन प्रकार का होता है।
  1. सीमांत घर्षण बल
  2. स्थैतिक घर्षण बल
  3. गतिक घर्षण बल

सीमांत घर्षण बल (Limiting Friction Force)

- यदि आरोपित बल बढ़ाया जाये तो स्थैतिक घर्षण भी बढ़ता है। यदि आरोपित बल एक निश्चित (अधिकतम) मान से अधिक बढ़ जाता है तो वस्तु गति करना प्रारम्भ कर देती है। स्थैतिक घर्षण का वह अधिकतम मान जहाँ तक वस्तु गति नहीं करती है, सीमान्त घर्षण कहलाता है।
- सम्पर्क में रखी किन्हीं दो वस्तुओं के बीच सीमान्त घर्षण का परिमाण, उनके बीच अभिलम्ब प्रतिक्रिया बल के समानुपाती होता है।

$F_l \propto R$ (जहाँ F_l – सीमांत घर्षण बल
R – प्रतिक्रिया बल

$F_l = \mu_s R$ μ_s – स्थैतिक घर्षण गुणांक)

$\mu_s = \frac{F_l}{R}$

- यह सीमांत घर्षण बल तथा अभिलम्ब प्रतिक्रिया बल (R) का अनुपात होता है।

स्थैतिक घर्षण बल (Static Friction Force)

- वह विरोधी बल है जो तब अस्तित्व में आता है, जब एक वस्तु अन्य वस्तु के पृष्ठ पर फिसलने का प्रयास करती है, परन्तु वास्तव में गति प्रारम्भ नहीं होती है। स्थैतिक घर्षण बल कहलाता है।
- यह एक स्वसमंजित बल है, क्योंकि यह आरोपित बल के अनुसार स्वयं को परिवर्तित कर लेता है तथा यह सदैव कुल बाह्य बल के बराबर होता है।

गतिक घर्षण बल (Kinetic Friction Force)

- यदि लगाया गया बल और अधिक बढ़ाया जाये तथा वस्तु गति करना प्रारम्भ कर दे तो गति विरोधी इसी घर्षण को गतिक घर्षण कहते है।
- गतिक घर्षण बल (F_k) अभिलम्ब प्रतिक्रिया बल (R) पर निर्भर करता है।
- गतिक घर्षण का मान सम्पर्क तलों की प्रकृति पर निर्भर करता है।
- गतिक घर्षण हमेशा सीमांत घर्षण से कम होता है।

$F_l > F_k$

- गतिक घर्षण बल दो प्रकार के होते है–

(1) सर्पी घर्षण –

  - जब कोई वस्तु किसी दूसरी वस्तु के धरातल पर खिसकती हुई चलती है तो दोनों धरातलों के मध्य के घर्षण को सर्पी घर्षण कहते है। सर्पी घर्षण तब तक क्रिया करता है, जब तक दोनों वस्तुओं की सापेक्ष गति होती है।

(2) लोटनी घर्षण –

  - जब कोई वस्तु जैसे पहिया, गोला अथवा बेलन किसी पृष्ठ पर लुढ़कता है, तो लगने वाले घर्षण बल को लोटनी घर्षण बल कहते है।
  - लोटनी घर्षण बल, सर्पी घर्षण बल की तुलना में बहुत कम होता है, इसलिए भारी वस्तुओं को पहियों वाली गाड़ी में रखकर ले जाया जाता है।
  - लुढ़कने में, सम्पर्क तल एक–दूसरे से रगड़ते नहीं है।

घर्षण का नियंत्रण

- घर्षण सदैव दो सतहों के बीच गति का विरोध करता है। घर्षण के कारण मशीनों के गतिमान पुर्जे घिसते रहते है तथा इनकी क्षति होती है।
- घर्षण को कम करने के लिए निम्न उपाय किये जा सकते है।
  - पॉलिश द्वारा
  - चिकनाई द्वारा (स्नेहक के रूप में)
  - पदार्थ के उचित चयन द्वारा
  - वस्तु को धारा रेखीय आकृति देकर (वायु में घर्षण कम करने के लिए मोटर वाहन, रेलगाड़ियों के ईंजन एवं वायुयान विशेष आकृति में बनाये जाते है।)
  - बॉल–बेयरिंग का उपयोग करके

