arihant

संशोधित संस्करण

एन्साइक्लोपीडिया

सामान्य विज्ञान

सभी प्रतियोगी परीक्षाओं के लिए

NCERT विज्ञान की पुस्तकों पर आधारित
प्रतियोगी परीक्षाओं के विश्लेषण के अनुसार
Everyday साइंस से सम्बन्धित घटनाओं की व्याख्या
सर्वश्रेष्ठ 2000 वस्तुनिष्ठ प्रश्नों का समावेश

संघ लोक सेवा आयोग एवं राज्य लोक सेवा आयोग परीक्षाओं
एस एस सी, रेलवे तथा अन्य सामान्य प्रतियोगी परीक्षाओं हेतु

एन्साइक्लोपीडिया

सामान्य विज्ञान

सभी प्रतियोगी परीक्षाओं के लिए

संशोधित संस्करण

एन्साइक्लोपीडिया

सामान्य विज्ञान

सभी प्रतियोगी परीक्षाओं के लिए

सिद्धार्थ मुखर्जी

सहलेखक

जे के झा *(भौतिक विज्ञान)*
पूर्णिमा शर्मा *(रसायन विज्ञान)*
बरखा गुप्ता *(जीव विज्ञान)*
नीतू गायकवाड़ *(कम्प्यूटर एण्ड आई टी)*

arihant

अरिहन्त पब्लिकेशन्स (इण्डिया) लिमिटेड

arihant

अरिहन्त पब्लिकेशन्स (इण्डिया) लिमिटेड

सर्वाधिकार सुरक्षित

© प्रकाशक

इस पुस्तक के किसी भी अंश का पुनरुत्पादन या किसी प्रणाली के सहारे पुनर्प्राप्ति का प्रयास अथवा किसी भी तकनीकी तरीके—इलेक्ट्रॉनिक, मैकेनिकल, फोटोकॉपी, रिकॉर्डिंग या वेब माध्यम से प्रकाशक की अनुमति के बिना वितरण नहीं किया जा सकता है। 'अरिहन्त' ने अपने प्रयास से इस पुस्तक के तथ्यों तथा विवरणों को उचित स्रोतों से प्राप्त किया है। पुस्तक में प्रकाशित किसी भी सूचना की सत्यता के प्रति तथा इससे होने वाली किसी भी क्षति के लिए प्रकाशक, सम्पादक, लेखक अथवा मुद्रक जिम्मेदार नहीं हैं।

सभी प्रतिवाद का न्यायिक क्षेत्र 'मेरठ' होगा।

रजि. कार्यालय

'रामछाया' 4577/15, अग्रवाल रोड, दरिया गंज, नई दिल्ली- 110002
फोन: 011-47630600, 43518550

मुख्य कार्यालय

कालिन्दी, टी०पी० नगर, मेरठ (यूपी)– 250002
फोन: 0121-7156203, 7156204

शाखा कार्यालय

आगरा, अहमदाबाद, बरेली, बंगलुरु, चेन्नई, दिल्ली, गुवाहाटी, हैदराबाद, जयपुर, झाँसी, कोलकाता, लखनऊ, नागपुर तथा पुणे

ISBN 978-93-25293-31-1
₹

PO No : TXT-XX-XXXXXXX-X-XX

PUBLISHED BY ARIHANT PUBLICATIONS (INDIA) LTD.

'अरिहन्त' की पुस्तकों के बारे में अधिक जानकारी के लिए हमारी वेबसाइट **www.arihantbooks.com** पर लॉग इन करें या **info@arihantbooks.com** पर सम्पर्क करें।
Follow us on...

प्रस्तावना

प्रतियोगी परीक्षाओं जैसे SSC, UPSC & State Level PSCs, आदि के नए पैटर्न के विश्लेषण के आधार पर यह पाया गया है कि सामान्य विज्ञान ने इन सभी परीक्षाओं में एक महत्त्वपूर्ण रूप ले लिया है। सामान्य विज्ञान हमेशा से ही प्रतियोगी परीक्षाओं के उम्मीदवारों के लिए एक कठिनाई वाला विषय खण्ड रहा है क्योंकि इसका कोई निर्धारित पाठ्यक्रम और कवरेज क्षेत्र नहीं होता। साथ ही ऐसे विद्यार्थियों की संख्या भी बहुत अधिक है जिन्होनें विज्ञान विषय नही पढ़ा है और सामान्य प्रतियोगिताओं की तैयारी कर रहे हैं, उन्हें सामान्य विज्ञान और भी अधिक कठिन लगता है।

अत: एक ऐसी पुस्तक की आवश्यकता है जिसमें सामान्य विज्ञान के सभी भागों को संयोजित तरीके से देने के साथ ही विषय को सरलतापूर्ण तरीके से दिया गया हो, तथा जो विज्ञान विद्यार्थियों के साथ–साथ उन विद्यार्थियों द्वारा भी पढ़ी व समझी जा सकें जिन्होनें विज्ञान कभी मुख्य विषय के रूप में नहीं पढ़ा है।

यह पुस्तक **एन्साइक्लोपीडिया सामान्य विज्ञान,** विषय की महत्त्वपूर्णता को ध्यान में रखते हुए तैयार की गई है। इसमें सामान्य विज्ञान के सभी भागों जैसे भौतिक विज्ञान, रसायन विज्ञान, जीव विज्ञान, आन्तरिक्ष विज्ञान, कृषि विज्ञान एवं पशुपालन, पर्यावरण, स्वास्थ्य, कम्प्यूटर विज्ञान, आदि का समावेश किया गया है।

इस पुस्तक को बनाते हुए इस बात का विशेष ध्यान रखा गया है कि विषय की जटिलताओं को सरलीकृत रूप से प्रस्तुत किया जाए ताकि वे विद्यार्थी जिन्होंने विज्ञान विषय का अध्ययन अपनी पढ़ाई के दौरान नहीं किया है, वे भी विज्ञान को समझ सकें।

यह पुस्तक बाजार में उपलब्ध एकमात्र पुस्तक है जिसको NCERT की पाठ्य पुस्तकों को आधार मानकर तैयार किया गया है।

प्रमुख विशेषताएँ

- NCERT विज्ञान की पाठ्य पुस्तकों पर आधारित
- विभिन्न प्रतियोगी परीक्षाओं के विश्लेषण के अनुसार
- Everday साइंस से सम्बन्धित घटनाओं की व्याख्या
- विभिन्न प्रतियोगी परीक्षाओं में पूछे गये प्रश्नों का अध्यायवार कवरेज (2020 तक)
- महत्त्वपूर्ण Appendices; शब्दावली, शाखाएँ तथा प्रत्येक खण्ड की महत्त्वपूर्ण सूचना

इस पुस्तक को बनाने में अरिहन्त डीटीपी यूनिट व प्रूफ रीडिंग टीम का सहयोग अति प्रशंसनीय है। इसे और उपयोगी बनाने के लिए आपकी ओर से हमें जो भी सुझाव प्राप्त होंगे, उन्हें इस पुस्तक के अगले संस्करण में निश्चित रूप से स्थान दिया जाएगा ।

शुभकामनाओं सहित

विषय-सूची

भौतिक विज्ञान 1-268

1. मात्रक, मापन तथा त्रुटि *1-13*

भौतिक राशियाँ (1) मापन (1) मात्रक (2) मात्रकों की पद्धति (2-4) मात्रकों के रूपान्तरण (5) विमीय सूत्र तथा विमीय समीकरण (6-7) मापन में त्रुटियाँ (9-10) सार्थक अंक (10-11)

2. गति *14-28*

विराम तथा गति (14) वस्तुओं की गति के प्रकार (14-15) एकविमीय, द्विविमीय तथा त्रिविमीय गति (15) गति सम्बन्धी कुछ मूलभूत पद (15-18) एकसमान तथा असमान गति (18) गति का ग्राफीय प्रदर्शन (19-20) गति के समीकरण (21) मुक्त रूप से गिरते पिण्ड की गति (22) समतल में गति : प्रक्षेप्य गति तथा वृत्तीय गति (22-25)

3. बल तथा गति के नियम *29-39*

बल (29) प्रकृति में उपस्थित मूलभूत बल (29-30) जड़त्व (31) न्यूटन के गति के नियम (31-33) आवेग (33) घर्षण (34-36) अभिकेन्द्र तथा अपकेन्द्र बल (36)

4. कार्य, शक्ति तथा ऊर्जा *40-57*

कार्य (40-41) सामर्थ्य (41) ऊर्जा (42) गतिज ऊर्जा तथा स्थितिज ऊर्जा (42-43) कार्य–ऊर्जा प्रमेय (43) ऊर्जा संरक्षण का नियम (44) ऊर्जा के स्रोत : नवीकरणीय तथा अनवीकरणीय (44-45) ऊर्जा के पारंपरिक स्त्रोत : जीवाश्म ईंधन, तापीय विद्युत संयंत्र, जल विद्युत संयंत्र (45-47) ऊर्जा के पारंपरिक स्त्रोतों के उपयोग के लिए प्रौद्योगिकी में सुधार : बायो द्रव्यमान, बायो–गैस, पवन ऊर्जा (47-49) गैर परंपरागत ऊर्जा स्रोत : सौर ऊर्जा, सोलर तापन युक्तियाँ, सोलर कुकर, सोलर सेल, सोलर पैनल (49-52) समुद्र से ऊर्जा : ज्वारीय ऊर्जा, तरंग ऊर्जा, सागरीय तापीय ऊर्जा (52-53) भूतापीय ऊर्जा तथा नाभिकीय ऊर्जा (53-54)

5. द्रव्यमान केन्द्र एवं घूर्णन गति *58-65*

द्रव्यमान केन्द्र (58-59) घूर्णन गति (59) बल आघूर्ण (59) बल–युग्म तथा सन्तुलन (59-60) गुरुत्व केन्द्र (60-61) जड़त्व आघूर्ण (61-63) कोणीय संवेग (63) सरल मशीन (63-64)

6. गुरुत्वाकर्षण *66-75*

सार्वत्रिक गुरुत्वाकर्षण का नियम (66-67) गुरुत्वीय त्वरण (67) गुरुत्वीय त्वरण (g) के मान में परिवर्तन (67-68) भार तथा द्रव्यमान (68) ग्रह तथा उपग्रह (69) ग्रहों की गति के केप्लर के नियम (70) उपग्रह का कक्षीय वेग (70-71) पलायन वेग (71)

7. ठोसों के यान्त्रिक गुण *76-80*

द्रव्य (76) प्रत्यास्थता (76-78) हुक का नियम (78-79) प्रत्यास्थता के गुणों के आधार पर पदार्थों का वर्गीकरण (79)

8. द्रवों के यान्त्रिक गुण *81-96*

प्रणोद तथा दाब (81) घनत्व (82) द्रव में दाब (82-83) पास्कल का नियम (83) वायुमण्डलीय दाब (83-84) उत्प्लावकता (84) आर्कि मिडीज का सिद्धान्त (85) प्लवन (85-86) पृष्ठ तनाव (86-87) पृष्ठ ऊर्जा (87) स्पर्श कोण (88) केशिकात्व (89) द्रवों का प्रवाह (89-91) बरनौली की प्रमेय (91-92) टॉरिसेली की प्रमेय (92) श्यानता (92) स्टोक्स का नियम (93) सीमान्त वेग (93)

9. ऊष्मा, ताप तथा ऊष्मागतिकी ***97-114***

ऊष्मा (97) ताप तथा तापमान पैमाने (97-99) आर्द्रता (99-100) ठोसों, द्रवों तथा गैसों में ऊष्मीय प्रसार (100-101) विशिष्ट ऊष्मा (102) जल तुल्यांक (103) ऊष्मा संचरण : चालन, संवहन तथा विकिरण (103-105) ऊष्मा चालकता (105) न्यूटन का शीतलन नियम (105) ऊष्मीय विकिरण (105) किरचॉफ का विकिरण नियम, स्टीफान का नियम तथा वीन का विस्थापन नियम (106) ऊष्मागतिकी : नियम तथा प्रक्रिया (107-108) ऊष्मा इन्जन (108-109)

10. सरल आवर्त गति ***115-121***

आवर्ती गति (115) कम्पन या दोलनी गति (115-116) सरल आवर्त गति (116-117) सरल लोलक (117-118) मुक्त तथा प्रणोदित दोलन (118) अवमन्दित दोलन (119) अनुनाद (119)

11. तरंग गति तथा ध्वनि ***122-141***

तरंगें तथा उनके प्रकार (122) यान्त्रिक तरंगें : अनुदैर्ध्य तथा अनुप्रस्थ (122-124) ध्वनि तरंगें (125) विभिन्न माध्यमों में ध्वनि की चाल (125-127) ध्वनि का परावर्तन (128) ध्वनि का अपवर्तन (129) श्रव्यता का परिसर (129) अपश्रव्य तथा पराश्रव्य तरंगें (129-130) तरंगों का अध्यारोपण (131-136) विद्युत चुम्बकीय तरंगे (136) विद्युत चुम्बकीय स्पेक्ट्रम (136-137) भूकम्प (137)

12. प्रकाशिकी ***142-171***

प्रकाश के गुण (142-143) प्रकाश का परावर्तन (143) दर्पण : दर्पण के प्रकार (143-145) प्रतिबिम्ब (145) गोलीय दर्पण द्वारा प्रतिबिम्ब का बनना (145-148) दर्पण सूत्र तथा रेखीय आवर्धन (148) प्रकाश का अपवर्तन (149-150) वायुमण्डलीय अपवर्तन (150-151) प्रकाश का प्रकीर्णन (151-152) पूर्ण आन्तरिक परावर्तन (152-153) लेन्स : प्रकार, (154) लेन्सों द्वारा प्रतिबिम्ब का बनना (155-157) लेन्स सूत्र तथा रेखीय आवर्धन (157-158) प्रिज्म (158-160) प्रकाशिक यन्त्र : कैमरा, सूक्ष्मदर्शी, दूरदर्शी (160-163) प्रकाश का व्यतिकरण (163) प्रकाश का विवर्तन (163) प्रकाश में डॉप्लर प्रभाव (164) प्रकाश का ध्रुवण (164-165)

13. स्थिर वैद्युतिकी ***172-180***

वैद्युत आवेश (172-173) कूलॉम का नियम (173) वैद्युत क्षेत्र और वैद्युत क्षेत्र की तीव्रता (173) खोखले चालक के कारण वैद्युत क्षेत्र (174) वैद्युत बल रेखाएँ (174) वैद्युत द्विध्रुव (174-175) वैद्युत फ्लक्स (175) गॉस का नियम (175) वैद्युत विभव तथा विभवान्तर (176) खोखले चालक के भीतर विभव (176) समविभव पृष्ठ (176-177) आवेशों के निकायस की स्थिर–वैद्युत स्थितिज ऊर्जा (177) चालक तथा अचालक या परावैद्युत (177-178) वैद्युत धारिता (178-179) संधारित्र (179)

14. विद्युत धारा तथा इसके प्रभाव ***181-193***

विद्युत धारा (181-182) ओम का नियम (182-183) प्रतिरोध तथा प्रतिरोधों का संयोजन (183-185) चालकत्व तथा चालकता (186) विद्युत सेल (187) विद्युत धारा का तापीय प्रभाव (187-188) विद्युत सामर्थ्य (188) प्रत्यावर्ती धारा (189)

15. वैद्युत धारा का चुम्बकीय प्रभाव तथा चुम्बकत्व ***194-210***

चुम्बकीय क्षेत्र तथा चुम्बकीय क्षेत्र रेखाएँ (194-195) चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा (195-196) वैद्युत धारा के चुम्बकीय प्रभाव (196-197) चुम्बकीय क्षेत्र में गतिमान आवेश पर बल (197) एकसमान चुम्बकीय क्षेत्र में धारावाही चालक पर बल (197) चुम्बकत्व तथा पृथ्वी का चुम्बकत्व (198-200) चुम्बकीय क्षेत्र की तीव्रता (200) चुम्बकीय पदार्थ : प्रतिचुम्बकीय, लौहचुम्बकीय तथा अनुचुम्बकीय (200-201) वैद्युत चुम्बक तथा स्थायी चुम्बक (201-202) चुम्बकीय फ्लक्स (202) विद्युतचुम्बकीय प्रेरण : नियम तथा प्रकार (202-203) भँवर धाराएँ (203) विद्युत मोटर (204) विद्युत जनित्र तथा दिष्ट् जनित्र (204-205) घरेलू विद्युत परिपथ (205-206) ट्रांसफॉर्मर (206-207)

16. नाभिकीय भौतिकी तथा रेडियोएक्टिवता ***211-225***

नाभिकीय बल (211) नाभिक का स्थायित्व (211) द्रव्यमान क्षति तथा बन्धन ऊर्जा (211-212) रेडियोएक्टिवता (213) रेडियोएक्टिव और बैकुरल किरणें (213-214) रेडियोएक्टिव विघटन का सिद्धान्त (214) रेडियोएक्टिवता की इकाई, अर्द्ध–आयु तथा माध्य आयु अथवा औसत आयु (215) नाभिक से α-कण के उत्सर्जन की व्याख्या : α- कण का उत्सर्जन, β-कण का उत्सर्जन तथा γ-कण का उत्सर्जन (215-216) सोडी–फैजान का समूह विस्थापन नियम (216-217) रेडियोएक्टिव श्रेणी (217) कृत्रिम रेडियोएक्टिवता (217) रेडियोएक्टिवता के अनुप्रयोग (217-220) नाभिकीय विखण्डन तथा नाभिकीय संलयन (220-223)

17. अर्द्धचालक ***226-233***

अर्द्धचालकों के प्रकार (226) बाह्य अर्द्धचालक के प्रकार (227) *p-n* सन्धि डायोड (227) सन्धि डायोड के कुछ प्रकार (227-228) ट्रांजिस्टर (228) एकीकृत परिपथ, डिजिटल परिपथ तथा लॉजिक गेट (229) लेसर, मेसर तथा रडार (229-231)

18. संचार ***234-243***

संचार प्रणाली (234-235) संचार चैनल (235-236) एन्टीना : हर्ट्ज तथा मारकोनी (236) मॉडुलेशन तथा डिमॉडुलेशन (236-237) विद्युत चुम्बकीय तरंगों या रेडियो तरंगों का संचरण (237-238) वैद्युत चुम्बकीय तरंगों का वातावरण में परिवर्तन (238-239) उपग्रह संचार (239-240) भारतीय अन्तरिक्ष प्रोग्राम (240-242)

19. नैनोप्रौद्योगिकी ***244-245***

नैनोप्रौद्योगिकी की संकल्पना (244) नैनोप्रौद्योगिकी के अनुप्रयोग : सोलर सेल, ईंधन सेल, सुलभ चिकित्सा परीक्षण, विषाक्त तत्वों को हटाना, श्रेष्ठ कैंसर उपचार, नैनोप्रौद्योगिकी तथा एयरोस्पेस या अन्तरिक्षयान, नैनो रोबोट्स (244-245) भारत में नैनोप्रौद्योगिकी (245) नैनो मिशन की भविष्य की सम्भावनाएँ (245)

20. ब्रह्माण्ड ***246-254***

विश्व की संरचना (246) विश्व की उत्पत्ति एवं विकासः बिग बैंग सिद्धान्त, रक्त विस्थापन सिद्धान्त, स्थिर अवस्था सिद्धान्त, स्पंदमान या दोलायमान विश्व सिद्धान्त (246-247) ब्रह्माण्ड की आयु (247) आकाशीय पिण्ड (247-248) आकाशगंगा (248) तारे (248-249) सौरमण्डल : सूर्य, ग्रह – बुध, शुक्र, पृथ्वी, चन्द्रमा, मंगल, बृहस्पति, शनि, अरुण और वरुण (249-252) सौरमण्डल की सीमाएँ : क्षुद्र ग्रह (छोटा तारा), धूमकेतु या पुच्छलतारा (252-253) उल्का पिण्ड (253)

Appendix **255-268**

रसायन विज्ञान ***1-224***

1. द्रव्य और इसकी अवस्थाएँ ***1-13***

द्रव्य (1) द्रव्य के कण : परमाणु तथा अणु (1-2) द्रव्य की अवस्थाएँ : ठोस, द्रव तथा गैस (2-3) द्रव्य की दो और अवस्थाएँ : प्लाज्मा तथा बोस–आइन्सटीन कन्डेनसेट (3) विसरण (3) द्रव्य की अवस्थाओं का अन्तः परिवर्तन (4) अन्तः परिवर्तन पर तापमान तथा दाब परिवर्तन का प्रभाव (5) द्रव्य का रासायनिक वर्गीकरण : तत्व, यौगिक तथा मिश्रण (5-8) द्रव्य से सम्बन्धित द्रव्यमान परिभाषिक शब्द : परमाणु द्रव्यमान, औसत परमाणु द्रव्यमान, आण्विक द्रव्यमान, सूत्र इकाई द्रव्यमान, तुल्यांकी भार (8-9) भौतिक और रासायनिक परिवर्तन (9) रासायनिक संयोजन के नियम : द्रव्यमान–संरक्षण का नियम, स्थिर अनुपात का नियम, गुणित अनुपात का नियम, गै–लुसैक का गैसीय आयतनों का नियम (9-10) मोल संकल्पना (10)