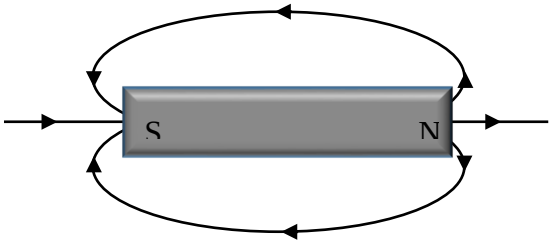
घर्षण के लाभ

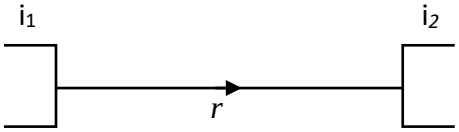
- चलने में सहायता करता है। बिना घर्षण के फर्श पर हम फिसल कर गिर जाएँगें।
- सड़क पर पहिये का घूमना।
- ब्रेक लगाकर वाहन को रोकना।
- घर्षण के कारण ही पट्टे या चेन द्वारा मोटर से मशीन को घूर्णन ऊर्जा का स्थानांतरण संभव होता है।
- दीवार पर पेच या कील का रुके रहना।
- कागज पर पेन या पेन्सिल से लिखने में सहायक।
- रस्सी में गाँठ लगाना या कपड़ा बुनना।

घर्षण की हानियाँ

- ऊर्जा की हानि होती है।
- मशीनों की दक्षता का घटना।
- मशीनों द्वारा अधिक ईंधन का व्यय।
- मशीनों के कल–पुर्जों में घिसावट या टूट–फूट।
- मशीनों की कार्यक्षमता में गिरावट।

चुम्बकीय बल (Magnetic Force)





$$F_m \propto \frac{i_1 i_2}{r^2}$$

$$F_m = \frac{1}{4\pi\mu}\frac{i_1 i_2}{r^2}$$

जहाँ i_1 & i_2 = चुम्बकीय ध्रुवों की तीव्रता

μ = माध्यम की चुम्बकशीलता

($\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ हेनरी/मीटर)

(∵ μ_0 = निर्वात की चुम्बकशीलता)

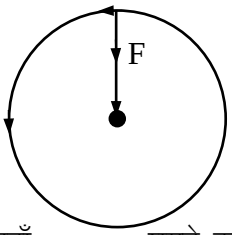
नोट – विद्युत चुम्बकीय बलों की प्रबलता गुरूत्वाकर्षण बल की तुलना में अधिक होती है, लेकिन इनकी परास (Range) बहुत कम होती है।

+	+	प्रतिकर्षण	N]	[N	प्रतिकर्षण
–	–		S]	[S	
+	–	आकर्षण	S]	[N]	आकर्षण

गुरुत्वाकर्षण बल

अभिकेन्द्रीय बल

- जब कोई पिण्ड (वस्तु) किसी निश्चित बिन्दु के परितः वृत्तीय पथ पर अचर वेग से गति करता है। तब वृत्तीय गति करती हुई प्रत्येक वस्तु पर एक बल अन्दर की ओर लगता है जिसे अभिकेन्द्रीय बल कहते है।



$$F = \frac{mv^2}{r}$$

(जहाँ m = घूमते कण का द्रव्यमान

r = वृत्तीय पथ की त्रिज्या

v = कण का वेग)

उदाहरण

- इलेक्ट्रॉन का नाभिक के चारों तरफ चक्कर लगाना।
- पृथ्वी का सूर्य के चारों ओर चक्कर लगाना।
- रस्सी से पत्थर बाँधकर घुमाना जिसमें रस्सी पर अन्दर की ओर बल लगता है।
- अधिकतर सड़के बाहर की तरफ से ऊँची उठी हुई होती है, जो इसी सिद्धान्त पर आधारित है।
- साइकिल या स्कूटर चलाते समय मोड़ पर घुमाते समय नीचे की ओर झुकाना।