2. परमाणु संरचना ***14-25***

डाल्टन का परमाणु सिद्धान्त (14) अवपरमाण्विक कण और इनके गुणधर्म (14) मौलिक कण : इलेक्ट्रॉन, प्रोटॉन तथा न्यूट्रॉन (14-15) अस्थाई मौलिक कण : पॉजीट्रॉन, एण्टीप्रोटॉन, न्यूट्रीनों तथा एण्टीन्यूट्रीनों, पाई–मेसॉन, क्वार्क तथा बोसॉन (16) पूर्व परमाणु मॉडल : थॉमसन का परमाणु मॉडल, रदरफोर्ड का परमाणु मॉडल तथा बोर का परमाणु मॉडल (16-18) परमाणु के अभिलक्षण : परमाणु संख्या तथा द्रव्यमान संख्या (18) विभिन्न परमाण्विक स्पीशीज : समस्थानिक, समभारी, समन्यूट्रॉनिक तथा आइसोडायफर (18-19) परमाणु के संरचनात्मक लक्षण : कोश तथा उपकोश, कक्षक (19-20) इलेक्ट्रॉनिक विन्यास: बोर–बरी योजना तथा nl^x प्रकार योजना (20-21) कक्षकों में इलेक्ट्रॉनों के भरे जाने के नियम : ऑफबाऊ सिद्धान्त तथा हुण्ड का अधिकतम बहुलता का नियम (21) क्वाण्टम संख्या : मुख्य, द्विगंशी, चुम्बकीय तथा चक्रण (22) पाउली अपवर्जन सिद्धान्त (22)

3. आबन्धन और रासायनिक अभिक्रियाएँ ***26-39***

रासायनिक आबन्धन (26) संयोजकता (26) रासायनिक आबन्धन का इलेक्ट्रॉनिक सिद्धान्त : अष्टक नियम (26-27) आबन्धन के प्रकार : आयनिक या विद्युत संयोजी आबन्ध, सहसंयोजक आबन्ध, हाइड्रोजन आबन्ध तथा वाण्डरवाल्स बल (27-31) रासायनिक सूत्र : मूलानुपाती, अणुसूत्र तथा संरचनात्मक (31) रासायनिक अभिक्रिया तथा रासायनिक समीकरण (31-32) रासायनिक अभिक्रियाओं के प्रकार : संयोजन, वियोजन (अपघटन), विस्थापन, द्विविस्थापन, उदासीनीकरण, समावयवीकरण या पुनर्विन्यास, उत्क्रमणीय तथा अनुत्क्रमणीय, जल–अपघटन, प्रकाश रासायनिक, ऊष्माक्षेपी तथा ऊष्माशोषी, ऑक्सीकरण तथा अपचयन (33-35) ऑक्सीकारक और अपचायक (35-36) ऑक्सीकरण अवस्था और ऑक्सीकरण संख्या (36) संक्षारण, किण्वन तथा विकृतगन्धिता (36-37)

4. अम्ल, क्षारक एवं लवण ***40-52***

अम्ल : प्रकार, गुणधर्म तथा उपयोग (40-42) क्षारक : प्रकार, गुणधर्म तथा उपयोग (42-44) अम्ल और क्षारक सम्बन्धी आधुनिक विचार (44) अम्ल तथा क्षारक का तनुकरण (44) लवण : प्रकार तथा उपयोग (44-46) pH स्केल (46-47) दैनिक जीवन में pH का महत्त्व (47-48) सूचक (48) बफर विलयन तथा इसके प्रकार (48-49) लवणों का जल–अपघटन (49) जल–अपघटन के आधार पर लवणों के प्रकार (49)

5. विलयन और कोलॉइड ***53-60***

विलयन या वास्तविक विलयन (53) विलयन के अवयव, गुणधर्म तथा प्रकार (53-54) विलयन की सान्द्रता (55) विलेयता (55) कोलॉइडी विलयन (56) कोलॉइडों का वर्गीकरण (56-57) कोलॉइडी विलयनों के गुण (57) पायस (57-58) निलम्बन (58)

6. गैसीय अवस्था ***61-66***

गैस के नियम : बॉयल, चार्ल्स, गै–लुसैक, आवोगाद्रो, संयुक्त गैस नियम, डाल्टन का आंशिक दाब का नियम तथा ग्राह्म का विसरण नियम (61-62) आदर्श गैस (62-63) वास्तविक गैसें (63) गैसों का अणुगति सिद्धान्त (63-64) गैस के अणुओं के विभिन्न वेग (64) आदर्श गैस का दाब (64) स्वतन्त्रता की कोटि (64-65)

7. रासायनिक बलगतिकी और साम्यावस्था ***67-73***

रासायनिक बलगतिकी (67) मन्द तथा तीव्र अभिक्रियाएँ (67) आबन्ध ऊर्जा, अभिक्रिया की ऊष्मा, विरचन ऊष्मा तथा दहन ऊष्मा (67-68) अभिक्रिया का वेग (68-69) सक्रियण ऊर्जा (69) उत्प्रेरण तथा इसके प्रकार (69-70) उत्प्रेरक के प्रकार तथा उपयोग (70) अभिक्रिया की कोटि तथा आण्विकता (70-71) रासायनिक साम्यावस्था (71) रासायनिक साम्यावस्था का नियम तथा साम्यावस्था स्थिरांक (71-72) समांग तथा विषमांग साम्यावस्था (72) ला–शातेलिए सिद्धान्त (72)

8. विद्युत रसायन ***74-80***

विद्युत अपघटन (74) विद्युत अपघटन के लिए आवश्यक अवयव (74) विद्युत अपघट्यों के विघटन का आरहेनियस सिद्धान्त (75) फैराडे के विद्युत अपघटन के नियम (75-76) विद्युत अपघटन के उत्पाद (76) विद्युत अपघटन के अनुप्रयोग (76-77) विद्युत अपघटनी सेल (77) गैल्वेनी सेल या वोल्टीय सेल (77) विद्युत रासायनिक श्रेणी (77) बैटरियाँ (78) प्राथमिक बैटरियाँ : शुष्क सेल तथा मर्करी सेल (78) द्वितीयक बैटरियाँः लेड संचायक सेल, निकेल–केडमियम सेल, लीथियम–आयन बैटरी तथा हाइड्रोजन–ऑक्सीजन ईंधन सेल (79) सेल दक्षता (79)

9. तत्वों का वर्गीकरण ***81-90***

आवर्ती वर्गीकरण (81) मेण्डेलीफ की आवर्त सारणी (81) मेण्डेलीफ की आवर्त सारणी के लक्षण, लाभ तथा सीमाएँ (81-82) आधुनिक आवर्त सारणी (82-83) आवर्तों तथा समूहों के लक्षण (84) तत्वों के प्रकार : *s*-ब्लॉक, *p*-ब्लॉक, *d*-ब्लॉक तथा *f*-ब्लॉक (84-85) आधुनिक आवर्त सारणी में प्रवृत्तियाँ अथवा आवर्ती गुण (86-87)

10. हाइड्रोजन और इसके यौगिक ***91-98***

हाइड्रोजन : प्राप्ति, समस्थानिक तथा बनाने की विधियाँ (91-92) हाइड्रोजन के विशिष्ट रूप (92) हाइड्रोजन के गुणधर्म तथा उपयोग (92-93) जल (93-94) जल अणु की संरचना (94) कठोर तथा मृदु जल (94) अस्थाई तथा स्थाई कठोरता (95) भारी जल (95) हाइड्रोजन परॉक्साइड तथा इसके उपयोग (96)

11. धातुएँ और उनके यौगिक ***99-122***

धातुओं के भौतिक तथा रासायनिक गुण (99-100) सोडियम तथा इसके यौगिक (101-102) मैग्नीशियम तथा इसके यौगिक (102-103) कैल्सियम तथा इसके यौगिक (104-105) ऐलुमिनियम तथा इसके यौगिक (105-106) मैंगनीज तथा इसके यौगिक (106-107) आयरन तथा इसके यौगिक (107-108) इस्पात का तापीय तथा सतही उपचार (108) कॉपर तथा इसके यौगिक (109-110) सिल्वर तथा इसके यौगिक (110-111) सोना तथा इसके यौगिक (111-112) जिंक तथा इसके यौगिक (112-113) पारा तथा इसके यौगिक (113-114) लेड तथा इसके यौगिक (114-115) यूरेनियम, थोरियम, प्लेटिनम तथा प्लूटोनियम (115-117)

12. धातुकर्म ***123-129***

धातुकर्म (123) खनिज, अयस्क तथा अपअयस्क (123-124) धातुकर्म में प्रयुक्त पद (124) अयस्कों का सान्द्रण (125) सान्द्रित अयस्कों से अशोधित धातुओं का निष्कर्षण (125-126) परिष्करण या शोधन (126-127)

13. अधातुएँ और उनके यौगिक ***130-151***

अधातुओं के भौतिक तथा रासायनिक गुणधर्म (130) कार्बन : प्राप्ति तथा गुणधर्म (131) कार्बन के अपररूप : हीरा, ग्रेफाइट, ग्रेफीन, फुलरीन, लैम्प ब्लैक या काजल, चारकोल, कोक तथा कोल (131-133) कार्बन के ऑक्साइड (134) सिलिकॉन : गुणधर्म, उपयोग तथा यौगिक (135) नाइट्रोजन : प्राप्ति, बनाने की विधियाँ, गुण तथा उपयोग (135-136) नाइट्रोजन स्थिरीकरण तथा विनाइट्रीकरण (136) अमोनिया (136) नाइट्रोजन के ऑक्साइड तथा ऑक्सीअम्ल (137) फॉस्फोरस : प्राप्ति तथा उपयोग (137-138) फॉस्फोरस के अपररूप : श्वेत/पीला, लाल, काला, सिन्दूरी तथा बैंगनी (138-139) फॉस्फोरस के ऑक्साइड (139) ऑक्सीजन : प्राप्ति, गुण तथा उपयोग (140) ओजोन (141) सल्फर : प्राप्ति एवं निष्कर्षण (141) सल्फर के अपररूप : क्रिस्टलीय तथा अक्रिस्टलीय (141-142) सल्फर के ऑक्साइड तथा ऑक्सीअम्ल (142-143) हैलोजन : फ्लुओरीन, क्लोरीन, ब्रोमीन तथा आयोडीन (143-144) अक्रिय गैसें अथवा उत्कृष्ट गैसें : हीलियम, निऑन, ऑर्गन, क्रिप्टॉन, जीनॉन तथा रेडॉन (145-146) उपधातु (146)

14. ईंधन, दहन और ज्वाला ***152-162***

ईंधन तथा इसके प्रकार (152) ऊष्मीय अथवा ईंधन मान (152-153) जीवाश्म ईंधन : कोयला तथा पेट्रोलियम (153-154) कुछ ईंधनों का संघटन तथा उपयोग : कोक, कोल गैस, जल गैस अथवा भाप अंगार गैस, प्रोड्यूसर गैस, तेल गैस, प्राकृतिक गैस, द्रवित पेट्रोलियम गैस, बायो गैस अथवा गोबर गैस, सम्पीड़ित प्राकृतिक गैस, पेट्रोल, डीजल, बायोडीजल, द्रवित प्राकृतिक गैस तथा ब्रेन्ट क्रूड ऑयल (154-156) भंजन (156) ईंधनों की दिशा में प्रगति (157) दहन तथा इसके प्रकार (157-158) प्रणोदक अथवा रॉकेट ईंधन (158) प्रणोदकों के प्रकार : ठोस, द्रव तथा हाइब्रिड संकर (158-159) ज्वाला (159) सोलर जेट (159)

15. कार्बनिक यौगिक ***163-179***

पेट्रोलियम : एक कार्बनिक यौगिकों के स्रोत के रूप में (163-164) कार्बनिक यौगिकों का वर्गीकरण : अचक्रीय अथवा विवृत शृंखला, ऐलिसाइक्लिक यौगिक या बन्द शृंखला तथा ऐरोमैटिक (164-166) क्रियात्मक समूह (166-167) सजातीय श्रेणियाँ (167) समावयवता : संरचनात्मक समावयवता तथा त्रिविम समावयवता (168) हाइड्रोकार्बन : संतृप्त, असंतृप्त तथा ऐरोमैटिक (168-170) ऐल्कोहॉल, फीनॉल, ईथर, ऐल्डिहाइड, कीटोन, कार्बोक्सिलिक अम्ल तथा एस्टर (170-174) कुछ अन्य महत्त्वपूर्ण कार्बनिक यौगिक (175-176)

16. खाद्य रसायन ***180-193***

कार्बोहाइड्रेट (180) कार्बोहाइड्रेटों का वर्गीकरण : मोनोसैकेराइड, ओलिगोसैकेराइड, पॉलिसैकेराइड, शर्कराएँ, अशर्कराएँ, अपचायी तथा अनापचायी (180-181) कुछ सामान्य कार्बोहाइड्रेट: ग्लूकोस, फ्रक्टोस, सुक्रोस, माल्टोस, लैक्टोस, स्टार्च, सेलुलोस, ग्लाइकोजन (181) कार्बोहाइड्रेटों का महत्त्व (182) प्रोटीन (182) प्रोटीनों का वर्गीकरण : रेशेदार, गोलिकाकार, सरल, संयुग्मी तथा व्युत्पन्न (182) प्रोटीन के कार्य (183) प्रोटीन का विकृतिकरण (183) वसा एवं तेल (183) वसा के प्रकार तथा कार्य (183-184) मोम (184) विटामिन (184) विटामिनों का वर्गीकरण : वसा में विलेय तथा जल में विलेय (184-187) एन्जाइम (188) खाद्य परिरक्षक (189) कृत्रिम मधुरक: सैकेरीन, ऐस्पार्टेम, एलिटेम तथा सुक्रालोस (189) प्रतिऑक्सीकारक (189-190)

17. दैनिक जीवन में रसायन ***194-210***

साबुन (194) निर्माण (साबुनीकरण अभिक्रिया) तथा साबुन के प्रकार (194-195) अपमार्जक (195) संश्लेषित अपमार्जकों का वर्गीकरण: ऋणायनी, धनायनी तथा अनआयनिक (195) रंजक तथा इसका वर्गीकरण (196) बहुलक (196) बहुलकीकरण (197) प्लास्टिक : प्राकृतिक तथा कृत्रिम (197-198) रबड़ : प्राकृतिक तथा संश्लेषित (198) रबड़ का वल्कनीकरण (199) रेशे : प्राकृतिक, अर्द्ध–संश्लेषित तथा संश्लेषित (199-200) सिरेमिक (200) औषध : प्रतिज्वरकारी, पीड़ाहारी, प्रतिजैविक, सल्फा औषध, प्रतिरोधी, विसंक्रामी, निश्चेतक, प्रतिअम्ल (200-201) प्रसाधन (202) काँच : प्रकार, गुण तथा उपयोग (202) काँच का अनीलीकरण (203) रंगीन काँच (203) ग्लास वूल (203) सीमेन्ट (203-204) उर्वरक (204-205) विस्फोटक (206)

Appendix **211-224**

जीव विज्ञान **1-318**

1. जीवों में विविधता ***1-28***

वर्गीकरण : आधार, उद्देश्य, इतिहास तथा पदानुक्रमित संरचना (1-2) नामकरण की द्विनाम पद्धति तथा वर्गीकरण की पद्धतियाँ (2-3) मोनेरा जगत : जीवाणु, जीवाणु का अर्थिक महत्त्व, एक्टिनोमाइसीट्स, नीली–हरी शैवाल, रिकेट्सिया तथा आर्किबैक्टीरिया (3-6) प्रोटिस्टा जगत : प्रोटिस्टा जगत के वर्ग – प्रकाश संश्लेषी प्रोटिस्ट, अपघटनी प्रोटिस्ट तथा प्रोटोजोआ प्रोटिस्ट,

प्रोटिस्ट का आर्थिक महत्त्व (6-7) कवक जगत : कवक के प्रकार – मृतोपजीवी, परजीवी तथा सहोपकारिता, कवक का आर्थिक महत्त्व (7-9) पादप जगत : थैलोफाइटा – शैवालों की कोशिकीय संरचना, शैवालों के प्रकार (हरे, भूरे तथा नीले), शैवाल में प्रजनन, शैवालों का आर्थिक महत्त्व; ब्रायोफाइटा – ब्रायोफाइटा के लक्षण तथा आर्थिक महत्त्व; ट्रेकियोफाइटा – टेरिडोफाइटा, अनावृतबीजी पादप तथा आवृतबीजी पादप (9-15) जन्तु जगतः उप–जगत प्रोटोजोआ, उप–जगत मेटाजोआ – संघ–पोरीफेरा, संघ–सीलेन्ट्रेटा, संघ–टीनोफोरा, संघ–प्लैटीहेल्मिन्थीज, संघ–निमेटोडा, संघ–एनीलिडा, संघ–आर्थ्रोपोडा, संघ–मोलस्का, संघ–एकाइनोडर्मेटा, संघ–हेमीकॉर्डेटा, संघ–कॉर्डेटा (15-20) प्रोटोकॉर्डेटा (21) कशेरुकी : मत्स्य वर्ग, उभयचर वर्ग, सरीसृप वर्ग, पक्षी वर्ग तथा स्तनधारी वर्ग (21-24)

2. कोशिका : संरचना एवं कार्य ***29-41***

कोशिका की खोज, आकृति एवं आकार (29) जीवों में कोशिकाओं की संख्या (29) कोशिका सिद्धान्त (30) कोशिका संरचना : कोशिका भित्ति, प्लाज्मा झिल्ली अथवा कोशिका झिल्ली, केन्द्रक (केन्द्रक झिल्ली, केन्द्रकद्रव्य, केन्द्रिका तथा गुणसूत्र) कोशिकाद्रव्य; कोशिकातरल, कोशिकांग– अन्त:प्रद्रव्यी जालिका (खुरदरी तथा चिकनी); गॉल्जी उपकरण, लाइसोसोम, माइटोकॉण्ड्रिया, लवक, राइबोसोम, तारककाय, रसधानियाँ; निष्क्रिय पदार्थ (30-36) कोशिका के प्रकार : प्रोकैरियोटिक तथा यूकैरियोटिक (36-37)

3. कोशिका चक्र एवं कोशिका विभाजन ***42-46***

कोशिका चक्र (42) कोशिका चक्र की अवस्थाएँ : अन्तरावस्था, सूत्री विभाजन (42-43) कोशिका विभाजन (43) कोशिका विभाजन के प्रकार : असूत्री विभाजन; समसूत्री विभाजन – पूर्वावस्था, मध्यावस्था, पश्चावस्था, अंत्यावस्था तथा कोशिकाद्रव्य विभाजन; अर्द्धसूत्री विभाजन – अर्द्धसूत्री विभाजन–I तथा अर्द्धसूत्री विभाजन–II (43-45)

4. ऊतक ***47-60***

पादप ऊतक : विभज्योतक ऊतक – शीर्षस्थ, पार्श्वीय तथा अन्तर्विष्ट; स्थायी ऊतक – सरल स्थायी ऊतक (मृदूतक, स्थूलकोण, दृढ़ोतक), जटिल स्थायी ऊतक (जाइलम, फ्लोएम) (47-50) जन्तु ऊतक : उपकला ऊतक – सरल उपकला ऊतक (शल्की एपिथीलियम, घनाकार एपिथीलियम, स्तम्भाकार एपिथीलियम, ग्रन्थियाँ उपकला ऊतक , पक्ष्माभी एपिथीलियम, मिथ्य स्तरित उपकला ऊतक); संयुक्त उपकला ऊतक– स्तरित एवं परिवर्ती (50-53) संयोजी ऊतक : तरल या संवहनीय संयोजी ऊतक , वास्तविक संयोजी ऊतक तथा कंकाल ऊतक (53-54) पेशीय ऊतकः अरेखित, रेखित, हृद पेशी (55-56) तन्त्रिका ऊतक (56)

5. पोषण ***61-69***

पोषक पदार्थः दीर्घमात्रिक, लघुमात्रिक, आवश्यक तथा अनआवश्यक (61) पादपों में पोषण (61) पादपों में पोषण के प्रकार : स्वपोषण तथा विषमपोषण (62) पादपों में खनिज पोषण (62) नाइट्रोजन–स्थिरीकरण (63-64) जन्तुओं में पोषण (64) जन्तुओं में पोषण के प्रकार : पूर्णभोजी, परजीवी तथा मृतोपजीवी (64-65) जन्तुओं में पोषक पदार्थ : जल, चारा तथा खनिज लवण (65-67) मानव का सन्तुलित आहार (67)

6. पादपों की आकारिकी एवं शारीरिकी ***70-90***

पादप आकारिकी (70) पादप के विभिन्न भाग : जड़, तना, पत्ती (70-75) पादप–जल सम्बन्ध (75-76) पादप–जल सम्बन्ध से सम्बन्धित प्रक्रियाएँः अन्तः चूषण, परासरण एवं जीवद्रव्यकुंचन (76-77) पादपों में परिवहन तन्त्र : जल का परिवहन, खनिजों का परिसंचरण, कार्बनिक विलायकों का परिसंचरण (77-78) प्रकाश–संश्लेषण (78) प्रकाश–संश्लेषण की स्थल (78) प्रकाश–संश्लेषण की अभिक्रियाएँ : प्रकाश रासायनिक अभिक्रियाएँ, रासायनिक

प्रकाशहीन अभिक्रियाएँ (78-79) प्रकाश संश्लेषण को प्रभावित करने वाले कारक : कार्बन डाइऑक्साइड, प्रकाश, जल, ताप तथा ऑक्सीजन (79) पादप विकास व वृद्धि (79-80) पादप वृद्धि हॉर्मोन्स : ऑक्सिन, जिबरेलिन, साइटोकाइनिन, इथाइलीन तथा एब्सिसिक अम्ल (80-82) पादप रोग : अजैविक रोग, विषाणुजनित रोग, कवकजनित रोग तथा जीवाणुजनित रोग (82-86)