अपकेन्द्रीय बल

- जब वस्तु एक वृत्ताकार मार्ग में गति करती है तो उस पर बाहर की ओर एक बल लगता है अर्थात् केन्द्र से दूर, जिसे अपकेन्द्रीय बल कहा जाता है।
- यह एक आभासी बल या जड़त्वीय बल है।

उदाहरण –

- यदि कोई व्यक्ति किसी घूमती हुई वस्तु पर स्थित हो तो वह बाहर की ओर एक बल अनुभव करेगा।
- वाशिंग मशीन से कपड़े साफ करना।
- मक्खन निकालना।
- मोड़ पर वाहनों को पलटने से रोकने के लिए अन्दर की ओर अभिकेन्द्रीय बल कार्य करता है।

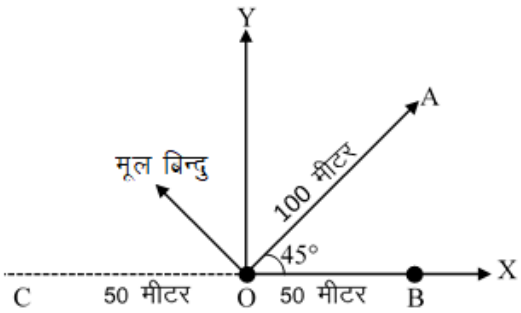
नोट –

- ससंजक बल –
  - एक ही पदार्थ के विभिन्न अणुओं के मध्य लगने वाला बल ससंजक बल कहलाता है।
  - पृष्ठ तनाव इसी बल पर आधारित होता है।
- आसंजक बल
  - विभिन्न पदार्थों के अणुओं के मध्य लगने वाला बल आसंजक बल कहलाता है।

गति

- किसी वस्तु, कण अथवा पिण्ड की स्थिति का समय के साथ, निरन्तर बदलना गति कहलाता है। इसी प्रकार समय के साथ स्थिति का नहीं बदलना वस्तु की विराम अवस्था को व्यक्त करता है।

- किसी वस्तु की गति या विराम अवस्था या स्थिर अवस्था, सदैव ही किसी निर्देश बिन्दु से मापी जाती है जिसे मूल बिन्दु कहा जाता है।



- मूल बिन्दु O से वस्तु A की स्थिति 100 मीटर, OX के 45° कोण पर।
- इसी प्रकार वस्तु B मूल बिन्दू O से पूर्व की ओर OX अक्ष पर 50 मीटर दूर है।
- अतः निर्देश बिन्दु (मूल बिन्दु) के सापेक्ष वस्तु की स्थिति में समय के साथ अनवरत परिवर्तन को गति कहते है।
- वस्तु की गति कई प्रकार की हो सकती है। जैसे–रेखीय गति, वृत्ताकार गति, कम्पन्न गति, आवर्त गति एवं घूर्णन गति आदि।

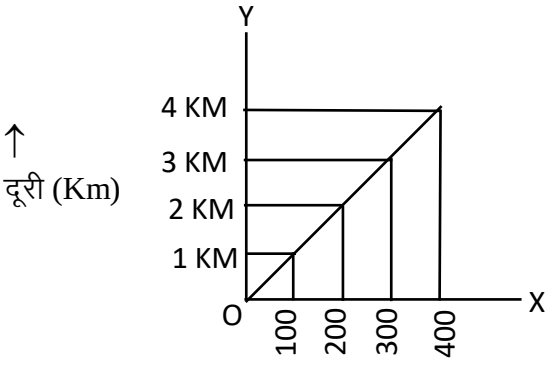
गति के प्रकार

एकसमान गति (Uniform Motion)

- यदि कोई वस्तु समान समय अन्तराल में समान दूरी तय करती है तो वस्तु की गति को Uniform गति कहते है।

दूरी	समय
0 KM	0 सेकण्ड
1 KM	100 सेकण्ड
2 KM	200 सेकण्ड
3 KM	300 सेकण्ड
4 KM	400 सेकण्ड