7. जीवों में जनन ***91-110***

अलैंगिक तथा लैंगिक जनन (91) लैंगिक जनन की घटनाएँ : निषेचन से पूर्व की घटनाएँ, निषेचन, निषेचन के बाद की घटनाएँ (92) निम्न पादपों में जनन : अलैंगिक जनन – विखण्डन, बीजाणु निर्माण ; लैंगिक जनन (93) आवृतबीजी पादपों में जनन : लैंगिक प्रजनन – असंगजनन, कायिक प्रवर्धन, ऊतक संवर्धन; अलैंगिक जनन (93-95) परागण तथा निषेचन (95-97) फल तथा बीज (97-98) जन्तुओं में जनन तन्त्र : अलैंगिक तथा लैंगिक जनन (98-99) मानव में जनन (99-101) मानवों में जनन की कार्यिकी : युग्मकजनन, निषेचन, भ्रूणीय विकास, प्रसव तथा दुग्ध निर्माण (101-103) प्रजनन स्वास्थ्य (103) जन्म नियन्त्रण विधिः रुकावट विधि, हॉर्मोनल विधि, अन्तरागर्भाशय उपकरण, प्राकृतिक विधि, शल्यक विधि तथा समाप्ति (103-105) मानव प्रजनन तन्त्र के रोग (105) यौन संचारित रोग (106) उपार्जित प्रतिरक्षा अपूर्णता (106)

8. मानव शरीर के तन्त्र ***111-170***

मानव पाचन तन्त्रः आहारनाल – मुख, प्रकोष्ठ, मुखगुहा, जीभ, ग्रसनी, ग्रासनली, आमाशय, आँत; पाचन ग्रन्थियाँ – लार ग्रन्थियाँ, जठर ग्रन्थियाँ, यकृत, अग्न्याशय, आन्त्रीय ग्रन्थियाँ; पाचन की विधि; पाचन तन्त्र से सम्बन्धित रोग (112-119) मानव श्वसन तन्त्रः श्वसन के प्रकार एवं चरण – वायवीय तथा अवायवीय श्वसन; मानव श्वसन तन्त्र के विभिन्न अंग; श्वसन तन्त्र में वायु का प्रवाह; श्वसन की क्रिया; कोशिकीय श्वसन; श्वसन तन्त्र से सम्बन्धित रोग (120-124) मानव परिसंचरण तन्त्रः रुधिर परिसंचरण तन्त्र – रुधिर, प्लाज्मा, रुधिराणु या बने हुए तत्व, रुधिर वर्ग, लसीका; हृदय – मानव हृदय के भाग व कार्य, मानव हृदय की कार्यिकी तथा पम्पिंग कार्यिकी; धड़कन व उसका नियन्त्रण; विद्युत हृदयलेखन – रुधिर वाहिनियाँ, रुधिर दाब, लसिका तन्त्र परिसंचरण तन्त्र से सम्बन्धित रोग (125-134) मानव उत्सर्जन तन्त्रः उत्सर्जन के प्रकार; मनुष्य का उत्सर्जी तन्त्र – वृक्क, वृक्काणु, मूत्रवाहिनी, मूत्राशय, मूत्रमार्ग, कृत्रिम वृक्क; उत्सर्जन तन्त्र से सम्बन्धित विकार (135-139) मानव कंकाल तन्त्रः कंकाल के प्रकार तथा कार्य; अस्थि; उपास्थि; सन्धियाँ – अचल, अल्प चल, पूर्णरूपेण चल; मानव कंकाल तन्त्र से सम्बन्धित कुछ रोग (140-145) मानव तन्त्रिका तन्त्रः कोशिकापिण्ड या कोशिकाकाय अर्थात् साइटॉन; कोशिका प्रवर्ध या न्यूराइट्स; मानव तन्त्रिका तन्त्र के भाग; केन्द्रीय तन्त्रिका तन्त्र – मस्तिष्क, मेरुरज्जु; परिधीय तन्त्रिका तन्त्र; स्वायत्त तन्त्रिका तन्त्र – अनुकम्पी तथा परानुकम्पी; मनुष्य के संवेद ग्राही अंग – प्रकाशग्राही संवेदाँग अथवा आँख, श्रवणसन्तुलन ज्ञानेन्द्री अथवा कर्ण, नाक, त्वचा (स्पर्शेन्द्रियाँ) (146-153) मानव अन्तःस्रावी तन्त्रः ग्रन्थियाँ – अन्तःस्रावी तथा बहिःस्रावी, हॉर्मोन्स; अन्तःस्रावी तन्त्र के रोग (154-157)

9. आनुवंशिकी ***171-179***

मेण्डल के प्रयोग (171) मेण्डल के आनुवंशिकी के नियम : प्रभाविता का नियम, विसंयोजन का नियम, स्वतन्त्र अपव्यूहन का नियम (172-173) मेण्डलवाद के अपवाद : अपूर्ण प्रभाविता, सह–प्रभाविता, विभिन्न युग्म विकल्पी (173-174) आनुवंशिकता का गुणसूत्रीय सिद्धान्त (174) संयोजन एवं पुनः संयोजन (174) मनुष्यों में लिंग निर्धारण (175) उत्परिवर्तन : जीन उत्परिवर्तन तथा गुणसूत्रीय उत्परिवर्तन (175-176) आनुवंशिक विकार (176)

10. वंशागति एवं विकास ***180-188***

प्रोकैरियोट तथा यूकैरियोट में आनुवंशिक अणु की संवेष्टन : DNA तथा RNA (180-181) विकास (181) जीवन की उत्पत्ति (181-182) जैव विकास (182) कार्बनिक विकास के सिद्धान्त (182) विकास के कारक (183) जैव विकास के समर्थन में प्रमाण : आकारिकी व तुलनात्मक शारीरिक विज्ञान से प्रमाण, संयोजक जातियों से प्रमाण, आनुवंशिकी से प्रमाण, जैव आनुवंशिकी नियम या भ्रूणविकास से प्रमाण (184) जीवाश्म (184) मानव की उत्पत्ति एवं विकास (185)

11. मानव स्वास्थ्य एवं रोग ***189-211***

स्वास्थ्य (189) रोग (189) जन्मजात रोग (189) उपार्जित रोग : संक्रामक रोग – विषाणु जनित, फफूँद जनित, प्रोटोजोअन जनित, जीवाणु जनित तथा हेल्मिन्थीज जनित ; संक्रामक रोगों से बचाव के उपाए; असंक्रामक रोग : हसित रोग, हीनताजन्य रोग, आनुवंशिक तथा मानसिक रोग (190-201) प्रोजेरिया (201-202) प्रतिरक्षा : जन्मजात प्रतिरक्षा तथा उपार्जित प्रतिरक्षा (202) प्रतिरक्षी (202) मोनोक्लोनल प्रतिरक्षी (203) प्रतिरक्षी प्रतिक्रिया (203) प्रतिरक्षण (203) एलर्जी (203) स्वप्रतिरक्षा (204) जैव चिकित्सीय तकनीकें : इनवेसिव – एंजियोप्लास्टी तथा अंग ट्रान्सप्लान्ट; नॉन–इनवेसिव – X किरणें रेडियोग्राफी, वाहिकालेख, कम्प्यूटेट टोमोग्राफिक स्कैनिंग, चुम्बकीय रेसोनन्स इमेजिंग, अल्ट्रासाउण्ड प्रतिकृतिकरण, इलेक्ट्रोएनसिफेलोग्राफी, प्रतिरक्षी थेरेपी, हॉर्मोन थेरेपी, पाजीट्रॉन इमिशन टोमोग्राफी, चक्रीय धमनी बाइपास सर्जरी, किट्स में उपस्थित कुछ रोग निदान तकनीकें (204-205)

12. जैव–प्रौद्योगिकी ***212-223***

जैव–प्रौद्योगिकी की परिभाषाएँ (212) पुरातन जैव–प्रौद्योगिकी तथा नवीन जैव–प्रौद्योगिकी (212-213) जैव प्रौद्योगिकी के सिद्धान्त : जीनी अभियान्त्रिकी तथा रासायनिक अभियान्त्रिकी (213) जीनी अभियान्त्रिकी के उपकरण : वाहक अणु, एन्जाइम्स तथा पोषक कोशिका (213-214) जीनी अभियान्त्रिकी की तकनीकें : पॉलीमरेज शृंखला अभिक्रिया, बहुआकारीय डीएनए का अनिश्चित प्रवर्धन, निर्बंधन टुकड़ा लम्बाई बहुआकारिकी, डीएनए फिंगरप्रिन्टिंग, जीनी चिकित्सा तथा क्लोनिंग (214-216) मानव जीनोम परियोजना (217) जैव–प्रौद्योगिकी के उपयोग : चिकित्सा, टीके एवं दवाइयाँ, प्रतिजैविक, परजीवी जन्तु, कृषि, प्रजनन एवं भ्रूण विज्ञान (217-220) वातावरणीय जैव–प्रौद्योगिकी (220-221)

13. पर्यावरण एवं इसके प्रभाव ***224-243***

पर्यावरण तथा इसके प्रकार (224) पृथ्वी का वायुमण्डल (224-225) प्रदूषण तथा प्रदूषक (225-226) वायु प्रदूषण : स्रोत तथा पादप व मानव स्वास्थ्य पर प्रभाव, धुन्ध (डोस), प्रकाश रसायन के प्रभाव, वायु प्रदूषण के नियन्त्रण के लिए एक्ट (227-229) जल प्रदूषण : स्रोत तथा पादप व मानव स्वास्थ्य पर प्रभाव, जल प्रदूषण नियन्त्रण के मापन, जीवोपचारण, तेल जैपर (229-233) मृदा व भूमि प्रदूषण : स्रोत तथा प्रभाव, मृदा प्रदूषण के नियन्त्रण, इलेक्ट्रॉनिक अपशिष्ट (233) ध्वनि प्रदूषण : स्रोत, कारण तथा प्रभाव, ध्वनि प्रदूषण का नियन्त्रण (233-234) रेडियोधर्मी प्रदूषण : स्रोत, हानिकारक प्रभाव (234) जलवायु (234) हरितग्रह प्रभाव, हरितग्रह गैसें (235) ग्लोबल वार्मिंग (235) अम्ल वर्षा (235-236) समतापमण्डलीय प्रदूषण (236) ओजोन परत के अपक्षयन के प्रभाव (236-237) वातावरण एवं स्वास्थ्य (237) हरी रसायन विज्ञान (237)

14. पारिस्थितिकी एवं पारितन्त्र ***244-263***

पारिस्थितिकी : स्वपारिस्थितिकी तथा संपारिस्थितिकी (244-245) पारिस्थितिक तन्त्र या पारितन्त्र : प्रकार, घटक तथा कार्य (245-247) पारितन्त्र में ऊर्जा प्रवाह : खाद्य शृंखला, 10 प्रतिशत नियम, खाद्य जाल (247) खाद्य स्तर या पोषण स्तर (248) पारिस्थितक पिरामिड (248) पारिस्थितिक अनुक्रमण (248) पादपों में पारिस्थितिक अनुकूलता (248-249) पारिस्थितिक सम्बन्ध (249) पारितन्त्र में पोषण प्रवाह : नाइट्रोजन चक्र, कार्बन चक्र,

ऑक्सीजन चक्र, सल्फर चक्र, फॉस्फोरस चक्र, जल चक्र (250-252) जीवमण्डल (252) जीवोम (252) जैव–विविधता : जातीय जैव विविधता, जैव–विविधता की उपयोगिता, जैव–विविधता को प्रभावित करने वाले कारक, जैव–विविधता में कमी के प्रभाव, जैव–विविधता का संरक्षण, जैव–विविधता हॉटस्पॉट – पश्चिमी घाट तथा पूर्वी हिमालय (253-254) वन : वन की महत्ता, वनोन्मूलन तथा वनों की सुरक्षा (254-255) भारत में जंगलों का संरक्षण : REDD, REDD+ झील, रामसार सम्मेलन, मैन्ग्रूव (255-256) वन्यजीवन पर विभिन्न राष्ट्रीय व अन्तर्राष्ट्रीय सम्मेलन: लुप्तप्राय प्रजातियों के अन्तर्राष्ट्रीय व्यापार सम्मेलन, बाघ शिखर सम्मेलन, वन्य जीवों की तस्करी के खिलाफ संघ, वर्ल्ड वाइड फण्ड, व्यापार रिकॉर्ड विश्लेषण, संयुक्त राष्ट्र शैक्षिक, वैज्ञानिक और सांस्कृतिक संगठन (विश्व स्वास्थ्य संगठन), प्रवासी प्रजातियों के संरक्षण का सम्मेलन, जैव–विविधता का सम्मेलन, संवैधानिक भारत का वनस्पति विज्ञान, जैव सुरक्षा पर कार्टाजेना प्रोटोकॉल, प्रकृति और प्राकृतिक संसाधनों के लिए अन्तर्राष्ट्रीय संघ (256-257)

15. कृषि विज्ञान ***264-275***

फसल (264) फसलों का वर्गीकरण : खरीफ, रबी तथा जायद (264) फसल उत्पादन में उन्नति : फसल की किस्मों में सुधार – अनाज फसलें, दलहनी फसलें, तेलीय बीज फसलें, रेशीय फसलें, चारा फसलें, शक्कर फसलें, जड़ व कन्द फसलें; फसल उत्पादन प्रबन्धन – पोषक प्रबन्धन, खाद, उर्वरक, जैविक उर्वरक, सिंचाई, फसल पैटर्न, सघन फसलीकरण, अन्तर फसलीकरण, छत कृषि; फसल सुरक्षा प्रबन्धन (264-270) बीज विज्ञान, कृषि वन विभाग, पीला पड़ना (271) भारतीय कृषि अनुसन्धान परिषद (272)

16. आर्थिक जन्तु विज्ञान ***276-290***

पशुपालन (276) संकरणः अन्तः संकरण, बाह्य संकरण, बाह्य क्रॉसिंग, क्रॉस संकरण तथा अन्तरप्रजातीय संकरण (276) कृत्रिम वीर्यकरण तथा भ्रूण स्थानान्तरण (277) मवेशी पालन : गाय, भैंस (277-279) मुर्गीपालन (280) भेड़ व बकरी, सुअर, ऊँट (280-282) जन्तु रोगः कवक जनित, जीवाणु जनित, विषाणु जनित तथा परजीवी जनित (282-284) विभिन्न जन्तु एवं उनके पालन घर (285-288)

17. आर्थिक वनस्पति विज्ञान ***291-302***

मुख्य अनाज : गेहूँ, चावल, मक्का,जई (291-293) सब्जियाँः धरातलीय, शाकीय, फलीय (293-294) कु छ मुख्य औषधीय पादप (294-295) शर्करा देने वाले पादप (295) आर्थिक रुप से महत्त्वपूर्ण कुछ पादप पुष्पीय : घृत कुमारी, नीम, तुलसी, हल्दी, लेमनग्रास, बरगद (295-297) पादपों से प्राप्त होने वाले कुछ नॉन–एल्कोहॉलिक पेय पदार्थ : कॉफी, चाय, कोको एवं चॉकलेट (297-298) रेशे प्रदान करने वाले पादप (298) मसाले तथा चटनी वाले मसाले (298-299) तेलीय पादप (299-300)

Appendix **303-318**

कम्प्यूटर ***1-36***

1. कम्प्यूटर का परिचय ***1-5***

कम्प्यूटर का इतिहास तथा पीढ़ियाँ (1-2) कम्प्यूटर का वर्गीकरण : आकार के आधार पर – माइक्रो कम्प्यूटर, मिनी कम्प्यूटर, मेनफ्रेम कम्प्यूटर तथा सुपर कम्प्यूटर; कार्य के आधार पर – एनालॉग, डिजिटल तथा हाइब्रिड (2-4) कम्प्यूटर के अनुप्रयोग (4)

2. कम्प्यूटर आर्किटेक्चर एवं इनपुट/आउटपुट डिवाइस ***6-12***

कम्प्यूटर के अवयव : इनपुट यूनिट, सेण्ट्रल प्रोसेसिंग यूनिट तथा मैमोरी यूनिट (6-7) इन्स्ट्रक्शन साइकिल (8) इनपुट और आउटपुट युक्तियाँ (8-10) इनपुट/आउटपुट पोर्ट (11)

3. संख्या पद्धति ***13-15***

संख्या पद्धति के प्रकार : बाइनरी या द्वि–आधारी संख्या प्रणाली, दशमलव या दशमिक संख्या प्रणाली, ऑक्टल या अष्ट–आधारी संख्या प्रणाली तथा हेक्साडेसीमल या षट्दशमिक संख्या प्रणाली (13) कम्प्यूटर कोड्स : बाइनरी कोडेड डेसीमल, अमेरिकन स्टैण्डर्ड कोड फॉर इन्फॉर्मेशन इण्टरचेन्ज, एक्सटैण्डेड बाइनरी कोडेड डेसीमल इण्टरचेंज कोड (13-14)

4. कम्प्यूटर सॉफ्टवेयर ***16-20***

सिस्टम सॉफ्टवेयर : ऑपरेटिंग सिस्टम – माइक्रोसॉफ्ट विण्डोज़, भारत ऑपरेटिंग सिस्टम सोल्यूशन्स, एप्पल मैकिण्टोश, एन्ड्रॉइड, सिम्बियन, आई ओ एस, डिवाइस ड्राइवर्स; सिस्टम यूटिलिटीज; भाषा अनुवादक (16-18) एप्लीकेशन सॉफ्टवेयर (18-19)

5. डेटा कम्यूनिकेशन और नेटवर्किंग ***21-26***

संचार चैनल के प्रकार (21) संचार मीडिया : गाइडेड मीडिया या वायर्ड तकनीकी – ईथरनेट केबल या ट्विस्टेड पेयर, कोऑक्सिअल केबल, फाइबर – ऑप्टिक केबल; अनगाइडेड मीडिया या वायरलेस तकनीक – रेडियोवेव ट्रांसमिशन, माइक्रोवेव ट्रांसमिशन, सेटेलाइट संचार, इन्फ्रारेड वेव ट्रांसमिशन तथा ब्लूटूथ (21-22) कम्प्यूटर नेटवर्क (23) कम्प्यूटर नेटवर्क के प्रकार : लोकल एरिया नेटवर्क, वाइड एरिया नेटवर्क, मेट्रोपोलिटन एरिया नेटवर्क (23) नेटवर्किंग युक्तियाँ (23-24) इण्टीग्रेटेड सर्विसेज डिजिटल नेटवर्क, मोबाइल टेलीफोनी, नेटवर्क टोपोलॉजीः बस, रिंग, स्टार, मैश और ट्री (24) मोबाइल फोन की पीढ़ियाँ : 1G, 2G, 3G, 4G, तथा 5G (24-25) विडियो स्कैप (25)

6. इन्टरनेट और कम्प्यूटर सिक्योरिटी ***27-36***

इन्टरनेट के लाभ तथा हानियाँ (27) इन्टरनेट कनेक्शन्सः डायल–अप, ब्रॉडबैण्ड तथा वायरलेस (28) हाइपरलिंक और हाइपरटैक्स्ट (28) इन्टरनेट प्रोटोकॉल्स (28) इन्टरनेट से सम्बन्धित जानकारी : वर्ल्ड वाइड वेब, वेब पेज, वेबसाइट, वेब ब्राउजर, वेब सर्वर, वेब एड्रेस या यू आर एल, डोमेन नेम, सर्च इंजन – गूगल, याहू, लाइकॉस, अल्टाविस्टा, हॉट बॉट, बिंग (29-30) इन्टरनेट सेवाएँ : चैटिंग, ई–मेल, वीडियो कॉन्फ्रेन्सिंग, सोशल नेटवर्किंग – फेसबुक, लिंकड इन, मायस्पेस, ट्विटर तथा टम्बलर (30-31) इन्टरनेट टेलीविजन, इन्टरनेट प्रोटोकॉल टेलीविजन एवं थ्री–डायमेन्शनल टेलीविजन (31) सूचना प्रोद्योगिकी, सूचना प्रौद्योगिकी के विभिन्न घटक–कम्प्यूटर हार्डवेयर प्रौद्योगिकी कम्प्यूटर साफ्टवेयर प्रौद्योगिकी, दूरसंचार व नेटवर्क प्रौद्योगिकी, मानव संसाधन (31-32) आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस (32) कम्प्यूटर सिक्योरिटी : कम्प्यूटर सिक्योरिटी के लिए खतरा : मालवेयर (33) फायरवाल (34)

1 मात्रक, मापन तथा त्रुटि

Units, Measurements *and* Errors

भौतिक राशियाँ (Physical Quantities)

जिसे संख्या के रूप में प्रकट किया जा सके, उसे राशि (quantity) कहते हैं। *उदाहरण* जनसंख्या, वस्तु की लम्बाई, प्रतिशत, वस्तु का भार, अंक, आदि। भौतिकी के नियमों को जिन राशियों के पदों में व्यक्त किया जाता है, उन्हें भौतिक राशियाँ कहते हैं। *उदाहरण* लम्बाई, ताप, द्रव्यमान, समय, दाब, बल, वेग, चाल, दूरी, विद्युत धारा, संवेग, घनत्व, आदि।

भौतिक राशियों के प्रकार (Types of Physical Quantities)

I. *मात्रक तथा मापन के आधार पर*

(i) **मूल राशियाँ** (Fundamental or Base Quantities) वे राशियाँ, जो अन्य राशियों से स्वतन्त्र (independent) होती हैं तथा जिन्हें व्यक्त (describe) करने के लिए अन्य भौतिक राशियों की आवश्यकता नहीं होती है, मूल राशियाँ कहलाती हैं।

मूल भौतिक राशियाँ सात होती हैं

लम्बाई, समय, ताप, द्रव्यमान, विद्युत धारा, ज्योति तीव्रता तथा पदार्थ की मात्रा।

(ii) **व्युत्पन्न राशियाँ** (Derived Quantities) वे राशियाँ, जो मूल राशियों की सहायता से प्राप्त होती हैं, व्युत्पन्न राशियाँ कहलाती हैं।

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

(iii) **पूरक राशियाँ** (Supplementary Quantities) मूल राशियों तथा व्युत्पन्न राशियों के अतिरिक्त दो अन्य भौतिक राशियाँ भी होती हैं, जो ना ही मूल राशियाँ होती है और ना ही व्युत्पन्न। ये राशियाँ पूरक राशियाँ कहलाती हैं। समतल कोण तथा घन कोण दो पूरक राशियाँ हैं।

II. *दिशा तथा परिमाण के आधार पर*

(i) **अदिश राशियाँ** (Scalar Quantities) वे भौतिक राशियाँ, जिन्हें व्यक्त करने के लिए केवल परिमाण (magnitude) की आवश्यकता होती है दिशा की नहीं, अदिश राशियाँ कहलाती हैं। जैसे दूरी, चाल, द्रव्यमान, आयतन, घनत्व, कार्य, ताप, विद्युत धारा, समय, ऊर्जा, शक्ति, दाब, आवृत्ति, आवेश, ऊष्मा, विभव, विशिष्ट ऊष्मा, आदि।

(ii) **सदिश राशियाँ** (Vector Quantities) वे भौतिक राशियाँ, जिन्हें व्यक्त करने के लिए परिमाण के साथ-साथ दिशा की भी आवश्यकता होती है, सदिश राशियाँ कहलाती हैं। *उदाहरण* विस्थापन, वेग, त्वरण, बल, संवेग, आवेग, भार, बल-आघूर्ण, कोणीय वेग, वैद्युत क्षेत्र, चुम्बकीय क्षेत्र, चुम्बकन तीव्रता, चुम्बकीय आघूर्ण, विद्युत तीव्रता, आदि।

मापन (Measurement)

किसी भौतिक राशि का उसके निश्चित मानक से तुलनात्मक अध्ययन ही मापन कहलाता है। इसमें परिमाण व्यक्त करने के लिए केवल पूर्णांक का प्रयोग नहीं किया जाता, बल्कि मापक यन्त्र का प्रयोग करके ही भौतिक राशि का परिमाण ज्ञात किया जाता है।

प्रत्येक भौतिक राशि के मापन के लिए निम्न दो कारकों की आवश्यकता होती है

(i) भौतिक राशि का आंकिक मान अर्थात् परिमाण। यह एक शुद्ध संख्या होती है।

(ii) भौतिक राशि को मापने के लिए स्वेच्छा से चुना गया मानक अर्थात् मात्रक।

मात्रक (Units)

प्रत्येक भौतिक राशि को मापने के लिए स्वेच्छा से चुने गए किसी निश्चित परिमाण को मात्रक कहते हैं।

उदाहरण बल $(F) = 10 \times 1$ न्यूटन $= 10$ न्यूटन

यहाँ, 10 दर्शाता है कि 10 न्यूटन बल लिए गए मात्रक (1 न्यूटन) का 10 गुना है।

मात्रकों को निम्नलिखित भागों में विभाजित किया जाता है

मूल मात्रक (Fundamental or Base Units)

मूल राशियों के मात्रक मूल मात्रक कहलाते हैं या वे मात्रक, जो स्वतन्त्र होते हैं अर्थात् जो अन्य मात्रकों पर निर्भर नहीं करते हैं, मूल मात्रक कहलाते हैं। *मूल मात्रक सात होते हैं*
मीटर, किलोग्राम, सेकण्ड, ऐम्पियर, केल्विन, केण्डिला तथा मोल।

इन मात्रकों का उपयोग भौतिक राशियों के मानकों के लिए जाता है तथा ये एक-दूसरे से स्वतन्त्र होते हैं।

प्रारम्भ में, केवल मीटर, किलोग्राम तथा सेकण्ड ही मुक्त मात्रक होते थे लेकिन बाद में ऐम्पियर (विद्युत धारा), केल्विन (ताप), केण्डिला (ज्योति तीव्रता) तथा मोल (पदार्थ की मात्रा) के मात्रकों को मूल मात्रकों में शामिल कर लिया गया।

व्युत्पन्न मात्रक (Derived Units)

मूल राशियों के अतिरिक्त अन्य सभी राशियों के मात्रकों को व्युत्पन्न मात्रक कहते हैं जो मूल मात्रकों की सहायता से प्राप्त किए जाते हैं।

उदाहरण क्षेत्रफल, आयतन, घनत्व, चाल, शक्ति, कार्य, बल, ऊर्जा, त्वरण, संवेग के मात्रक, आदि।

पूरक मात्रक (Supplementary Units)

वे मात्रक जिनका उपयोग पूरक राशियों में किया जाता है, पूरक मात्रक कहलाते हैं। पूरक मात्रक न ही मूल मात्रक हैं और न ही व्युत्पन्न मात्रक हैं। समतल कोण (plane angle) तथा घन कोण (solid angle) के मात्रक पूरक मात्रक हैं।

मात्रकों की पद्धति (System of Units)

मूल मात्रकों तथा व्युत्पन्न मात्रकों का समूह मात्रकों की पद्धति कहलाता है। *मात्रकों की मुख्य पद्धतियाँ निम्न प्रकार हैं*

(i) MKS पद्धति (मीटर किलोग्राम सेकण्ड)

इस पद्धति में लम्बाई का मात्रक मीटर, द्रव्यमान का मात्रक किलोग्राम तथा समय का मात्रक सेकण्ड होता है।

(ii) CGS पद्धति (सेमी ग्राम सेकण्ड)

इस पद्धति में लम्बाई का मात्रक सेमी, द्रव्यमान का मात्रक ग्राम तथा समय का मात्रक सेकण्ड होता है। इस पद्धति को **गॉसियन पद्धति** भी कहते हैं।

नोट *MKS तथा CGS पद्धति को क्रमशः* ***मीट्रिक*** *तथा* ***डेसीमल पद्धति*** *कहते हैं।*

(iii) FPS पद्धति (फुट पाउण्ड सेकण्ड)

इस पद्धति में लम्बाई का मात्रक फुट, द्रव्यमान का मात्रक पाउण्ड तथा समय का मात्रक सेकण्ड होता है। इस पद्धति को **ब्रिटिश पद्धति** भी कहते हैं।

(iv) अन्तर्राष्ट्रीय मात्रक पद्धति (SI Units)

1960 में माप तौल की अन्तर्राष्ट्रीय समिति ने मात्रकों की एक पद्धति निश्चित की, जिसे मात्रकों की अन्तर्राष्ट्रीय पद्धति कहते हैं तथा संक्षेप में इसे SI मात्रक से प्रदर्शित करते हैं। यह प्रणाली MKS पद्धति का सुधरा हुआ रूप है। इस पद्धति में सात मूल राशियाँ तथा दो पूरक राशियाँ होती हैं।

SI पद्धति में मूल राशियों के संकेत तथा मात्रक
(Units and Symbols of Fundamental Quantities in SI System)

मूल राशि	मूल मात्रक	संकेत	परिभाषा
लम्बाई	मीटर	m	प्रकाश द्वारा निर्वात् में एक सेकण्ड के 299792458 वें समय अन्तराल में तय किए गए पथ की लम्बाई एक मीटर है। (1983 से मान्य)
द्रव्यमान	किलोग्राम	kg	फ्रांस में पेरिस के पास सेवरिस में स्थित अंतर्राष्ट्रीय माप-तौल ब्यूरो में रखे किलोग्राम के अन्तर्राष्ट्रीय आदि प्ररूप (प्लेटिनम-इरीडियम मिश्रधातु से बने सिलिण्डर) का द्रव्यमान एक किलोग्राम के बराबर है। (1889 से मान्य)
समय	सेकण्ड	s	एक सेकण्ड वह अन्तराल है जो सीजियम-133 परमाणु के निम्नतम ऊर्जा स्तर के दो अतिसूक्ष्म स्तरों के मध्य संक्रमण के तदनुरूपी विकिरण के 9192631770 आवर्त कालों के बराबर है। (1967 से मान्य)
विद्युत धारा	ऐम्पियर	A	एक ऐम्पियर वह नियत विद्युत धारा है जो कि निर्वात् में 1 मीटर की दूरी पर स्थित दो सीधे अनन्त लम्बाई वाले समान्तर एवं नगण्य वृत्तीय अनुप्रस्थ काट के चालकों में प्रवाहित होने पर, इन चालकों के बीच प्रति मीटर लम्बाई पर 2×10^{-7} न्यूटन का बल उत्पन्न करती है। (1948 से मान्य)
ताप	केल्विन	K	जल के त्रिक-बिन्दु (triple point) के ऊष्मागतिक ताप के 1/273.16 वें भाग को 1 केल्विन कहते हैं। (1967 से मान्य)
ज्योति तीव्रता	केण्डिला	cd	केण्डिला, किसी दिशा में 540×10^{12} Hz आवृत्ति वाले स्रोत की ज्योति-तीव्रता है जो उस दिशा में (1/683) व्राट प्रति स्टेरेडियन की विकिरण तीव्रता का एकवर्णीय प्रकाश उत्सर्जित करता है। (1979 से मान्य)
पदार्थ की मात्रा	मोल	mol	1 मोल किसी निकाय में पदार्थ की वह मात्रा है जिसमें उतनी ही मूल सत्ताएँ (अवयव) होती हैं जितनी 0.012 kg कार्बन-12 समस्थानिक में परमाणुओं की संख्या होती है। (1971 से मान्य)

SI पद्धति में पूरक मात्रक तथा उनके संकेत
(Supplementary Units and their Symbols in SI System)

पूरक राशि	पूरक मात्रक	संकेत	परिभाषाएँ
समतल कोण	रेडियन	rad	1 रेडियन वह कोण है, जो वृत्त की त्रिज्या के बराबर का चाप (की लम्बाई) वृत्त के केन्द्र पर अन्तरित करता है। सभी कोणों को रेडियन में मापा जाता है।
घन कोण	स्टेरेडियन	Sr	1 स्टेरेडियन वह घन कोण है, जो गोले के पृष्ठ का वक्र भाग (जिसका क्षेत्रफल गोले की त्रिज्या के वर्ग के बराबर होता है जबकि त्रिज्या तथा क्षेत्रफल के बीच का कोण शून्य हो) गोले के केन्द्र पर अन्तरित करता है।

प्रमुख व्युत्पन्न राशियों के सूत्र तथा मात्रक
(Important Derived Quantities, their Formulae and Units)

भौतिक राशियाँ (Physical Quantities)	सूत्र (Formulae)	SI मात्रक (Units)
आयत का क्षेत्रफल (Area of rectangle)	लम्बाई × चौड़ाई	मीटर^2
वर्ग का क्षेत्रफल (Area of square)	(भुजा)^2	मीटर^2
त्रिभुज का क्षेत्रफल (Area of triangle)	$\frac{1}{2}$ × आधार × ऊँचाई	मीटर^2
घनत्व (Density)	द्रव्यमान/आयतन	किग्रा मी$^{-3}$
त्वरण (Acceleration)	वेग-परिवर्तन/समय	मीटर से$^{-2}$
दाब (Pressure)	बल/क्षेत्रफल	न्यूटन मी$^{-2}$ या पास्कल
कार्य या ऊर्जा (Work or Energy)	द्रव्यमान × गुरुत्वीय त्वरण × ऊँचाई	न्यूटन-मीटर या जूल
शक्ति (Power)	कार्य/समय	जूल से$^{-1}$ या वाट
आवेग (Impulse)	बल × समय	न्यूटन-सेकण्ड
समतल कोण (Angle)	चाप/त्रिज्या	रेडियन
वेग (Velocity)	विस्थापन/समय	मी से$^{-1}$
घनाभ का आयतन (Volume of cuboid)	लम्बाई × चौड़ाई × ऊँचाई	मीटर^3
बल (Force)	द्रव्यमान × त्वरण	किग्रा-मी से$^{-2}$ या न्यूटन
रेखीय संवेग (Linear momentum)	द्रव्यमान × रेखीय वेग	किग्रा-मी से$^{-1}$
प्रतिबल (Stress)	बल/क्षेत्रफल	न्यूटन मी$^{-2}$

लम्बाई, द्रव्यमान तथा समय के प्रायोगात्मक मात्रक
(Practical Units of Length, Mass and Time)

लम्बाई के प्रायोगात्मक मात्रक (Practical units of length)	द्रव्यमान के प्रायोगात्मक मात्रक (Practical units of mass)	समय के प्रायोगात्मक मात्रक (Practical units of time)
1 एंग्स्ट्रॉम (Å) = 10^{-10} मी	1 माइक्रोग्राम (μg) = 10^{-9} किग्रा	1 पिकोसेकण्ड (ps) = 10^{-12} सेकण्ड
1 नैनोमीटर (nm) = 10^{-9} मी	1 मिलीग्राम (mg) = 10^{-6} किग्रा = 10^{-3} ग्राम	1 नैनोसेकण्ड (ns) = 10^{-9} सेकण्ड
1 माइक्रोमीटर (μm) = 10^{-6} मी		1 माइक्रोसेकण्ड (μs) = 10^{-6} सेकण्ड
1 मिलीमीटर (mm) = 10^{-3} मी	1 ग्राम (g) = 10^{-3} किग्रा	1 मिलीसेकण्ड (ms) = 10^{-3} सेकण्ड
1 सेन्टीमीटर (cm) = 10^{-2} मी	1 कुन्तल = 10^2 किग्रा	1 मिनट = 60 सेकण्ड
1 किलोमीटर (km) = 10^3 मी	1 मीट्रिक टन = 10^3 किग्रा	1 घण्टा = 60 मिनट = 3600 सेकण्ड
1 टैरामीटर (Tm) = 10^{12} मी	1 परमाणु द्रव्यमान मात्रक = 1.66×10^{-27} किग्रा	1 दिन = 24 घण्टे = 1440 मिनट = 86400 सेकण्ड
1 प्रकाश वर्ष = 9.46×10^{15} मी या 10^{16} मी	1 पाउण्ड = 0.4537 किग्रा	1 सप्ताह = 7 दिन
1 खगोलीय मात्रक (1AU) = 1.5×10^{11} मी	1 चन्द्रशेखर सीमा = 1.4× सूर्य का द्रव्यमान = 2.8×10^{30} किग्रा	1 चन्द्र मास = 27.3 सौर दिन = 4 सप्ताह
1 पारसेक = 3.26 प्रकाश वर्ष = 3.083×10^{18} मी	1 स्लग = 14.59 किग्रा	1 सौर मास = 30 या 31 दिन = 28 या 29 दिन (फरवरी)
1 मील = 1760 गज = 1.6 किमी		1 वर्ष = $365\frac{1}{4}$ दिन ≈ 365 दिन
1 फर्मी (Fm) = 10^{-15} मी		1 लीप वर्ष = 366 दिन (लीप वर्ष में फरवरी महीने में 29 दिन होते हैं।)
		1 सौर दिन = 86400 सेकण्ड
		1 शेक (shake) = 10^{-8} सेकण्ड

मात्रकों के रूपान्तरण (Conversions of Units)

मात्रकों के कुछ रूपान्तरण नीचे दिए गए हैं

द्रव्यमान के रूपान्तरण (Conversion of Mass)

10 मिलीग्राम (mg) = 0.1 ग्राम = 0.1543 ग्रेन = 10^{-4} किग्रा

1000 ग्राम = 1 किलोग्राम = 2.205 पाउण्ड

1000 किग्रा = 1 टन = 19.688 सैकड़ा द्रव्यमान

लम्बाई के रूपान्तरण (Conversion of Length)

10 मिलीमीटर (mm) = 1 सेमी = 0.394 इंच

100 सेण्टीमीटर = 1 मीटर = 39.4 इंच = 1.094 यार्ड

1000 मीटर = 1 किलोमीटर = 0.6214 मील

1 फुट = 0.3048 मी

क्षेत्रफल के रूपान्तरण (Conversion of Area)

4046 वर्ग मीटर (square metre) = 1 एकड़ (acre)

1 हेक्टेयर (hectare) = 2.5 एकड़

100 हेक्टेयर = 1 वर्ग किलोमीटर

1 वर्ग मील (square mile) = 2.6 वर्ग हेक्टेयर = 256 हेक्टेयर = 640 एकड़

आयतन के रूपान्तरण (Conversion of Volume)

10 मिलीलीटर (mL) = 1 सेण्टीलीटर = 0. 018 पिंट (0.021 यू एस पिंट)

100 सेण्टीलीटर = 1 लीटर = 1.76 पिंट

10 लीटर = 1 डेकालीटर = 2.2 गैलन (2.63 यू एसगैलन)

1 बैरल = 158.987146 लीटर

1 गैलन = 3.785 लीटर

दस के विभिन्न घातों के पूर्वलग्न (Prefixes for Various Power of 10)

भौतिकी में बहुत छोटी और बहुत बड़ी राशियों के मानों को दस की घात के रूप में व्यक्त किया जाता है। *दस के विभिन्न घातों के कुछ पूर्वलग्न नीचे सारणी में दिए गए हैं*

उपसर्ग (Prefix)	**संकेत** (Symbol)	**दस की घात** (Power of 10)	**उपसर्ग** (Prefix)	**संकेत** (Symbol)	**दस की घात** (Power of 10)
योट्टा (yotta)	Y	10^{24}	डेसी (deci)	d	10^{-1}
जेट्टा (zetta)	Z	10^{21}	सेण्टी (centi)	c	10^{-2}
एक्सा (exa)	E	10^{18}	मिली (milli)	m	10^{-3}
पेटा (peta)	P	10^{15}	माइक्रो (micro)	μ	10^{-6}
टेरा (tera)	T	10^{12}	नैनो (nano)	n	10^{-9}
गीगा (giga)	G	10^{9}	पिको (pico)	p	10^{-12}
मेगा (mega)	M	10^{6}	फेम्टो (femto)	f	10^{-15}
किलो (kilo)	k	10^{3}	ऐटो (atto)	a	10^{-18}
हैक्टो (hecto)	h	10^{2}	जेप्टो (zepto)	z	10^{-21}
डेका (deca)	da	10^{1}	योक्टो (yocto)	y	10^{-24}

भौतिक राशियों की विमाएँ (Dimensions of Physical Quantities)

किसी भौतिक राशि के मात्रक को मूल मात्रकों के पदों में व्यक्त करने के लिए मूल मात्रकों पर जो घातें लगाई जाती हैं, वे उस भौतिक राशि की विमाएँ कहलाती हैं। भौतिक राशियों के दोनों ओर वर्ग कोष्ठक (square bracket) [ ] लगाकर भौतिक राशि की विमाएँ प्राप्त करते हैं। विमाएँ किसी राशि के परिमाण को नहीं दर्शाती हैं। *उदाहरण* 10 मी लम्बाई तथा 100 मी लम्बाई दोनों की विमा [L] होगी।

भौतिक राशियों की विमाओं का निरूपण
(Dimensional Representation of Physical Quantities)

यान्त्रिकी में, लम्बाई (length), द्रव्यमान (mass), समय (time), ताप (temperature), विद्युत धारा (electrical current), ज्योति तीव्रता (luminous intensity) तथा पदार्थ की मात्रा (amount of substance) को मूल राशियों में व्यक्त करने के लिए क्रमशः [L], [M], [T], [θ], [A], [cd] तथा [m या मोल] संकेतों का प्रयोग किया जाता है। व्युत्पन्न राशियों को [MLT] की विभिन्न घातों के रूप में लिखा जा सकता है, अतः M, L, T की घातों को ही उस भौतिक राशि की विमाएँ कहते हैं।

विमीय सूत्र तथा विमीय समीकरण
(Dimensional Formula and Dimensional Equation)

वह संकेतात्मक व्यंजक जो दी गई भौतिक राशि को मूल राशियों के विमीय संकेतों [M, L, T, θ, A] के पदों में लिखने पर प्राप्त होता है, उस भौतिक राशि का विमीय सूत्र कहलाता है।

उदाहरण यदि कार्य का विमीय सूत्र $[ML^2T^{-2}]$ है, तो यह मूल राशियों जैसे द्रव्यमान, लम्बाई तथा समय के विमीय सूत्रों क्रमशः [M], [L] तथा [T] पर निर्भर करता है। यदि कार्य को [W] के रूप में दर्शाए, तब $[W] = [MLT^{-2}]$, कार्य का विमीय समीकरण कहलाती है।

उदाहरण (i) $\text{चाल} = \frac{\text{दूरी}}{\text{समय}} = \frac{[L]}{[T]} = [LT^{-1}]$

(ii) $\text{बल} = \text{द्रव्यमान} \times \text{त्वरण} = \text{द्रव्यमान} \times \frac{\text{वेग परिवर्तन}}{\text{समय}}$ $\left[\because \text{त्वरण} = \frac{\text{वेग परिवर्तन}}{\text{समय}}\right]$

$= \text{द्रव्यमान} \times \frac{\text{दूरी}}{\text{समय}^2}$ $\left[\because \text{वेग} = \frac{\text{दूरी}}{\text{समय}}\right]$

$= [M] \times \frac{[L]}{[T^2]} = [M] \times [LT^{-2}] = [MLT^{-2}]$

विमाहीन राशियाँ (Dimensionless Quantities)

वे भौतिक राशियाँ जिनकी विमा शून्य होती है, विमाहीन भौतिक राशियाँ कहलाती हैं।

जैसे कोण, घनकोण, आपेक्षिक घनत्व, विशिष्ट ऊष्मा, पॉयसन अनुपात, विकृति, अपवर्तनांक, आदि।

विमाहीन राशि का आंकिक मान सभी मात्रक प्रणालियों में समान रहता है।

विमाओं के उपयोग (Uses of Dimensions)