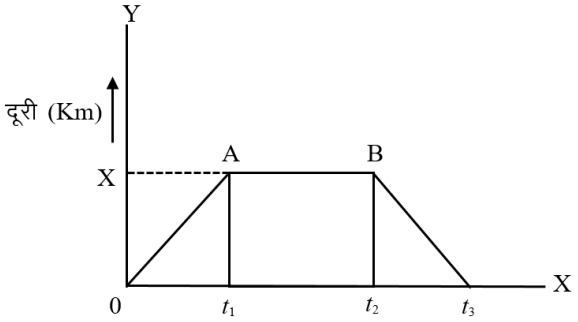
- उपर्युक्त प्रेक्षणों के आधार पर समय व दूरी में ग्राफ खींचने पर एक सीधी रेखा प्राप्त होती है।



एक समान गति में स्थिति–समय वक्र

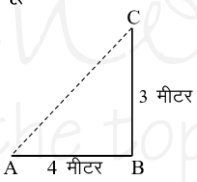
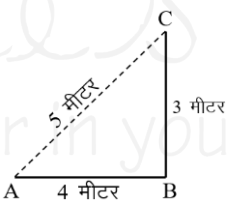
असमान गति (Non Uniform Motion)

- किसी भी वाहन का वेग यात्रा के समय एक समान नहीं रहता है, उसका वेग कभी कम एवं कभी अधिक होता रहता है। जिसे असमान गति (Non Uniform Motion) कहते है।
- असमान गति/वेग का स्थिति व समय में ग्राफ खींचने पर इस प्रकार का ग्राफ प्राप्त होता है।



असमान वेग का स्थिति–समय ग्राफ

दूरी तथा विस्थापन (Distance and Displacement)

दूरी (d)	विस्थापन (s)
• प्रारम्भिक स्थिति से अन्तिम स्थिति तक पहुँचने में तय की गई कुल लम्बाई दूरी कहलाती है।  बिंदु A व C के मध्य कुल दूरी 4 + 3 = 7 मीटर है।	• वस्तु की प्रारम्भिक एवं अन्तिम स्थिति के बीच की सरल रेखीय दूरी को वस्तु का विस्थापन कहते है।  A व C के मध्य विस्थापन (s) 5 मीटर है।
• दूरी एक अदिश राशि है।	• विस्थापन एक सदिश राशि है।
• दूरी का मात्रक (लम्बाई का मात्रक) मीटर (m) होता है।	• विस्थापन का मात्रक भी मीटर (m) होता है।
• दूरी का मान कभी भी शून्य नहीं हो सकता है।	• विस्थापन का मान शून्य हो सकता है।
• दूरी का मान हमेशा विस्थापन (s) के बराबर या अधिक होगा।	• विस्थापन का मान दूरी से कम या बराबर हो सकता है।
• दूरी सदैव धनात्मक होती है।	• विस्थापन ऋणात्मक हो सकता है।

चाल तथा वेग (Speed and Velocity)

चाल (Speed)	वेग (Velocity)
• गतिशील वस्तु द्वारा एकांक समय में तय की गई दूरी को वस्तु की चाल कहते है। $\text{चाल} = \frac{\text{वस्तु द्वारा तय की गई दूरी } (d)}{\text{दूरी तय करने में लगा समय } (t)}$ $\boxed{V_{av} = \frac{d}{t}}$	• निश्चित दिशा में किसी वस्तु द्वारा एकांक समय में तय की गई दूरी को उसका वेग कहते है। $\text{वेग (v)} = \frac{\text{दूरी निश्चित दिशा में}}{\text{समय}}$ $\vec{V} = \frac{\text{विस्थापन}(\vec{S})}{\text{समय}(t)}$ $\vec{V} = \frac{\vec{S}}{t}$
• चाल एक अदिश राशि है।	• वेग एक सदिश राशि है।
• मात्रक– km/hour या मीटर/सेकण्ड	• मात्रक– मीटर/सेकण्ड

नोट – दो वाहन किसी रफ्तार/चाल से भिन्न–भिन्न दिशा में जाने पर उनकी चाल समान हो सकती है, लेकिन वेग भिन्न–भिन्न होगा।

- समय (t) सदैव धनात्मक होता है।
- विस्थापन (d) धनात्मक होने पर वेग (v) भी धनात्मक होगा व विस्थापन (s) ऋणात्मक होने पर वेग (v) भी ऋणात्मक होगा

त्वरण (Acceleration)

- प्रति एक सेकण्ड में वेग के परिवर्तन की दर को त्वरण कहते है अर्थात् किसी वस्तु के वेग में परिवर्तन की दर को त्वरण (a) कहते है।
- यदि किसी वस्तु का प्रारम्भिक वेग u है तो t समय पश्चात् वस्तु का वेग V हो जाता है तो वस्तु का त्वरण (a) होगा–

$$\text{त्वरण} = \frac{\text{वेग में परिवर्तन}}{\text{परिवर्तन में लगा समय}}$$

$$\boxed{a = \frac{\vec{v} - \vec{u}}{t}}$$

- वेग में वृद्धि की अवस्था में ($v > u$) ⟶ त्वरण धनात्मक
- वेग में कमी की अवस्था में ($v < u$) ⟶ त्वरण ऋणात्मक
- समान वेग से गतिमान वस्तु ($v = u$) ⟶ त्वरण शून्य होता है।

नोट –

- ऋणात्मक त्वरण को 'मंदन' कहा जाता है।
- त्वरण का मात्रक–मीटर/सेकण्ड^2 (m/s^2)

गति के नियम (Laws of Motion)

- वस्तुओं की गति को नियंत्रित करने वाले नियमों को सबसे पहले सर आइजक न्यूटन ने स्थापित किया था।
- इन नियमों से हमें बल की यथार्थ परिभाषा मिलती है।
- इनमें आरोपित बल एवं वस्तु की गति की अवस्था के बीच मात्रात्मक संबंध प्राप्त होता है।

न्यूटन की गति का प्रथम नियम

- गति का प्रथम नियम जड़त्व का नियम कहलाता है।
- इस नियम के अनुसार यदि कोई वस्तु स्थिर अवस्था में है तो वह स्थिर अवस्था में ही बनी रहती है या कोई वस्तु किसी निश्चित वेग से एक दिशा में गति कर रही है तो वह उसी वेग से उसी दिशा में गति करती ही रहती है जब तक कि उस पर कोई बाह्य बल कार्य नहीं करता है।
- स्थिति में परिवर्तन करने का विरोध जड़त्व के कारण होता है अतः इसे 'जड़त्व का नियम' भी कहते है।
- गति के इस नियम को दो भागों में विभाजित किया गया है ।

(i) स्थिर अवस्था में जड़त्व का नियम

- इस नियम के अनुसार यदि कोई वस्तु स्थिर अवस्था में है तो यह स्थिर अवस्था में ही बनी रहती है। जब तक उस पर कोई बाह्य बल कार्य नहीं करता है।

उदाहरण–

- गिलास के ऊपर एक गत्ता रखें एवं गत्ते पर सिक्का रखें। अब गत्ते को धक्का मारने पर सिक्के का गिलास में गिरना।

- सिक्कों को ऊपर–नीचे जमाने के बाद नीचे के सिक्के को बाहर निकालना।
- स्थिर कार या बस को अचानक चलाने पर उसमें बैठे यात्री को पीछे की ओर धक्का लगना।
- कम्बल को डंडे से पीटने पर धूल के कण पृथक होना।
- घोड़े पर सवार बैठा है और अचानक घोड़ा दौड़ना प्रारम्भ करने से सवार पीछे की ओर गिर जाता है।
- फल की डाल को हिलाने पर फल का नीच जमीन पर गिरना।

(ii) गति अवस्था में जड़त्व का नियम

यदि कोई वस्तु गति कर रही है तो वह गतिशील ही बनी रहेगी। जब तक उस पर कोई बाह्य बल कार्य नहीं करें।