विमाओं के मुख्यतः तीन उपयोग होते हैं

(i) समीकरण सजातीय है या नहीं, इसकी जाँच करने के लिए।

(ii) भौतिक राशियों के बीच सम्बन्ध स्थापित करने के लिए।

(iii) मात्रकों को एक प्रणाली से दूसरी प्रणाली में परिवर्तित करने के लिए।

प्रमुख भौतिक राशियाँ तथा उनके विमीय सूत्र
(Some Physical Quantities and their Dimensional Formulae)

भौतिक राशियाँ सूत्र सहित	विमीय सूत्र	SI मात्रक
क्षेत्रफल = लम्बाई × चौड़ाई	$[L \times L] = [L^2] = [M^0L^2T^0]$	मी^{2}
आयतन = लम्बाई × चौड़ाई × ऊँचाई	$[L \times L \times L] = [L^3] = [M^0L^3T^0]$	मी^{3}
वेग = विस्थापन/समय	$\frac{[L]}{[T]} = [LT^{-1}] = [M^0LT^{-1}]$	मी/से
त्वरण = वेग/समय	$\frac{[LT^{-1}]}{[T]} = [LT^{-2}] = [M^0LT^{-2}]$	मी/से^{2}
बल = द्रव्यमान × त्वरण	$[M][LT^{-2}] = [MLT^{-2}]$	किग्रा-मी/से^{2} या न्यूटन (N)
कार्य = बल × विस्थापन	$[MLT^{-2}] \times [L] = [ML^2T^{-2}]$	किग्रा-मी^{2}/से^{2} या जूल (J)
गतिज ऊर्जा = $\frac{1}{2}$ × द्रव्यमान × (वेग)^2	$[M][LT^{-1}]^2 = [ML^2T^{-2}]$	किग्रा-मी^{2}/से^{2} या जूल (J)
स्थितिज ऊर्जा = द्रव्यमान × त्वरण × गुरुत्वीय त्वरण	$[M][LT^{-2}][L] = [ML^2T^{-2}]$	किग्रा-मी^{2}/से^{2} या जूल
घनत्व = $\frac{\text{द्रव्यमान}}{\text{आयतन}}$	$\frac{[M]}{[L^3]} = [ML^{-3}T^0]$	किग्रा-मी^{3}
कोणीय विस्थापन = $\frac{\text{चाप}}{\text{त्रिज्या}}$	विमाहीन राशि = $[M^0L^0T^0]$	रेडियन

- *विमीय विश्लेषण द्वारा हमें समीकरणों में उपस्थित नियतांक का मान ज्ञात नहीं होता।*

मुख्य वैज्ञानिक यंत्र व उनके प्रयोग
(Important Scientific Instruments & Their Uses)

अल्टीमीटर (Altimeter)	विमानों की ऊँचाई मापने हेतु प्रयुक्त यंत्र।
अमीटर (Ammeter)	विद्युत-धारा को ऐम्पियर में मापने हेतु प्रयुक्त यंत्र।
ऑडियोमीटर (Audiometer)	ध्वनि की तीव्रता मापने हेतु प्रयुक्त यंत्र।
एनीमोमीटर (Anemometer)	वायु की गति तथा दिशा मापने हेतु प्रयुक्त यंत्र।
बैरोमीटर (Barometer)	वायुमंडलीय दाब मापने वाला यंत्र।
बाइनोकुलर (Binocular)	वस्तुओं को आवर्द्धित कर दिखाने वाला यंत्र।
ब्यूरेट (Burette)	द्रव के आयतन की अधिकतम क्षमता मापता है।
कैलोरीमीटर (Calorimeter)	ऊष्मा की मात्रा मापने का यंत्र।
कार्डियोग्राम (Cardiogram)	मनुष्य की हृदय गति को मापने का यंत्र।
चित्रदर्शी (Cinematography)	यह फिल्म और अपारदर्शी पदार्थों के बिम्ब को पर्दे पर प्रक्षेपित करने वाला यंत्र है।
डायनमो (Dynamo)	यांत्रिक ऊर्जा को विद्युत ऊर्जा में बदलने का यंत्र।
डायनमोमीटर (Dynamometer)	इंजन द्वारा उत्पन्न की गई शक्ति मापने का यंत्र।
इलेक्ट्रोमीटर (Electrometer)	विभवान्तर मापने का यंत्र।
इलेक्ट्रोस्कोप (Electroscope)	विद्युत आवेश की उपस्थिति बताने वाला यंत्र।
इण्डोस्कोप (Endoscope)	मानव शरीर के अन्दर के भाग को देखने हेतु प्रयुक्त यंत्र।
फेदोमीटर (Fathometer)	समुद्र की गहराई मापने वाला यंत्र।

गेल्वेनोमीटर (Galvanometer)	विद्युत धारा की प्रबलता मापने का यंत्र।
हाइड्रोमीटर (Hydrometer)	द्रवों का आपेक्षिक घनत्व मापने वाला यंत्र।
हाइड्रोफोन (Hydrophone)	पानी के अन्दर ध्वनि तरंगों की गणना करने में काम आने वाला उपकरण।
हाइग्रोमीटर (Hygrometer)	वायुमंडलीय आर्द्रता मापने का यंत्र।
लैक्टोमीटर (Lactometer)	दूध की शुद्धता मापने वाला यंत्र।
मैनोमीटर (Manometer)	गैसों का दाब मापने का यंत्र।
माइक्रोफोन (Microphone)	ध्वनि तरंगों को विद्युत तरंगों में परिवर्तित करने वाला उपकरण।
माइक्रोस्कोप (Microscope)	सूक्ष्म-वस्तुओं को आवर्द्धित रूप में देखने का यंत्र।
ओडोमीटर (Odometer)	वाहनों के पहियों द्वारा तय की गई दूरी को मापने वाला यंत्र।
पेरिस्कोप (Periscope)	ऐसी वस्तुओं को देखने का यंत्र जो देखने की सीमा से दूर हैं और जिनका कोई प्रत्यक्ष दृश्य नहीं है।
फोनोग्राफ (Phonograph)	ध्वनि लेखन के काम आने वाला उपकरण।
फोटोमीटर (Photometer)	दो स्रोतों की प्रदीपन एवं तीव्रता की तुलना करने के काम आने वाला उपकरण।
पाइरोमीटर (Pyrometer)	यह विकिरण तापमापी है जिसके द्वारा ताप का मापन किया जाता है।
रडार (Radar)	दूर से आने वाले वायुयान की गति और दिशा ज्ञात करने वाला यंत्र।
रेडियोमीटर (Radiometer)	विकिरण को मापने वाला यंत्र।
स्क्रूगेज (Screw gauge)	महीन तारों का व्यास मापने वाला यंत्र।
सिस्मोग्राफ (Seismograph)	भूकम्पीय तीव्रता मापने वाला यंत्र।
लवणतामापी (Salinometer)	लवण (नमक) के घोल की सान्द्रता को मापने वाला यंत्र।
पाइरहिलियोमीटर (Pyrheleometer)	सोलर रेडिएशन मापने का यंत्र।
स्पेक्ट्रोमीटर (Spectrometer)	इस यंत्र के माध्यम से विभिन्न प्रकार के स्पेक्ट्रमों का अध्ययन किया जाता है।
स्पीडोमीटर (Speedometer)	मोटर गाड़ियों की गति मापने का यंत्र।
स्फिग्मोमैनोमीटर (Sphygmomanometer)	धमनियों में रूधिर के दाब को मापने का उपकरण
स्फैरोमीटर (Spherometer)	किसी सतह की वक्रता मापने का यंत्र।
स्टोरियोस्कोप (Stereoscope)	द्विविम चित्र लेने के काम आने वाला यंत्र।
स्टेथोस्कोप (Stethoscope)	हृदय तथा फेफड़ों की आवाज सुनने का यंत्र।
स्ट्रोबोस्कोप (Stroboscope)	आवर्तिक गति से घूमने वाली वस्तुओं की चाल ज्ञात करने का उपकरण।
टैकोमीटर (Tachometer)	वायुयान की गति मापने वाला यंत्र।
टेलिस्कोप (Telescope)	दूरस्थ चीजों को नजदीक देखने वाला यंत्र।
थर्मोमीटर (Thermometer)	मानव शरीर का तापमान मापने का यंत्र।
थर्मोस्टेट (Thermostat)	स्थिर तापमान को संचालित रखने वाला यंत्र।
वोल्टमीटर (Voltmeter)	दो बिन्दुओं के आवेश भिन्नता को मापने वाला यंत्र।
वर्नियर कैलिपर्स (Vernier callipers)	शुद्ध लम्बाई को मापने वाला यंत्र।

कुछ भौतिक शास्त्र व उनके योगदान
(Some Physicists with their Contributions)

नाम	मुख्य योगदान/खोज
आर्किमिडीज *(ग्रीक)*	उत्पलावन का सिद्धान्त, उत्तोलक का सिद्धान्त
गैलीलियो *(इटली)*	जड़त्व का नियम
क्रिस्टीयन हाइगेन्स *(हॉलेंड)*	प्रकाश का तरंग सिद्धान्त
आइसैक न्यूटन *(यू के)*	गुरुत्वाकर्षण का ब्रह्माण्ड नियम, गति के नियम परिवर्तित दूरदर्शी
माइकल फैराडे *(यू के)*	चुम्बकीय प्रेरण के नियम
जैम्स क्लर्क मैक्सवैल *(यू के)*	वैद्युत चुम्बकीय सिद्धान्त, जैसे प्रकाश, वैद्युत चुम्बकीय तरंगें
हेनरिच रुडोन्फ हर्ट्स *(जर्मनी)*	वैद्युत चुम्बकीय तरंगों का उत्पादन
डब्लू के रॉन्टजन *(जर्मनी)*	X-किरणें
पल्बर्ट आइन्सटीन *(जर्मनी)*	प्रकाश वैद्युत प्रभाव की व्याख्या व आपेक्षिक सिद्धान्त
पार ए मिलिकन *(यू एस ए)*	वैद्युतीय आवेश का मापन
अरनेस्ट रदरफोर्ड *(न्यूजीलैण्ड)*	परमाणु का नाभिकीय मॉडल
नील्स बोहर *(डेनमार्क)*	हाइड्रोजन बम का क्वान्टम मॉडल
सी वी रमन *(भारत)*	अणुओं द्वारा प्रकाश का असंघटीय प्रकीर्णन
लुईस विक्टर दे-ब्रोग्ली *(फ्रांस)*	द्रव्य की तरंग प्रकृति
एस एन बोस (भारत)	क्वान्टम स्थैतिकी
वोल्फगेंग पाऊली *(ऑस्ट्रिया)*	अपवर्जन नियम

मापन में त्रुटियाँ (Errors in Measurement)

किसी राशि के मापे गए मान तथा वास्तविक मान के अन्तर को मापन में त्रुटि कहते हैं तथा मिलान करते समय त्रुटि को समाप्त नहीं किया जा सकता, इसे केवल नगण्य किया जा सकता है।

> **विभेदन** (Resolution) विभेदन से अभिप्राय है किसी राशि का अल्पतमांक या न्यूनतम पाठ्यांक, जो यन्त्रों द्वारा पढ़ा जा सकता है।
>
> **यथार्थता** (Accuracy) किसी माप की यथार्थता से अभिप्राय है कि किसी राशि का मापित मान, उसके वास्तविक मान (true value) के कितना निकट है।
>
> **परिशुद्धता** (Precision) किसी माप की परिशुद्धता से तात्पर्य है कि वस्तु को किस विभेदन सीमा तक मापा गया है अथवा परिशुद्धता वह पद है जो किसी वस्तु की एक माप को उस वस्तु की अन्य मापों से निकटता प्रदर्शित करने के लिए प्रयोग किया जाता है।

त्रुटियों का वर्गीकरण (Classification of Errors)

I. *त्रुटियों की प्रकृति के आधार पर*

1. क्रमबद्ध त्रुटियाँ (Systematic Errors)

वे त्रुटियाँ, जो किसी एक दिशा (धनात्मक या ऋणात्मक) में निर्धारित होती हैं, क्रमबद्ध त्रुटियाँ कहलाती हैं।

क्रमबद्ध त्रुटियों के कुछ स्रोत निम्न प्रकार हैं

(i) **यन्त्रगत त्रुटियाँ** (Instrumental Errors) वे त्रुटियाँ जो मापक यन्त्र की अपूर्ण अभिकल्पना या त्रुटिपूर्ण अंशांकन के कारण होती हैं, यन्त्रगत त्रुटियाँ कहलाती हैं।

(ii) **प्रायोगिक तकनीक या कार्यविधि में अपूर्णता** (Imperfection in Experiment Technique or Procedure) प्रयोग के दौरान बाह्य प्रतिबन्धों, ताप, आर्द्रता आदि में क्रमबद्ध परिवर्तन तथा मापन की अनुचित तकनीक क्रमबद्ध त्रुटियों के अन्तर्गत आते हैं।

(iii) **व्यक्तिगत त्रुटियाँ** (Personal Errors) ये त्रुटियाँ उपकरण की अनुचित सेटिंग तथा प्रेक्षण के दौरान व्यक्ति की लापरवाही के कारण होती हैं।

2. यादृच्छिक त्रुटियाँ (Random Errors)

मापन में अनियमित रूप से होने वाली त्रुटियों को यादृच्छिक त्रुटियाँ कहते हैं। ये त्रुटियाँ बाह्य घटकों (external factors), जैसे ताप, दाब, वायु तथा आर्द्रता द्वारा उत्पन्न होती हैं। ये त्रुटियाँ चिह्न तथा परिमाण में भी यादृच्छिक होती हैं। इस प्रकार की त्रुटि को अनेक बार प्रेक्षण लेकर उनका मध्यमान ज्ञात कर कम किया जा सकता है।

3. अल्पतमांक त्रुटियाँ (Least Count Errors)

किसी मापक यन्त्र द्वारा मापा जा सकने वाला छोटे से छोटा मान, उस मापक यन्त्र का अल्पतमांक कहलाता है। किसी मापक यन्त्र द्वारा लिए गए सभी पाठ्यांक या मापित मान उसके अल्पतमांक तक ही सही होते हैं।

अल्पतमांक त्रुटि एक ऐसी त्रुटि है जो मापक यन्त्र के विभेदन से सम्बद्ध होती है। अधिक परिशुद्ध (precision) मापन यन्त्रों के प्रयोग करके, प्रायोगिक तकनीकों में सुधार आदि के द्वारा अल्पतमांक त्रुटि को कम कर सकते हैं।

उदाहरण साधारण पैमाने की अल्पतमांक 0.1 सेमी है, वर्नियर कैलिपर्स की 0.01 सेमी तथा स्क्रूगेज की 0.001 सेमी है।

- *सभी प्रकार की त्रुटियाँ सकल (gross) त्रुटियों के रूप में होती हैं।*

II. *मापन के गणितीय आकलन के आधार पर*

1. निरपेक्ष त्रुटि (Absolute Error)

किसी भौतिक राशि के वास्तविक मान तथा मापित मान का अन्तर, मापन में निरपेक्ष त्रुटि कहलाता है।

2. माध्य निरपेक्ष त्रुटि (Mean Absolute Error)

भौतिक राशि की निरपेक्ष त्रुटियों के परिमाणों के समान्तर माध्य को भौतिक राशि के मापन की माध्य निरपेक्ष त्रुटि कहते हैं।

$$\text{मापन में माध्य निरपेक्ष त्रुटि} = \frac{\text{निरपेक्ष त्रुटि में प्रत्येक प्रेक्षणों का योग}}{\text{प्रेक्षणों की कुल संख्या}}$$

3. आपेक्षिक या भिन्नात्मक त्रुटि (Relative or Fractional Error)

किसी राशि के मापन में निरपेक्ष त्रुटि तथा राशि के माध्य-मान का अनुपात, मापन में आपेक्षिक त्रुटि कहलाती है। यदि इस अनुपात को प्रतिशत में व्यक्त किया जाए, तो यह मापन में **प्रतिशत त्रुटि** (percentage error) कहलाता है।

सार्थक अंक (Significant Figures)

किसी माप में सभी विश्वसनीय (reliable) अंक तथा प्रथम संदिग्ध (doubtful) अंक को सार्थक अंक कहते हैं।

उदाहरण यदि मापन के बाद किसी वस्तु की लम्बाई 574.5 मी है, तब इसमें चार सार्थक अंक 5, 7, 4, तथा 5 होंगे जिसमें 5, 7 तथा 4 तो निश्चित (certain) परन्तु अंक 5 अनिश्चित (uncertain) है।

सार्थक अंक ज्ञात करने के मुख्य नियम
(Common Rules to Find Significant Figures)

(i) सभी अशून्य अंक सार्थक अंक होते हैं।

(ii) दो अशून्य अंकों के मध्य आने वाले सभी शून्य सार्थक अंक होते हैं चाहे दशमलव कहीं पर भी स्थित हो।

(iii) संख्या का मान एक से कम होने पर दशमलव के बाईं ओर तथा दशमलव के दाईं ओर प्रथम अशून्य अंक से पहले (बाईं ओर) के सभी शून्य सार्थक अंक होंगे।

(iv) यदि किसी संख्या में दशमलव नहीं है, तब अन्तिम अशून्य अंक के दाईं ओर के शून्य सार्थक अंक नहीं होते हैं।

(v) किसी संख्या में दशमलव के बाद अन्तिम अशून्य अंक के दाईं ओर के सभी शून्य सार्थक अंक होते हैं।

(vi) इकाई (मात्रक) पद्धति बदलने से सार्थक अकों की संख्या नहीं बदलती है।

(vii) 1 से छोटी संख्या में, दशमलव के बाईं ओर लिखा शून्य कभी भी सार्थक अंक नहीं होता है।

(viii) यदि किसी संख्या में 10 की घात वाली संख्या की गुणा हो, तो इसका प्रभाव सार्थक अंकों की संख्या पर नहीं पड़ता।

सार्थक अंकों से सम्बन्धित अंकीय संक्रियाएँ
(Arithmetic Operation with Significant Figures)

(i) **योग तथा अन्तर** (Addition and Subtraction) राशियों के योग अथवा अन्तर से प्राप्त परिणाम में दशमलव बिन्दु के बाद अकों की संख्या उतनी होगी जितनी प्रयुक्त राशियों में दशमलव बिन्दु के बाद न्यूनतम अंकों वाली राशि में होती है।

(ii) **गुणा तथा भाग** (Multiplication and Division) संख्याओं को गुणा अथवा भाग करने से प्राप्त परिणाम में केवल उतने ही सार्थक अंक होने चाहिए जितने कि सबसे कम सार्थक अंकों वाली मूल संख्या में हैं।

वस्तुनिष्ठ प्रश्न

1. निम्नलिखित में से कौन एक सदिश मात्रा नहीं है? **[SSC CGL 2017]**
(a) आवेग (b) विस्थापन
(c) बल-आघूर्ण (d) गति

2. निम्नलिखित में से कौन भार की इकाई नहीं है? **[SSC 2012]**
(a) पाउण्ड (b) किलोग्राम
(c) ग्राम (d) डाइन

3. निम्नलिखित में से कौन-सी अदिश राशि है? **[BPSC 2019]**
(a) बल (b) दाब
(c) वेग (d) त्वरण

4. 'बल' की एस.आई. (SI) यूनिट क्या है? **[SSC (CGL) 2017, RRB 2016]**
(a) केल्विन (b) न्यूटन
(c) पास्कल (d) वोल्ट

5. आपेक्षिक घनत्व की इकाई क्या है?
(a) किग्रा/मी **[SSC CHSL 2017]**
(b) किग्रा/मी^{2}
(c) किग्रा/मी^{3}
(d) उपरोक्त में से कोई नहीं

6. प्रकाश-वर्ष किसके मापन का मात्रक होता है?
(a) बहुत लम्बी दूरियों का **[NDA 2019, 18, 17]**
(b) वर्षों में समयान्तराल का
(c) किसी वर्ष में पृथ्वी पर प्राप्त होने वाले प्रकाश की कुल मात्रा का
(d) परमाणुओं के द्रव्यमान का

7. शक्ति का मात्रक है **[BPSC 2018, UPPSC 2010]**
(a) हर्ट्ज (b) वोल्ट (c) वाट (d) न्यूटन

8. त्वरण का मात्रक·····है। **[SSC 2017]**
(a) मी/से (b) से^{2}/मी
(c) मी/से^{2} (d) मी^{2}/से^{2}

9. पारसेक (Parsec) **इकाई है** **[SSC 2016]**
(a) दूरी की
(b) समय की
(c) प्रकाश की चमक की
(d) चुम्बकीय बल की

10. दाब का मात्रक है **[BPSC 2019]**
(a) किग्रा/वर्ग सेमी (b) किग्रा/सेमी
(c) किग्रा/मिमी (d) इनमें से कोई नहीं

11. निम्नलिखित में से किस राशि का मात्रक नहीं है?
(a) प्रतिबल (b) बल **[BPSC 2019]**
(c) विकृति (d) दाब

12. यान्त्रिक ऊर्जा की SI **इकाई क्या है?** **[CDS 2016]**
(a) जूल (b) वाट
(c) न्यूटन-सेकण्ड (d) जूल-सेकण्ड

13. ऐंग्स्ट्रॉम इकाई है **[BPSC 2018]**
(a) तरंगदैर्ध्य की (b) ऊर्जा की
(c) आवृत्ति की (d) वेग की

14. आवृत्ति को मापा जाता है **[SSC CGL 2017; BPSC 2018]**
(a) हर्ट्ज में (b) मी/से में
(c) रेडियन में (d) वाट में

15. निम्नलिखित में से न्यूटन-मीटर किस भौतिक राशि की SI इकाई है? **[SSC Stenographer Group C & D 2017]**
(a) त्वरण (b) बल-आघूर्ण
(c) शक्ति (d) बल