उदाहरण–

- लम्बी कूद कूदने वाला कूदने से पहले तेज रफ्तार से दौड़ता है।
- चलती बस/कार में अचानक ब्रेक लगाने पर आगे की ओर झुकना।
- जब कोई व्यक्ति चलती हुयी गाड़ी या बस से उतरता है तो मुँह के बल आगे की ओर गिरना, क्योंकि जमीन के सम्पर्क में आते ही स्थिर हो जाता है, जबकि शरीर आगे गतिमान रहता है।

नोट–वस्तुओं की अवस्था में परिवर्तन का प्रतिरोध वस्तु के द्रव्यमान पर निर्भर करता है।

वस्तु का द्रव्यमान ∝ वस्तु का जड़त्व

- वस्तु का द्रव्यमान जितना अधिक होगा उतना ही अधिक उसका जड़त्व होगा। अतः किसी वस्तु का द्रव्यमान उसके जड़त्व का माप होता है।

न्यूटन की गति का दूसरा नियम–

- गति का दूसरा नियम संवेग संरक्षण का नियम कहलाता है ।
- गति के दूसरे नियमानुसार वस्तु के द्वारा आरोपित बल उसके संवेग में परिवर्तन की दर के बराबर होता है।

$$F = \frac{dp}{dt} \qquad [\because P = mv]$$

$$F = \frac{d(m \times v)}{dt}$$

$$F = \frac{mdv}{dt} \qquad [a = \frac{dv}{dt}]$$

$$\boxed{F = m\,a}$$

- न्यूटन का दूसरा नियम बल को गणितीय रूप से परिभाषित करता है।
- बल का मात्रक–किलोग्राम × मीटर/सैकण्ड^2 या kg - m/s^2 या न्यूटन

$$\boxed{1 \text{ न्यूटन} = 10^5 \text{ Dyne}}$$

$$\boxed{1 \text{ पाउण्डल} = 13825.7 \text{ Dyne}}$$

नोट–किसी वस्तु के द्रव्यमान को स्थिर रखकर बल (F) को दो गुना कर देने पर त्वरण दुगुना हो जाएगा।

संवेग (Momentum)

- न्यूटन के गति के दूसरे नियम से संवेग की धारणा को प्रस्तुत किया गया है।
- गति करती हुई किसी वस्तु का संवेग द्रव्यमान (m) व वेग (v) के गुणनफल के बराबर होता है।

$$\boxed{\vec{P} = mv}$$

- संवेग एक सदिश राशि है।
- संवेग का मात्रक–kg- m/sec

उदाहरण

- क्रिकेट में बॉल को कैच करते समय हाथों को पीछे की ओर खींचना।
- बॉक्सिंग में पंच से बचने के लिए अपने शरीर को पीछे ले जाना।
- ठोस सड़क पर गिरने की बजाय मिट्टी पर गिरने से दर्द का अनुभव कम होना।

न्यूटन की गति का तीसरा नियम

- प्रत्येक क्रिया के लिए समान परन्तु विपरीत दिशा में प्रतिक्रिया होती है।
- क्रिया व प्रतिक्रिया सदैव दो भिन्न–भिन्न वस्तुओं पर कार्य करती है।
- इस नियम से हम दो वस्तुओं पर एक साथ लगने वाले पारस्परिक बलों के सम्बन्ध का अध्ययन करते है।

उदाहरण

- चलते समय हम पैरों से फर्श या पृथ्वी की सतह पर पीछे की ओर बल लगाते है तो हम प्रतिक्रिया बल लगने से आगे बढ़ते है।
- तैराक के द्वारा हाथ–पैर से पानी को पीछे की ओर धकेलना।
- पतवारों से नाव को आगे बढ़ाने के लिए पानी को पीछे धकेलना।
- रॉकेट प्रक्षेपण के समय ईंधन का तेजी से बाहर निकालना।
- बंदूक से गोली चलाने पर कंधे को पीछे की ओर झटका लगना।

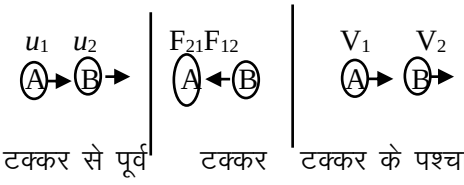
नोट–

- प्रत्येक क्रिया की प्रतिक्रिया होती है।

- क्रिया व प्रतिक्रिया बल दिशा में विपरीत एवं परिमाण में बराबर होता है।
- क्रिया और प्रतिक्रिया बल भिन्न–भिन्न वस्तुओं पर कार्य करते है अतः ये एक–दूसरे के प्रभाव को नष्ट नहीं कर सकते है।

संवेग संरक्षण का नियम

- यदि किसी पिण्ड या निकाय पर बाह्य बल शून्य है, तो उस निकाय के सम्पूर्ण संवेग का संरक्षण होता है अर्थात् समय के साथ संवेग का मान नियत बना रहता है।



गोली A का टक्कर से पहले एवं टक्कर के बाद संवेग क्रमशः m_1u_1 तथा m_2u_2 है।

- A के संवेग में परिवर्तन की दर = $\frac{m_1(V_1 - u_1)}{t}$
- B के संवेग में परिवर्तन की दर = $\frac{m_2(V_2 - u_2)}{t}$
- यदि A द्वारा B पर लगाया गया बल F_{12} है तो B द्वारा A पर लगाया गया बल F_{21} होगा।

∵ न्यूटन के दूसरे नियम से–

$$F_{12} = \frac{m_1(V_1 - u_1)}{t}$$

$$F_{21} = \frac{m_2(V_2 - u_2)}{t}$$

अतः गति के तीसरे नियमानुसार

$F_{12} = -F_{21}$

$$\frac{m_1(V_1 - u_1)}{t} = -\frac{m_2(V_2 - u_2)}{t}$$

या $m_1(V_1 - u_1) = -m_2(V_2 - u_2)$

$m_1v_1 + m_2u_2 = m_1v_1 + m_2v_2$ .....

टक्कर से पूर्व कुल संवेग = टक्कर के पश्चात् कुल संवेग

गति के समीकरण

1. $V = u + at$ (V = अन्तिम वेग, u = प्रारम्भिक वेग, a = त्वरण, t = त्वरण)
2. $S = ut + \frac{1}{2}at^2$ (s = विस्थापन)
3. $V^2 = u^2 + 2as$

- मुक्त रूप से गिरती हुई वस्तुओं का प्रारम्भिक वेग शून्य होता है।

$\boxed{u = 0}$

$\boxed{V = at}$

$\boxed{S = \frac{1}{2}at^2}$

$\boxed{V^2 = 2as}$

- जब किसी वस्तु को उर्ध्वाधर दिशा में फेका जाये तो त्वरण (a), गुरुत्वीय त्वरण (g) के बराबर होता है।
- वस्तु ऊपर की ओर गति करे तो g का मान ऋणात्मक होगा।
- वस्तु नीचे की ओर गति करे तो g का मान धनात्मक होगा।
- ऊपर की ओर फेकने पर–

$\boxed{V = u - gt}$

$\boxed{h = ut - \frac{1}{2}gt^2}$ (h = किसी क्षण वस्तु की सतह से ऊँचाई)

$\boxed{V^2 = u^2 - 2gh}$

- जब वस्तु को ऊपर की ओर फेंकते है तो अधिकतम ऊँचाई पर वस्तु का अन्तिम वेग (v) शून्य हो जाता है।
- अलग–अलग द्रव्यमानों के दो पिण्डों को ऊपर से नीचे गिराने पर सभी समान समय में ही पृथ्वी पर पहुँचते है।

उदाहरण – एक नीम पर बैठे कौए की चोच से रोटी का टुकड़ा छूटकर 2 सेकण्ड में नीचे आ जाता है। निम्न गणना कीजिए ($g = 10\ m/sec^2$)।

1. धरती पर टकराते समय रोटी का वेग क्या होगा?

हल: प्रारम्भिक वेग (u) = 0

अतः $V = gt$

$V = 10 \times 2 = 20\ m/s$

2. इन 2 सेकण्ड के दौरान रोटी का औसत वेग कितना होगा?

हल: $V = \frac{u + V}{2}$ ($u = 0$, $V = 20\ m/s$)

$V = \frac{0 + 20}{2} = 10\ m/s$