16. विषम की पहचान करें। **[RRB Group D 2018]**
(a) डाइन-सेमी$^{-2}$ (b) पास्कल
(c) न्यूटन मी$^{-2}$ (d) न्यूटन

17. निम्नलिखित में से किस युग्म की SI इकाइयाँ एक जैसी नहीं हैं? **[RRB Group D 2018]**
(a) बल और दाब (b) गति और वेग
(c) विस्थापन और दूरी (d) कार्य और ऊर्जा

18. निम्नांकित में से कौन एक वायुमण्डल की ओजोन परत की मोटाई नापने वाली इकाई हैं? **[UK PCS (Pre) 2010]**
(a) नॉट (b) डॉब्सन
(c) प्वॉज (d) मैक्सवेल

19. सूची I को सूची II के साथ सुमेलित कीजिए और सूचियों के नीचे दिए गए कूट का प्रयोग कर सही उत्तर चुनिए। **[NDA 2015 (I)]**

	सूची I		सूची II
A.	दूरी	1.	मोल
B.	पदार्थ की मात्रा	2.	कूलॉम
C.	विद्युत आवेश की मात्रा	3.	प्रकाश-वर्ष
D.	ऊर्जा	4.	वाट-घण्टा

कूट
A B C D
(a) 3 1 2 4
(b) 3 2 1 4
(c) 4 2 1 3
(d) 4 1 2 3

20. माप की कौन-सी इकाई को 0.39 से गुणा करने पर 'इंच' प्राप्त होता है? **[UP UDA/LDA 2010]**
(a) मिलीमीटर
(b) सेन्टीमीटर
(c) मीटर
(d) डेसीमीटर

21. छः फीट लम्बे व्यक्ति की ऊँचाई नैनोमीटर में कैसे व्यक्त की जाएगी (लगभग) ? **[IAS (Pre) 2008]**
(a) 183×10^6 नैनोमीटर
(b) 234×10^6 नैनोमीटर
(c) 183×10^7 नैनोमीटर
(d) 181×10^7 नैनोमीटर

22. एक डाइन (CGS पद्धति में बल का मात्रक) किसके बराबर है? **[NDA 2019]**
(a) 10^3 ग्राम-सेमी/से^{2} के
(b) 10^{-3} ग्राम-सेमी/से^{2} के
(c) 10^5 किग्रा-मी/से^{2} के
(d) 10^{-5} किग्रा-मी/से^{2} के

23. एक नैनोमीटर का मान निम्नलिखित में से कौन-सा है? **[CDS 2018]**
(a) 10^{-7} सेमी (b) 10^{-6} सेमी
(c) 10^{-4} सेमी (d) 10^3 सेमी

24. Å तथा nm के बीच निम्नलिखित में से कौन-सा सम्बन्ध सही है? **[NDA 2018]**
(a) 1 nm = 10^{-1} Å
(b) 1 nm = 10 Å
(c) 1 nm = 1 Å
(d) 1 nm = 10^{-2} Å

25. सूर्य का प्रकाश पृथ्वी पर पहुँचता है **[BPSC 2019]**
(a) 5 मिनट में (b) 6 मिनट में
(c) 8 मिनट में (d) 10 मिनट में

26. एक घन मीटर (m^3) के कितने घन सेन्टीमीटर (cm^3) होते हैं? **[NDA 2014 (I)]**
(a) 10^3 (b) 10^6 (c) 10^9 (d) 10^{12}

27. 6 किग्रा 5 ग्राम = ? **[RRB Group D 2018]**
(a) 6.05 किग्रा (b) 6.5 किग्रा
(c) 6.005 किग्रा (d) 0.65 किग्रा

28. विमा [MLT^{-2}] होती है **[SSC CGL 2013]**
(a) बल की (b) कार्य की
(c) त्वरण की (d) वेग की

29. सार्वत्रिक गुरुत्वीय स्थिरांक का विमीय सूत्र कौन-सा है? **[SSC (10 + 2) 2013]**
(a) [$M^{-1}L^3T^2$] (b) [ML^2T^{-2}]
(c) [M^{-2}] (d) [$M^{-1}L^3T^{-2}$]

30. आवेग की विमा वही होती है, जोकि **[NDA 2014]**
(a) दाब की है
(b) कोणीय संवेग की है
(c) कार्य की है
(d) रेखीय संवेग की है

31. **वक्तव्य I** विमीय विश्लेषण को ऐसे सूत्रों के स्थापन में प्रयुक्त नहीं कर सकते हैं जिनमें त्रिकोणमितीय अनुपात प्रयुक्त हों।
वक्तव्य II क्योंकि त्रिकोणमितीय अनुपात विमाहीन होते हैं।

(a) वक्तव्य I सत्य है, वक्तव्य II भी सत्य है वक्तव्य, II, वक्तव्य I का सही स्पष्टीकरण है।
(b) वक्तव्य I सत्य है, वक्तव्य II भी सत्य है वक्तव्य II, वक्तव्य I का सही स्पष्टीकरण नहीं है।
(c) वक्तव्य I सत्य है, वक्तव्य II असत्य है
(d) वक्तव्य I असत्य है, वक्तव्य II सत्य है

32. **वायु की गति मापी जाती है** **[UPPCS 2016]**
(a) बैरोमीटर द्वारा
(b) एनीमोमीटर द्वारा
(c) हाइड्रोमीटर द्वारा
(d) विण्ड वेन द्वारा

33. **निम्नलिखित तापमापियों में से किसे पाइरोमीटर कहा जाता है?** **[UPPCS 2016]**
(a) ताप-विद्युत तापमापी
(b) विकिरण तापमापी
(c) गैस तापमापी
(d) द्रव तापमापी

34. **भूकम्प की तीव्रता किससे मापी जाती है?** **[MPPCS 2015]**
(a) बैरोमीटर (b) हाइड्रोमीटर
(c) पॉलीग्राफ (d) सिस्मोग्राफ

35. **पाइरेलियोमीटर का प्रयोग निम्न में से किसे मापने के लिए किया जाता है?** **[UPPCS (Pre) 2015]**
(a) सन स्पॉट को
(b) सोलर रेडिएशन को
(c) हवा ताप को
(d) पौधों के ताप को

36. **निम्नलिखित युग्मों में से कौन-सा एक सही सुमेलित नहीं है?** **[UP Lower Sub. 2015]**
(a) ओडोमीटर : वाहनों के पहियों द्वारा तय की गई दूरी मापने का यन्त्र
(b) वेवमीटर : विद्युत-चुम्बकीय तरंगों की आवृत्ति मापने का यन्त्र
(c) ऑडियोमीटर : ध्वनि तीव्रता मापक युक्ति
(d) एमीटर : विद्युत शक्ति मापक यन्त्र

37. **सूची I को सूची II से सुमेलित कीजिए तथा सूचियों के नीचे दिए गए कूट से सही उत्तर का चयन कीजिए।** **[UPPCS 2008]**

	सूची I		सूची II
A.	स्टेथोस्कोप	1.	प्रकाश की तीव्रता मापने के लिए
B.	स्फिग्नोमैनोमीटर	2.	सोने की शुद्धता का पता लगाने के लिए
C.	कैरेटोमीटर	3.	हृदय की ध्वनि सुनने के लिए
D.	लक्समीटर	4.	रक्त चाप मापने के लिए

कूट

	A	B	C	D		A	B	C	D
(a)	1	2	3	4	(b)	4	3	2	1
(c)	3	4	2	1	(d)	2	1	4	3

38. **एक छात्र कुछ नियत लम्बाइयों को 1 मिमी तक के अल्पतमांक वाले एक मीटर स्केल का प्रयोग करके मापता हैं। निम्नलिखित में से कौन-सा मापन अधिक परिशुद्ध (सही) है?** **[NDA 2019]**
(a) 0.50 मिमी (b) 29.07 सेमी
(c) 0.925 मी (d) 910 मिमी

39. **वक्तव्य I मापन के यथार्थता की कोटि मापक उपकरण के अल्पतमांक पर निर्भर करती है।**
वक्तव्य II अल्पतमांक जितना कम होता है मापन के पाठ्यांक में सार्थक अंकों की संख्या उतनी ही अधिक होती है।
(a) वक्तव्य I सत्य है, वक्तव्य II भी सत्य है। वक्तव्य II, वक्तव्य I का सही स्पष्टीकरण है।
(b) वक्तव्य I सत्य है, वक्तव्य II भी सत्य है। वक्तव्य II, वक्तव्य I का सही स्पष्टीकरण नहीं है।
(c) वक्तव्य I सत्य है, वक्तव्य II असत्य है।
(d) वक्तव्य I असत्य है, वक्तव्य II सत्य है।

1. (d)	**2.** (d)	**3.** (b)	**4.** (b)	**5.** (d)	**6.** (a)	**7.** (c)	**8.** (c)	**9.** (a)	**10.** (d)
11. (c)	**12.** (a)	**13.** (a)	**14.** (a)	**15.** (b)	**16.** (d)	**17.** (a)	**18.** (b)	**19.** (a)	**20.** (b)
21. (c)	**22.** (d)	**23.** (a)	**24.** (b)	**25.** (c)	**26.** (b)	**27.** (c)	**28.** (a)	**29.** (d)	**30.** (d)
31. (a)	**32.** (b)	**33.** (b)	**34.** (d)	**35.** (b)	**36.** (d)	**37.** (c)	**38.** (a)	**39.** (b)	

2

गति

Motion

दैनिक जीवन में हम कुछ वस्तुओं को गतिमान अवस्था में देखते हैं जैसे टहलता हुआ व्यक्ति, चलती कारें, दौड़ती हुई रेलगाड़ियाँ आदि, जबकि कुछ वस्तुएँ विरामावस्था में होती हैं जैसे फर्नीचर, मकान, पेड़-पौधें आदि। दोनों स्थितियों में हम देखते हैं कि गति अवस्था में, वस्तु की स्थिति में समय के साथ परिवर्तन होता है, जबकि विरामावस्था में वस्तु की स्थिति में समय के साथ परिवर्तन नहीं होता है।

विराम (Rest)

यदि किसी वस्तु (object) की स्थिति (position) में समय के साथ कोई परिवर्तन नहीं होता है, तो वस्तु विरामावस्था में कहलाती है।उदाहरण मेज पर रखी एक किताब विराम अवस्था में है क्योंकि मेज के सापेक्ष किताब की स्थिति में समय के साथ परिवर्तन नहीं होता है।

गति (Motion)

यदि किसी वस्तु की स्थिति में समय के साथ परिवर्तन हो रहा है, तो वस्तु गति अवस्था में कहलाती है। *उदाहरण* जल में तैरती मछली, सड़क पर दौड़ती कार या बस, पटरियों पर दौड़ती रेलगाड़ी, वायु में उड़ते पक्षी आदि।

- *विराम तथा गति एक-दूसरे से सम्बन्धित हैं, क्योंकि कोई वस्तु एक ही समय में एक वस्तु के सापेक्ष विराम में, जबकि किसी दूसरी वस्तु के सापेक्ष गति में हो सकती है।*
  उदाहरण दो कारें एक ही दिशा में समान वेग से चल रही हैं, तब ये एक-दूसरे के सापेक्ष विराम में होती हैं, परन्तु पेड़-पौधों तथा सड़क पर चलते व्यक्तियों के सापेक्ष (relative) कारें गति में होती हैं।

वस्तुओं की गति के प्रकार (Types of Motion of Bodies)

पथ की प्रकृति के आधार पर गति निम्नलिखित तीन प्रकार की होती हैं

(i) **सरलरेखीय तथा स्थानान्तरीय गति** (Rectilinear and Translatory Motion) जब कोई कण एक सरल रेखा में गतिमान होता है, तो उसकी गति सरलरेखीय गति कहलाती है तथा जब एक वस्तु (कण नहीं) एक सीधी रेखा में गतिमान होती है, तो उसकी गति स्थानान्तरीय गति कहलाती है।

(ii) **वृत्तीय तथा घूर्णन गति** (Circular and Rotatory Motion) जब कोई कण किसी वृत्ताकार मार्ग पर गति करता है, तो उसकी गति वृत्तीय गति कहलाती है तथा जब कोई वस्तु किसी स्थिर अक्ष के परितः इस प्रकार गति करती है कि पिण्ड का प्रत्येक कण वृत्तीय पथ पर चलता है एवं समस्त वृत्तीय पथों का केन्द्र उसके अक्ष पर होता हैं, तो वस्तु की गति घूर्णन गति कहलाती है।

अथवा

जब कोई वस्तु (कण नहीं) एक निश्चित अक्ष के परितः (यह अक्ष वस्तु से भी गुजर सकता है) एक वृत्तीय पथ पर गति करती है, तो उसकी गति घूर्णन गति कहलाती है।

- *वृत्तीय गति सदैव ही त्वरित होती है, क्योंकि इसमें वृत्त के प्रत्येक बिन्दु पर वेग की दिशा बदल जाती है। एक तीक्ष्ण वृत्ताकार पथ पर तीव्र गति से जाता हुआ चार पहियों वाला वाहन अन्दर के पहियों पर उलटेगा तथा बाहर की ओर फिसलेगा।*

(iii) **दोलनी तथा कम्पनिक गति** (Oscillatory and Vibratory Motion) जब कोई वस्तु किसी निश्चित बिन्दु, के इधर-उधर गति करती है, तो उसकी गति कम्पनिक या दोलनी गति कहलाती है। दोलन करने वाली वस्तु का इसकी माध्य स्थिति के किसी भी ओर अधिकतम विस्थापन वस्तु का आयाम कहलाता है। दोलनी गति में, यदि आयाम बहुत कम है, तो उसकी गति कम्पनिक गति कहलाती है। *उदाहरण* घड़ी के लोलक की गति।

गति को बताने के लिए प्रयुक्त निर्देशांकों की संख्या के आधार पर गति निम्नलिखित तीन प्रकार की होती हैं

एकविमीय गति (One-Dimensional Motion) जब वस्तु की स्थिति (position) केवल एक दिशा में बदलती है तो वस्तु की गति एकविमीय गति कहलाती है।

या

जब कोई वस्तु एक सरल रेखा के अनुदिश गति करती है, तो उसकी गति एकविमीय गति कहलाती है।

द्विविमीय गति (Two-Dimensional Motion) जब वस्तु की स्थिति दो दिशाओं में बदलती है, तो वस्तु की गति द्विविमीय गति कहलाती है।

या

जब कोई वस्तु एक समतल में गति करता है, तो उसकी गति द्विविमीय गति कहलाती है।

Everyday साइंस

- सड़क पर दौड़ती कार की गति तथा मुक्त रूप से गिरते एक पिण्ड की गुरुत्वीय त्वरण के अन्तर्गत गति एकविमीय गति के उदाहरण हैं।
- सूर्य के चारों ओर घूमते एक ग्रह की गति द्विविमीय गति का उदाहरण है।
- आकाश में उड़ते हुए पक्षी की गति तथा उड़ती हुई पतंग की गति, त्रिविमीय गति के उदाहरण हैं।

त्रिविमीय गति (Three-Dimensional Motion) जब वस्तु की स्थिति तीन दिशाओं में बदलती है, तो वस्तु की गति त्रिविमीय गति कहलाती है।

या

जब कोई वस्तु अन्तरिक्ष में गति करती है, तो वस्तु की गति त्रिविमीय गति कहलाती है।

गति सम्बन्धी कुछ मूलभूत पद (Some Basic Terms Related with Motion)

गति सम्बन्धी विभिन्न पद निम्न प्रकार हैं

निर्देश बिन्दु (Reference Point)

यदि किसी वस्तु की स्थिति एक निश्चित बिन्दु के सापेक्ष बदलती रहती है, तो उस बिन्दु को निर्देश बिन्दु या मूल बिन्दु कहते हैं।

- *यदि किसी वस्तु की स्थिति निर्देश बिन्दु के सापेक्ष बदल रही हो, तो वस्तु गति अवस्था में होती है।*

स्थिति (Position)

किसी निर्देश तन्त्र में किसी कण की मूल बिन्दु से दूरी उसकी स्थिति को प्रदर्शित करती है तथा मूल बिन्दु से कण तक, कण की दिशा में खींची गई रेखा कण की **स्थिति सदिश** (position vector) कहलाती है।

दूरी या पथ की लम्बाई (Distance or Path Length)

किसी गतिमान कण या वस्तु द्वारा किसी मार्ग पर चली गई कुल लम्बाई को वस्तु द्वारा चली गई दूरी या पथ की लम्बाई कहते हैं। यह एक अदिश राशि है, इसका मात्रक मीटर होता है।

विस्थापन (Displacement)

जब काई वस्तु, एक स्थिति से दूसरी स्थिति तक गति करती है, तो वस्तु की गति की प्रारम्भिक तथा अन्तिम स्थितियों के बीच की न्यूनतम दूरी को उस वस्तु का विस्थापन कहते हैं। यह एक सदिश राशि है तथा इसका मात्रक मीटर है।

- *गतिमान वस्तु का विस्थापन शून्य हो सकता है परन्तु तय की गई दूरी शून्य नहीं हो सकती।*
- *विस्थापन का मान धनात्मक, ऋणात्मक या शून्य भी हो सकता है।*

- *गतिमान वस्तु का विस्थापन, तय की गई दूरी से कभी भी अधिक नहीं होता है अर्थात्*

$$\text{विस्थापन} \leq \text{दूरी}$$

$$\therefore \quad \frac{\text{विस्थापन}}{\text{दूरी}} \leq 1$$

अतः विस्थापन तथा दूरी का अनुपात सदैव 1 से कम या बराबर होता है।

चाल (Speed)

किसी वस्तु द्वारा एकांक समय में तय की गई दूरी को चाल कहते हैं। यह एक अदिश राशि है। इसका SI मात्रक मी/से तथा विमा $[M^0LT^{-1}]$ होती है।

$$\therefore \quad \text{चाल } (v) = \frac{\text{चली गई दूरी } (s)}{\text{लिया गया समय } (t)}$$

एक गतिमान वस्तु की चाल सदैव धनात्मक होती है। यह कभी भी ऋणात्मक या शून्य नहीं हो सकती है।

चाल के प्रकार (Types of Speed)

चाल चार प्रकार की होती हैं

(i) **एकसमान चाल या स्थिर चाल** (Uniform Speed or Constant Speed) जब कोई वस्तु समान समयान्तरालों में समान दूरी तय करती है, तो इसकी चाल एकसमान चाल या स्थिर चाल कहलाती है।

(ii) **असमान (परिवर्ती) चाल या अस्थिर चाल** (Non-uniform Speed or Variable Speed) जब कोई वस्तु समान समयान्तरालों में असमान दूरी तय करती है, तो इसकी चाल असमान चाल या अस्थिर चाल कहलाती है।

Everyday साइंस

- जब एक गतिमान मोटर साइकिल एक सीधे पथ पर समान समयान्तराल में समान दूरियाँ तय करती है, तो इसकी गति एकसमान गति कहलाती है।
- जब एक मोटर साइकिल भीड़ वाले बाजार से गुजरती है, तो उसकी गति असमान गति कहलाती है।

(iii) **औसत चाल** (Average Speed) किसी गतिमान वस्तु द्वारा तय की गई कुल दूरी तथा दूरी तय करने में लगे कुल समय के अनुपात को वस्तु की औसत चाल कहते हैं।

$$\therefore \quad \text{औसत चाल} = \frac{\text{चली गई कुल दूरी}}{\text{लिया गया कुल समय}}$$

जब कोई वस्तु भिन्न-भिन्न दूरियाँ $s_1, s_2, s_3, \ldots\ldots$ भिन्न-भिन्न समयान्तरालों $t_1, t_2, t_3 \ldots\ldots$ में तय करती है, तब

$$\text{औसत चाल} = \frac{s_1 + s_2 + s_3 + \ldots\ldots}{t_1 + t_2 + t_3 \ldots\ldots}$$

(iv) **तात्क्षणिक चाल** (Instantaneous Speed) किसी विशेष क्षण पर वस्तु की चाल को उस वस्तु की तात्क्षणिक चाल कहते हैं।

$$\therefore \quad \text{तात्क्षणिक चाल} = \frac{\text{विशेष क्षण में चली गई दूरी}}{\text{क्षणिक समय}}$$

वेग (Velocity)

किसी वस्तु द्वारा एकांक समयान्तराल में तय किया गया विस्थापन, वस्तु का वेग कहलाता है।

$$\text{वेग} = \frac{\text{विस्थापन}}{\text{समय}}$$

यह एक सदिश राशि है तथा इसका मात्रक मी/से होता है।

- *यदि वस्तु का वेग परिवर्तित (changed) कर दिया जाए, तब वस्तु की चाल या गति की दिशा अथवा दोनों, बदल सकती हैं।*
- *यदि वस्तु का वेग धनात्मक है, तो वस्तु मूल बिन्दु के दायीं ओर गति करेगी और यदि वस्तु का वेग ऋणात्मक है, तो वस्तु मूल बिन्दु के बायीं ओर गति करेगी।*
- *किसी वस्तु के लिए समयान्तराल (t) में, | वेग| ≤ चाल*
  अर्थात किसी वस्तु के वेग का परिमाण सदैव उसकी चाल के बराबर या उससे कम होता है।

वेग के प्रकार (Types of Velocity)

वेग चार प्रकार के होते हैं

(i) **एकसमान वेग या अचर वेग** (Uniform Velocity or Constant Velocity) यदि कोई वस्तु समान समयान्तरालों में समान दूरी विस्थापित होती है, तो वस्तु का वेग एकसमान वेग या अचर वेग कहलाता है।

(ii) **असमान चाल या अस्थिर वेग** (Non-uniform Velocity or Variable Velocity) जब कोई वस्तु समान समयान्तरालों में असमान दूरी विस्थापित होती है, तो वस्तु का वेग असमान वेग या अस्थिर वेग कहलाता है।

(iii) **औसत वेग** (Average Velocity) किसी वस्तु द्वारा तय किए गए कुल विस्थापन तथा वस्तु द्वारा लिए गए कुल समय के अनुपात को वस्तु का औसत वेग कहते हैं। अतः

$$\text{औसत वेग} = \frac{\text{कुल विस्थापन}}{\text{कुल समय}}$$

यदि वस्तु का वेग निश्चित दिशा में एकसमान दर से परिवर्तित हो रहा है, तो

$$\text{औसत वेग} = \frac{\text{प्रारम्भिक वेग} + \text{अन्तिम वेग}}{\text{कुल समय}} = \frac{u + v}{2}$$

(iv) **तात्क्षणिक वेग** (Instantaneous Velocity) किसी विशेष क्षण पर वस्तु का वेग, उसका तात्क्षणिक वेग कहलाता है। इसका मात्रक मी/से होता है।

- *चाल तथा वेग दोनों के मात्रक मी/से होते हैं।*
- *यदि कोई वस्तु एक सीधे पथ पर गति कर रही है, तब इसकी चाल का परिमाण वेग के बराबर होगा।*
- *सामान्यतः वस्तु के वेग से अभिप्राय है वस्तु का तात्क्षणिक वेग।*

सापेक्ष वेग (Relative Velocity)

जब दो गतिशील वस्तुओं में से किसी एक के सापेक्ष, दूसरी वस्तु का वेग ज्ञात किया जाता है, तो उसे आपेक्षिक वेग या सापेक्ष वेग कहते हैं। अतः सापेक्ष वेग, एक वस्तु का दूसरी वस्तु के सापेक्ष समय परिवर्तन की दर दर्शाता है।
यदि दो वस्तुएँ, v_1 व v_2 वेगों से एक ही दिशा में चल रहे हों, तो सापेक्ष वेग = $v_1 - v_2$
यदि दो वस्तुएँ, v_1 व v_2 वेगों से विपरीत दिशा में चल रहे हों, तो सापेक्ष वेग = $v_1 + v_2$

त्वरण (Acceleration)

किसी गतिशील वस्तु के वेग-परिवर्तन की दर को उस वस्तु का त्वरण कहते हैं, इसे a से प्रदर्शित करते हैं। यह एक सदिश राशि है तथा इसका मात्रक मी/से^{2} होता है।

अतः

$$\text{त्वरण} = \frac{\text{वेग-परिवर्तन } (\Delta v)}{\text{समयान्तराल } (\Delta t)}$$

यदि किसी वस्तु का समयान्तराल Δt में वेग u से v हो जाता है, तब वस्तु का त्वरण

$$a = \frac{\text{अन्तिम वेग} - \text{प्रारम्भिक वेग}}{\text{समयान्तराल}} = \frac{v - u}{\Delta t}$$

यदि वस्तु का वेग समय के साथ बढ़ रहा है, तो त्वरण धनात्मक होता है और यदि वस्तु का वेग समय के साथ घट रहा है (अर्थात् $u > v$), तब त्वरण ऋणात्मक होता है। इस ऋणात्मक त्वरण को ही मन्दन (deceleration or retardation) कहते हैं।

त्वरण के प्रकार (Types of Acceleration)

त्वरण चार प्रकार के होते हैं

(i) **एकसमान त्वरण या अचर त्वरण** (Uniform Acceleration or Constant Acceleration) यदि किसी वस्तु के वेग में समान समयान्तरालों में समान परिवर्तन होता है, तो वस्तु का त्वरण एकसमान त्वरण कहलाता है।

(ii) **असमान त्वरण या अस्थिर त्वरण** (Non-uniform Acceleration or Variable Acceleration) यदि किसी वस्तु के वेग में समान समयान्तरालों में भिन्न-भिन्न परिवर्तन होता है, तो वस्तु का त्वरण असमान त्वरण कहलाता है।

(iii) **औसत त्वरण** (Average Acceleration) जब एक वस्तु परिवर्ती त्वरण (variable acceleration) से गतिमान है, तब गतिशील वस्तु के वेग में कुल परिवर्तन तथा उसमें लगे कुल समय का अनुपात वस्तु का औसत त्वरण कहलाता है।

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

- *औसत त्वरण धनात्मक तथा ऋणात्मक हो सकता है। यह वेग-परिवर्तन के चिह्न (sign) पर निर्भर करता है। यदि दिए गए समयान्तराल में वस्तु का वेग-परिवर्तन शून्य है, तब औसत त्वरण शून्य होता है।*

Everyday साइंस

- ऊँचाई से गिरती हुई वस्तु तथा नत समतल (inclined plane) पर लुढ़कती वस्तु में एकसमान त्वरण माना जाता है।
- गाड़ी के एक्सीलेरेटर को दबाने पर गाड़ी का वेग धीरे-धीरे बढ़ता है, परन्तु अचानक ब्रेक लगाने पर वेग तेजी से घटता है। अतः अचानक ब्रेक लगाने पर गाड़ी में एकसमान मंदन उत्पन्न होता है।
- स्प्रिंग बॉक्स में उत्पन्न त्वरण असमान त्वरण होता है।
- यदि एक सीधी सड़क पर दौड़ती कार के वेग में समान समयान्तरालों में असमान वृद्धि होती है, तब कार का त्वरण असमान त्वरण कहलाता है।

(iv) **तात्क्षणिक त्वरण** (Instantaneous Acceleration) किसी विशेष क्षण पर वस्तु की गति में त्वरण, तात्क्षणिक त्वरण कहलाता है।

एकसमान तथा असमान गति (Uniform and Non-uniform Motion)

यदि कोई गतिमान वस्तु एकसमान वेग के साथ समान समयान्तरालों में समान दूरी तय करती है, तो वस्तु की गति एकसमान गति कहलाती है। *उदाहरण* यदि एक कार सीधी सड़क पर चलते हुए समान समयान्तरालों में समान विस्थापन तय करती है, तब कार की गति एकसमान कहलाती है।

यदि कोई गतिमान वस्तु समान समयान्तरालों में असमान दूरी तय करती है, तब वस्तु की गति असमान कहलाती है। *उदाहरण* एक कार का भीड़ वाली गलियों से गुजरना तथा मनुष्य का पार्क में टहलना, असमान गति के उदाहरण हैं।

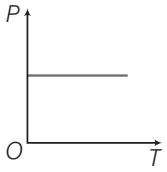
- *एकसमान वृत्तीय गति में गति की दिशा प्रत्येक बिन्दु पर बदलती रहती है तथा इसकी दिशा उस बिन्दु पर खींची गई स्पर्शज्या (tangent) के अनुदिश होती है।*
- *एक सरल रेखा के अनुदिश दी गई दिशा में एकसमान गति के लिए विस्थापन का परिमाण वस्तु द्वारा तय की गई वास्तविक दूरी के बराबर होता है।*
- *किसी वस्तु को एकसमान गति में होने के लिए बल और इस प्रकार त्वरण की आवश्यकता नहीं होती है।*
- *एकसमान गति में वेग, समयान्तराल पर निर्भर नहीं करता है।*

गति का ग्राफीय प्रदर्शन (Graphical Representation of Motion)

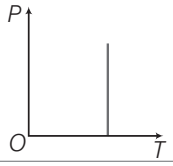
किसी वस्तु की गति को दर्शाने के लिए एक ग्राफ की आवश्यकता होती है जैसे वेग-समय ग्राफ, विस्थापन-समय ग्राफ, विस्थापन-वेग ग्राफ तथा त्वरण-समय ग्राफ आदि।

विस्थापन–समय ग्राफ (Displacement-Time Graph)

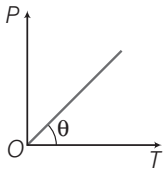
विस्थापन-समय ग्राफ द्वारा गति का विश्लेषण निम्न है



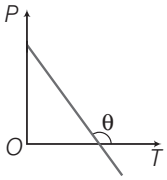
वक्र का ढलान, $\theta = 0°$ अतः $v = 0$ अर्थात् समय अक्ष के समान्तर रेखा कण की विराम स्थिति को प्रदर्शित करती है।



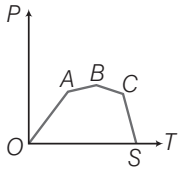
वक्र का ढलान, $\theta = 90°$, $a = \infty$,
(यहाँ a परिभाषित नहीं है) अर्थात् समय अक्ष के लम्बवत् रेखा यह प्रदर्शित करती है कि कण की स्थिति परिवर्तित हो रही है परन्तु समय परिवर्तित नहीं हो रहा है अर्थात् कण का वेग अनन्त है। व्यावहारिक रूप में यह सम्भव नहीं है।



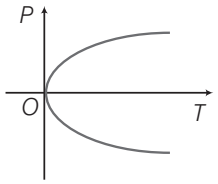
वक्र का ढलान, θ = नियतांक। अतः v = नियतांक $\Rightarrow a = 0$ अर्थात् नियत ढाल की रेखा कण के एकसमान वेग को प्रदर्शित करती है।



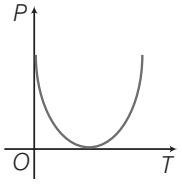
वक्र का ढलान θ नियत परन्तु $> 90°$ है, अतः v नियत लेकिन ऋणात्मक होगा अर्थात् ऋणात्मक ढाल की रेखा यह प्रदर्शित करती है कि कण निर्देश बिन्दु की ओर वापस लौट रहा है अर्थात् विस्थापन ऋणात्मक है।



विभिन्न ढालों के सरल रेखीय खण्ड यह प्रदर्शित करते हैं कि एक निश्चित समय अन्तराल के पश्चात् कण का वेग परिवर्तित हो जाता है।



यह ग्राफ प्रदर्शित करता है कि किसी एक क्षण पर कण की दो स्थितियाँ हैं जोकि सम्भव नहीं है।

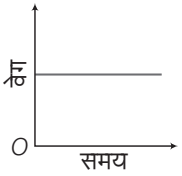
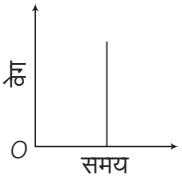
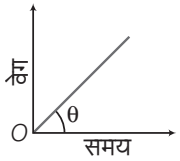
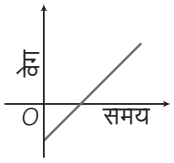
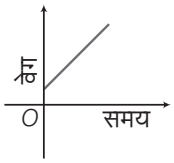
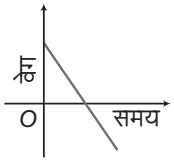
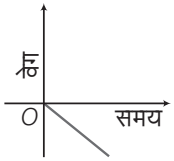
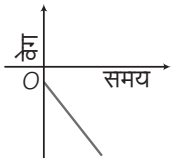


यह ग्राफ प्रदर्शित करता है कि प्रारम्भ में कण मूल अवस्था की ओर आता है तथा फिर यह मूल अवस्था से दूर जाता है।

- विस्थापन-समय की प्रवणता औसत वेग दर्शाती है।

वेग–समय ग्राफ (Velocity-Time Graph)

वेग-समय ग्राफ द्वारा गति का विश्लेषण निम्न है

	वक्र का ढलान $\theta = 0^\circ$, $a = 0, v$ = नियत अर्थात् समय अक्ष के समान्तर रेखा यह प्रदर्शित करती है कि गतिमान कण का वेग नियत है।
	वक्र का ढलान $\theta = 90^\circ$, $a = \infty, v$ = बढ़ रहा है अर्थात् समय अक्ष के लम्बवत् रेखा यह प्रदर्शित करती है कि कण का वेग बढ़ रहा है परन्तु समय परिवर्तित नहीं हो रहा है अर्थात् कण का त्वरण अनन्त है। व्यावहारिक रूप में यह सम्भव नहीं है।
	वक्र का ढलान θ = नियत, अतः a = नियत तथा v समय के साथ एकसमान रूप से बढ़ रहा है अर्थात् नियत ढाल की रेखा कण के एकसमान त्वरण को प्रदर्शित करती है।
	वक्र का ढलान θ नियत है तथा $< 90^\circ$ है, अतः त्वरण धनात्मक तथा नियत है, लेकिन कण का प्रारम्भिक वेग ऋणात्मक है।
	वक्र का ढलान θ नियत है तथा $< 90^\circ$ है, अतः त्वरण धनात्मक तथा नियत है, परन्तु कण का प्रारम्भिक वेग धनात्मक है।
	वक्र का ढलान θ नियत तथा $> 90^\circ$ है, अतः त्वरण ऋणात्मक तथा नियत है, परन्तु कण का प्रारम्भिक वेग धनात्मक है।
	वक्र का ढलान θ नियत तथा $> 90^\circ$ है, अतः त्वरण ऋणात्मक तथा नियत है, परन्तु कण का प्रारम्भिक वेग शून्य है।
	वक्र का ढलान θ नियत तथा $> 90^\circ$ है, अतः त्वरण ऋणात्मक तथा नियत है, परन्तु कण का प्रारम्भिक वेग ऋणात्मक है।

- *वेग-समय ग्राफ की प्रवणता औसत त्वरण दर्शाती है।*
- *वेग-समय ग्राफ का क्षेत्रफल वस्तु द्वारा तय की गई दूरी को दर्शाता है।*

गति के समीकरण (Equations of Motion)

जब कोई वस्तु सीधी रेखा में एकसमान त्वरण से चलती है, तो एक निश्चित समयान्तराल में समीकरणों के द्वारा उसके वेग, गति के दौरान त्वरण व उसके द्वारा तय की गई दूरी में सम्बन्ध स्थापित करना सम्भव है, जिन्हें गति के समीकरण के नाम से जाना जाता है। *इस प्रकार के तीन समीकरण निम्नलिखित हैं*

(i) $v = u + at$ (ii) $s = ut + 1/2\, at^2$ (iii) $v^2 = u^2 + 2\, as$

यहाँ, u = प्रारम्भिक वेग, v = अन्तिम वेग, a = त्वरण

t = समय, $s = t$ समय में चली दूरी

उपरोक्त समीकरणों को एकसमान त्वरित गति के लिए **गैलीलियो के समीकरण** भी कहते हैं।

वस्तु द्वारा nवें सेकण्ड में चली गई दूरी $S_n = u + \frac{a}{2}(2n - 1)$

यहाँ, S_n = nवें सेकण्ड में वस्तु द्वारा चली गई दूरी

उदाहरण 1. एक कार विरामावस्था से चलना प्रारम्भ करती है तथा 6 सेकण्ड तक 4 मी/से^{2} के एकसमान त्वरण से चलती है, तब कार द्वारा प्राप्त की गई चाल तथा तय की गई दूरी ज्ञात कीजिए।

हल दिया है, प्रारम्भिक वेग $u = 0$, त्वरण $a = 4$ मी/से^{2}, समय $t = 6$ सेकण्ड

ज्ञात करना है, अन्तिम वेग $v = ?$ तथा दूरी $s = ?$

गति की प्रथम समीकरण से,

$$v = u + at$$

$$v = 0 + 4 \times 6 = 24 \text{ मी/से}$$

पुनः गति की दूसरी समीकरण से

$$s = ut + \frac{1}{2}at^2 = 0 \times 6 + \frac{1}{2} \times 4 \times (6)^2$$

$$= 0 + 2 \times 36 = 72 \text{ मी}$$

अतः कार का अन्तिम वेग (v) 24 मी/से तथा कार द्वारा चली गई दूरी 72 मी है।

उदाहरण 2. एक रेलगाड़ी 90 किमी/घण्टा की चाल से चल रही है। ब्रेक लगाये जाने पर वह – 0.5 मी/से^{2} का एकसमान त्वरण उत्पन्न करती है। रेलगाड़ी विरामावस्था में आने से पहले कितनी दूरी तय करेगी?

हल दिया है, प्रारम्भिक चाल (वेग), $u = 90$ किमी/घण्टा

$$= 90 \times \frac{5}{18} \text{ मी/से} = 25 \text{ मी/से} \qquad (1 \text{ किमी/घण्टा} = \frac{5}{18} \text{मी/से})$$

त्वरण $a = -0.5$ मी/से^{2}

रेलगाड़ी में ब्रेक लगाने पर अन्तिम वेग, $v = 0$

ज्ञात करना है, दूरी, $s = ?$

गति के तीसरे समीकरण से,

$$v^2 = u^2 + 2as$$

$$(0)^2 = (25)^2 + 2 \times (-0.5) \times s$$

$$0 = 625 - 1.0 \times s$$

$$s = 625 \text{ मी}$$

मुक्त रूप से गिरते पिण्ड की गति (Free Fall Motion of an Object)

जब कोई वस्तु ऊपर से मुक्त रूप से छोड़ी जाती है, तो वह गुरुत्व बल के कारण पृथ्वी की ओर गिरने लगती है और जैसे-जैसे वस्तु पृथ्वी की सतह के निकट आती जाती है, उसका वेग बढ़ता जाता है। अतः उसके वेग में त्वरण उत्पन्न हो जाता है। इसी त्वरण को गुरुत्वीय त्वरण (acceleration due to gravity) कहते हैं, इसे g से प्रदर्शित करते हैं। पृथ्वी की सतह के समीप गुरुत्वीय त्वरण का मान 9.8 मी/से^{2} होता है। इसका मात्रक मी/से^{2} अथवा न्यूटन/किग्रा होता है।

स्वतन्त्र रूप से गिरती हुई वस्तु के भार पर g का मान एकसमान होता है। ऊँचाई से गिराने पर एक पंख, एक सिक्के की तुलना में देर से पृथ्वी की सतह पर पहुँचता है, इसका कारण यह है कि वायु गिरते हुए भार में अवरोध उत्पन्न करती है। यदि निर्वात् में दो वस्तुओं को एक साथ छोड़ा जाए, तो दोनों वस्तुएँ पृथ्वी की सतह पर एक साथ पहुँचेंगी। *एकसमान त्वरण से पृथ्वी की सतह पर गिरते हुए पिण्डों की तीन समीकरण निम्न प्रकार हैं*

(i) $v = u + gt$ (ii) $h = ut + \frac{1}{2}gt^2$ (iii) $v^2 = u^2 + 2gs$

जहाँ, h = मुक्त रूप से गिरते पिण्ड की ऊँचाई, t = गिरते हुए पिण्ड का समय
u = पिण्ड का प्रारम्भिक वेग, v = पिण्ड का अन्तिम वेग

मुक्त पतन की स्थितियाँ (Cases of Free Fall)

- यदि एक पिण्ड को ऊर्ध्वाधर नीचे की ओर गिराया जाए, तब गुरुत्वीय त्वरण धनात्मक होगा, क्योंकि गिरने पर पिण्ड का वेग बढ़ जाता है।
- यदि एक पिण्ड को ऊर्ध्वाधर ऊपर की ओर फेंका जाए, तब गुरुत्वीय त्वरण ऋणात्मक (negative) होगा, क्योंकि ऊर्ध्वाधरतः ऊपर की ओर फेंकने पर पिण्ड का वेग घट जाता है।
- यदि एक पिण्ड किसी ऊँचाई से मुक्त रूप से गिरता है, तब पिण्ड का प्रारम्भिक वेग शून्य होता है।
- यदि एक पिण्ड को ऊर्ध्वाधरतः ऊपर की दिशा में फेंका जाए, तब पिण्ड का अन्तिम वेग शून्य होगा।
- किसी ऊँचाई से गिरते हुए पिण्ड को धरातल पर पहुँचने में लगा समय तथा नीचे से ऊपर जाने में लगा समय बराबर होता है।

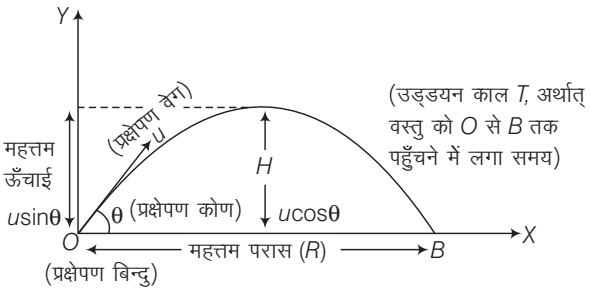
समतल में गति (Motion in a Plane)

जब कोई पिण्ड ऐसे त्वरण के अन्तर्गत गति करता है, जिसमें त्वरण की दिशा पिण्ड के प्रारम्भिक वेग की दिशा से भिन्न हो, तो पिण्ड के वेग का परिमाण तथा दिशा दोनों समय के साथ-साथ बदलते रहते हैं, जिसके कारण पिण्ड एक समतल में वक्र पथ (curved path) पर गति करता है, पिण्ड की इस गति को **समतल गति** कहते हैं। प्रक्षेप्य गति तथा वृत्तीय गति समतल में गति के उदाहरण हैं।

प्रक्षेप्य गति (Projectile Motion)

जब किसी पिण्ड को नियत प्रारम्भिक वेग से, ऊर्ध्वाधर दिशा से भिन्न दिशा में फेंका जाता है तो वह गुरुत्वीय त्वरण के अन्तर्गत ऊर्ध्वाधर तल में वक्र पथ पर गति करता है, जिसे प्रक्षेप्य गति कहते हैं तथा इसका पथ प्रक्षेप्य पथ कहलाता है।

प्रक्षेप्य गति को दो स्वतन्त्र एक रेखीय गति के संयोजन के रूप में माना जा सकता है। *जैसे*— एक सीधी रेखा में क्षैतिज दिशा के साथ अचर गति तथा अन्य ऊर्ध्वाधर दिशा में गुरुत्वीय प्रभाव के अन्तर्गत गति।



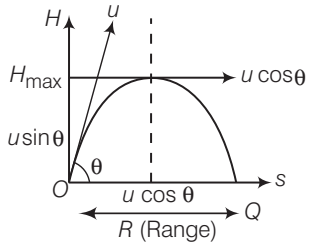
उदाहरण

- क्षैतिज से किसी कोण पर फेंकी गई गेंद की गति।
- छत से क्षैतिज दिशा में फेंकी गई गेंद की गति।
- हवाई जहाज से गिराए गए बम की गति, तोप से छूटे गोले की गति।
- भाला फेंक (javelin throw) में भाले की गति तथा चक्का फेंक (discus throw) में चक्के की गति।
- बल्ले से मारने पर गेंद की गति।
- एकसमान वैद्युत क्षेत्र में उसके लम्बवत् प्रवेश करने वाले किसी आवेशित कण की गति आदि।
- छूटने के बाद रॉकेट की गति।

प्रक्षेप्य गति के सूत्र (Formulae of Projectile Motion)

(i) **प्रक्षेप्य के घटक** (Component of Projectile) प्रारम्भिक वेग का क्षैतिज घटक $u_H = u\cos\theta$ तथा प्रारम्भिक वेग का ऊर्ध्वाधर घटक $u_V = u\sin\theta$ होता है। यहाँ वस्तु को पृथ्वी की सतह से जिस कोण पर फेंका जाता है, उसे प्रक्षेप्य कोण θ कहते हैं तथा प्रक्षेप्य के वेग (u) को प्रक्षेपण वेग (muzzle velocity) वेग कहते हैं।

(ii) **प्रक्षेप्य पथ का समीकरण** (Equation of Trajectory) वह समीकरण, जो प्रक्षेप्य के पथ की व्याख्या करती है, प्रक्षेप्य पथ की समीकरण कहलाती है। जब एक प्रक्षेप्य को क्षैतिज से θ कोण पर u वेग से फेंका जाता है तो वेग u को दो लम्बवत् घटकों में वियोजित किया जा सकता है



यदि X-अक्ष के अनुदिश घटक $u\cos\theta$ तथा Y-अक्ष के अनुदिश घटक $u\sin\theta$ है।

तब प्रक्षेप्य पथ का समीकरण

$$y = x\tan\theta - \frac{1}{2}\frac{gx^2}{u^2\cos^2\theta}$$

(iii) **चढ़ाव का समय** (Time of Ascent) कोई प्रक्षेपित पिण्ड अपने उच्चतम बिन्दु तक पहुँचने में जितना समय लेता है, उसे प्रक्षेपित पिण्ड के चढ़ाव का समय कहते हैं, इसे t_a से प्रदर्शित करते हैं।

$\therefore$ चढ़ाव का समय $t_a = \dfrac{u\sin\theta}{g}$

(iv) **ढलान का समय** (Time of Descent) कोई प्रक्षेपित पिण्ड उच्चतम बिन्दु से नीचे आने में जितना समय लेता है, उसे प्रक्षेपित पिण्ड के ढलान का समय कहते हैं, इसे t_d से प्रदर्शित करते हैं।

$\therefore$ ढलान का समय $t_d = \dfrac{u\sin\theta}{g}$

इससे स्पष्ट होता है कि चढ़ाव का समय ढलान के समय के बराबर होता है तथा पृथ्वी के गुरुत्वाकर्षण प्रभाव के अन्तर्गत प्रक्षेप्य की सममित गति की व्याख्या आसानी से की जा सकती है।

(v) **प्रक्षेप्य का उड्डयन काल** (Time of Flight of Projectile) पिण्ड को प्रक्षेपित करने तथा उसके वापस पृथ्वी पर लौटकर आने के बीच लगे समय को प्रक्षेप्य का उड्डयन काल कहते हैं। इसे T से प्रदर्शित करते हैं।

अतः प्रक्षेप्य (पिण्ड) का उड्डयन काल

$$T = t_a + t_d = \frac{u\sin\theta}{g} + \frac{u\sin\theta}{g} = \frac{2u\sin\theta}{g}$$

(vi) **प्रक्षेप्य की अधिकतम ऊँचाई** (Maximum Height of Projectile) प्रक्षेपण के दौरान पिण्ड जिस अधिकतम ऊर्ध्वाधर ऊँचाई तक जाता है, उसे प्रक्षेप्य की अधिकतम ऊँचाई कहते हैं। इसे h अथवा H से प्रदर्शित करते हैं।

अतः प्रक्षेप्य पिण्ड की ऊँचाई $h = \dfrac{u^2\sin^2\theta}{2g}$

(vii) **प्रक्षेप्य की परास** (Range of Projectile) प्रक्षेप्य पिण्ड अपने उड्डयन काल में जितनी क्षैतिज दूरी (OQ) तय करता है, उसे **क्षैतिज परास** अथवा **प्रक्षेप्य की परास** कहते हैं। इसे R से प्रदर्शित करते हैं।

अतः प्रक्षेप्य की परास $R = \frac{u^2 \sin 2\theta}{g}$

प्रक्षेप्य का अधिकतम परास, $R_{max} = \frac{u^2}{g}$, यहाँ $\sin 2\theta$ अधिकतम है, अर्थात् $\theta = 45°$। जब प्रक्षेप्य की परास अधिकतम है, तब प्रक्षेप्य की अधिकतम ऊँचाई $H_{max} = \frac{u^2}{4g} = \frac{R_{max}}{4}$ $\left(\because \sin\theta = \sin 45° = \frac{1}{\sqrt{2}}\right)$

- *प्रक्षेप्य के वेग का क्षैतिज घटक सदैव नियतांक (constant) होता है क्योंकि इस दिशा में किसी भी प्रकार का त्वरण नहीं होता।*
- *प्रक्षेप्य पथ के उच्चतम बिन्दु पर प्रक्षेप्य का वेग न्यूनतम होता है तथा यह $u_x = u\cos\theta$ के बराबर होता है।*
- *प्रक्षेप्य कोण θ तथा $(90 - \theta)$ दोनों के लिए क्षैतिज परास का मान समान होता है।*
- *अधिकतम क्षैतिज परास के लिए पिण्ड को 45° कोण पर प्रक्षेपित करना चाहिए।*
- *प्रक्षेप्य की गति के दौरान त्वरण सदैव नियत (constant) होता है।*
- *किसी पिण्ड को प्रक्षेपित करने पर पहले उसका वेग घटते हुए न्यूनतम मान प्राप्त करता है तथा पुनः चाल बढ़ने पर वह उसी प्रक्षेप्य वेग को प्राप्त करता है।*

Everyday ***साइंस***

- बेस बॉल के खेल में, एक खिलाड़ी अपने वेग तथा घर्षण कोण को निश्चित करता है ताकि आवश्यक दूरी को न्यूनतम समय में प्राप्त किया जा सके।
- लम्बी कूद के खेल में एक खिलाड़ी क्षैतिज से 45° के कोण पर कूदता है, जिससे कि वह अधिकतम दूरी (परास) प्राप्त कर सके।
- एक एथलीट लम्बी कूद कूदने से पहले ट्रैक पर तेज दौड़ता है, क्योंकि एथलीट मुख्य बिन्दु तक पहुँचने से पहले अधिक वेग प्राप्त करने के लिए कुछ दूरी तय करता है तथा क्षैतिज से 45° कोण बनाकर कूदता है, जिससे कूद का क्षैतिज परास अधिकतम होता है।

वृत्तीय गति (Circular Motion)

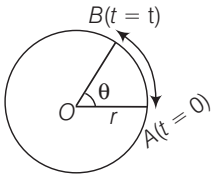
यदि कोई वस्तु वृत्तीय पथ पर एकसमान चाल से चलती है, तो उसकी गति एकसमान **वृत्तीय** गति कहलाती है। ऐसी वृत्तीय गति भी त्वरित होती है तथा त्वरण की दिशा सदैव वृत के केन्द्र की ओर होती है।

वृत्तीय गति सम्बन्धी कुछ पद निम्न प्रकार हैं

(i) **आवर्तकाल** (Time Period) वृत्तीय गति में, कोई कण वृत्तीय पथ पर एक चक्कर पूरा करने में जितना समय लेता है, वह उस कण का आवर्तकाल कहलाता है। इसे T से प्रदर्शित करते हैं, इसका मात्रक सेकण्ड होता है।

(ii) **आवृत्ति** (Frequency) वृत्तीय गति में कोई कण वृत्तीय पथ पर 1 सेकण्ड में जितने चक्कर लगाता है, वह कण की आवृत्ति कहलाती है। इसे ν से प्रदर्शित करते हैं, इसका मात्रक हर्ट्ज है।

(iii) **कोणीय विस्थापन** (Angular Displacement) वस्तु के वृत्ताकार पथ के केन्द्र व वस्तु को मिलाने वाली रेखा द्वारा केन्द्र पर बनाए गए कोण को कोणीय विस्थापन कहते हैं। कोणीय विस्थापन का मात्रक रेडियन है व इसे $\Delta\theta$ से प्रदर्शित करते हैं।



अतः, कोणीय विस्थापन = $\frac{\text{चाप}}{\text{त्रिज्या}}$

(iv) **कोणीय वेग** (Angular Velocity) वृत्तीय गति करते कण के कोणीय विस्थापन के समय के साथ परिवर्तन की दर को कण का कोणीय वेग कहते हैं। इसे ω से प्रदर्शित करते हैं, इसका मात्रक रेडियन/से है। सामान्यतः इसकी दिशा वृत्त की परिधि के अनुदिश मानी जाती है।

अर्थात् $$\omega = \frac{\text{कोणीय विस्थापन}}{\text{समयान्तराल}} = \frac{\Delta\theta}{\Delta t}$$

$$\text{यदि, } \theta = 2\pi \text{ तब } t = T, \omega = 2\pi / T$$

अथवा $$\omega = 2\pi n \qquad \left(\therefore n = \frac{1}{T}\right)$$

जब एक कण एकसमान वृत्तीय गति करता है, तब इसका कोणीय वेग, वृत्तीय पथ पर रेखीय वेग सदिश से स्पर्श होता है।

(v) **कोणीय त्वरण** (Angular Acceleration) कोणीय वेग परिवर्तन की दर को कोणीय त्वरण कहते हैं। इसे (α) से प्रदर्शित करते हैं। इसका मात्रक रेडियन/से^{2} होता है। यह कोणीय वेग की दिशा में परिवर्तन के कारण होता है इसलिए कोणीय वेग की दिशा बदलने के अनुसार सामान्यतः इसकी दिशा वृत्त की परिधि के अनुदिश मानी जाती है।

अतः कोणीय त्वरण $$\alpha = \frac{\omega}{t}$$

(vi) **अभिकेन्द्रीय त्वरण** (Centripetal Acceleration) जब कोई वस्तु एकसमान वृत्तीय गति करती है, तो उसकी चाल तो नियत रहती है, परन्तु उसकी दिशा लगातार बदलती रहती है अर्थात् वस्तु का वेग बदलता रहता है अर्थात् एकसमान वृत्तीय गति में त्वरण होता है, इस त्वरण को ही अभिकेन्द्रीय त्वरण कहते हैं।

अभिकेन्द्रीय त्वरण $$a = \frac{v^2}{r} \quad \text{या} \quad a = r\omega^2$$

यहाँ, r = वृत्तीय पथ की त्रिज्या, v = वस्तु का रेखीय वेग तथा ω = वस्तु का कोणीय वेग।

अभिकेन्द्रीय त्वरण की दिशा सदैव केन्द्र की ओर होती है। इसका परिमाण तो नियत रहता है परन्तु इसकी दिशा लगातार बदलती रहती है। इस प्रकार एक कण एकसमान वेग से वृत्तीय गति करता हुआ दो प्रकार के त्वरण (*जैसे*–कोणीय त्वरण तथा अभिकेन्द्रीय त्वरण) का वहन करता है।

- *आवर्तकाल तथा आवृत्ति में सम्बन्ध*

$$\text{आवर्तकाल} = \frac{1}{\text{आवृत्ति}} \text{ या } T = \frac{1}{n}$$

- *कोणीय वेग तथा रेखीय वेग में सम्बन्ध*

$$v = r\omega$$

- *कोणीय त्वरण तथा रेखीय त्वरण में सम्बन्ध*

$$a = r\alpha$$

Everyday साइंस

- एक बस समतल मैदानों से हिल स्टेशनों पर जाने के लिए घुमावदार सड़कों से गुजरती है, तब व्यक्तियों को उल्टी होने का आभास होता है क्योंकि घुमावदार सड़कों पर बसों का रेखीय त्वरण तथा अभिकेन्द्र त्वरण नियत नहीं रहता है। इस स्थिति में सीट पर बैठे यात्रियों को पेट के अन्दर हलचल महसूस होती है जिससे उल्टी आती है।

वस्तुनिष्ठ प्रश्न

1. एक वस्तु उस समय स्थिर सन्तुलन में होती है, जब वह **[SSC CHSL 2017]**
(a) विश्राम की स्थिति में होती है
(b) एक वृत्तीय मार्ग पर चलती रहती है
(c) एक समान वेग से चलती रहती है
(d) उच्च गति पर त्वरित होती है

2. *A* सामने की ओर 10 मी और दाहिनी ओर 10 मी चलता है। तत्पश्चात् प्रत्येक बार अपनी बाईं ओर मुड़कर वह क्रमशः 5, 15 और 15 मी चलता है। अब वह अपने आरम्भिक बिन्दु से कितना दूर है? **[IAS (Pre) 2019]**
(a) 55 मी (b) 23 मी
(c) 5 मी (d) इनमें से कोई नहीं

3. एक कार बेंगलुरू से चलना आरम्भ करती है और दक्षिण की ओर सीधी रेखा में 50 किमी चलती है और तुरन्त मुड़कर वापस बेंगलुरू आ जाती है। इस पूरे चक्कर में 2 घण्टे का समय लगता है। इस पूरे चक्कर के लिए कार के औसत वेग का परिमाण है **[NDA 2019]**
(a) 0 किमी/घण्टा (b) 50 किमी/घण्टा
(c) 25 किमी/घण्टा (d) इनमें से कोई नहीं

4. ·····वह भौतिक राशि है, जो कभी भी ऋणात्मक नहीं हो सकती। **[RRB 2018]**
(a) बल (b) वेग (c) त्वरण (d) दूरी

5. 72 किमी/घण्टा की चाल को मीटर/सेकण्ड में दर्शाने के लिए उसे·····लिखेंगे। **[RRB 2018]**
(a) 20 (b) 72000
(c) 2.0 (d) 200

6. किसी वस्तु की एकसमान सरल रेखीय गति के दौरान, समय के साथ·····नियत रहता है। **[SSC 2017]**
(a) समय (b) वेग
(c) त्वरण (d) दूरी

7. यदि किसी सरल रेखा के अनुदिश गति करने वाली वस्तु की चाल परिवर्तित होती रहती है, तो उस वस्तु की चाल को·····कहा जाता है। **[SSC 2017]**
(a) एकसमान (b) आवर्ती
(c) वृत्ताकार (d) असमान

8. किसी वस्तु की·····सरल रेखीय गति के दौरान किसी भी समयान्तराल में वस्तु के वेग में परिवर्तन शून्य होता है। **[SSC 2018]**
(a) सरल रेखीय (b) सापेक्ष
(c) साम्य (d) एकसमान

9. निम्न में से कौन-सी मात्रा चाल के साथ इसकी गति निर्दिष्ट करती है? **[RRB 2018]**
(a) विस्थापन (b) संवेग
(c) वेग (d) बल

10. समय के साथ विस्थापन में परिवर्तन की दर को कहा जाता है **[RRB 2018]**
(a) त्वरण (b) बल (c) चाल (d) वेग

11. मन्दन .....है **[RRB 2018]**
(a) अपरिवर्तनशील त्वरण
(b) धनात्मक त्वरण
(c) चर त्वरण
(d) ऋणात्मक त्वरण

12. यदि वस्तु का त्वरण समान रूप से परिवर्तित हो रहा है, तो इसका अन्तिम वेग·····के बराबर होता है।
(a) औसत वेग – प्रारम्भिक वेग **[SSC 2018]**
(b) 2 × औसत वेग – प्रारम्भिक वेग
(c) 2 × औसत वेग + प्रारम्भिक वेग
(d) औसत वेग + प्रारम्भिक वेग

13. 150 किग्रा द्रव्यमान की एक वस्तु 5 सेकण्ड में 6 मीटर सेकण्ड$^{-1}$ से 16 मीटर सेकण्ड$^{-1}$ के वेग से त्वरित होती है। त्वरण ज्ञात कीजिए। **[RRB 2018]**
(a) – 2 मीटर सेकण्ड$^{-2}$
(b) 2 मीटर-सेकण्ड$^{-2}$
(c) – 10 मीटर सेकण्ड$^{-2}$
(d) 10 मीटर सेकण्ड$^{-2}$

14. यदि वस्तु समान समय में असमान दूरी तय करती है, तो कहा जाता है कि उसकी गति.....है। **[SSC CHSL 2018]**
(a) एकसमान (b) सरल रेखीय
(c) असमान (d) साम्य

15. जब एक वस्तु ऊपर की ओर फेंके जाने पर अपने शीर्ष पर पहुँचती हैं, तो इसका **[RRB NTPC 2016]**
(a) वेग एवं त्वरण शून्य होता है
(b) वेग शून्य होता है तथा त्वरण लगभग 10 मी/से^{2} होता है
(c) वेग लगभग 10 मी/से होता है तथा त्वरण शून्य होता है
(d) वेग लगभग 10 मी/से होता है तथा त्वरण समान बना होता है

16. किसी सीधी सड़क पर चल रही एक कार की चाल को 1 सेकण्ड के उत्तरोत्तर अन्तरालों पर, नीचे दी गई तालिका में दर्शाया गया है **[NDA 2017]**

समय (सेकण्ड)	0	1	2	3	4
चाल (मी/से)	0	2	4	6	8

निम्नलिखित में से कौन-सा/से सही है/हैं?
कार चलती है
I. 2 मी/से^{2} के एक एकसमान त्वरण के साथ
II. 4 सेकण्ड में 16 मी
III. 4 मी/से की एक औसत चाल से
नीचे दिए गए कूट का प्रयोग कर सही उत्तर चुनिए।
कूट
(a) केवल I (b) II और III
(c) I और II (d) ये सभी

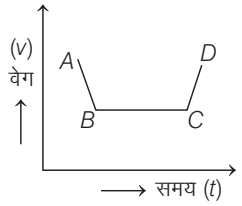
17. यदि कोई पिण्ड विरामावस्था में है, तो समय (X-अक्ष) के प्रति दूरी (Y-अक्ष) का ग्राफ **[NDA 2019]**
(a) ऊर्ध्वाधर होता है।
(b) क्षैतिज होता है।
(c) 45° धनात्मक प्रवणता वाला होता है।
(d) 45° ऋणात्मक प्रवणता वाला होता है।

18. वेग-समय ग्राफ पर रेखा का ढलान·····कहलाता है। **[RRB 2018]**
(a) दूरी (b) संवेग
(c) त्वरण (d) बल

19. कोई पिण्ड एकसमान त्वरण α से गतिमान है। उसका प्रारम्भिक वेग u है और समय t के बाद उसका वेग v है। उसका गति समीकरण $v = u + at$ है। उसका वेग (Y-अक्ष की दिशा में) समय (X-अक्ष की दिशा में) ग्राफ एक सरल रेखा होगी **[NDA 2018]**
(a) जो मूलबिन्दु से होकर निकलता है
(b) जिसका x-अन्तःखण्ड u है
(c) जिसका y-अन्तःखण्ड u है
(d) जिसकी प्रवणता u है

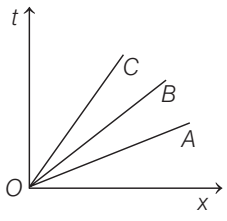
20. नियत चाल से गति करने वाली वस्तु की दूरी समय ग्राफ एक·····होता है। **[SSC 2017]**
(a) बिन्दु (b) वृत्त
(c) सरल रेखा (d) वक्र

21. दिए गए v-t ग्राफ में, त्वरित गति तथा मन्दित (अवत्वरण) गति क्रमशः किन रेखा खण्डों द्वारा दर्शाई गई है?



[NDA 2019]
(a) CD और BC
(b) BC और AB
(c) CD और AB
(d) AB और CD

22. दिए गए चित्र में तीन वस्तुओं A, B तथा C के लिए उनका समय (t)-स्थिति (x) ग्राफ दर्शाए गए है। किसी क्षण ($t > 0$) पर वस्तु A, B तथा C की चालें क्रमशः u_A, v_B तथा v_C के मध्य सही सम्बन्ध निम्नलिखित में से कौन-सा है?



[NDA 2019]
(a) $v_A < v_B < v_C$
(b) $v_A > v_B > v_C$
(c) $v_A = v_B = v_C \neq 0$
(d) $v_A = v_B = v_C = 0$

23. गति का द्वितीय समीकरण·····के बीच सम्बन्ध प्रदान करता है। **[RRB 2018]**
(a) स्थिति-वेग
(b) स्थिति-समय
(c) वेग-समय
(d) वेग-संवेग

24. गति के समीकरणों के सम्बन्ध में निम्नलिखित में से कौन-सा गलत है? **[RRB 2018]**
(a) $2as = u^2 - v^2$ (b) $2as = v^2 - u^2$
(c) $v = u + at$ (d) $s = ut + \frac{1}{2}at^2$

25. किसी गेंद को यदि ऊपर की ओर 25 मी/से के प्रारम्भिक वेग से फेंका जाए, तो इसे अपने उच्चतम बिन्दु तक पहुँचने में कितना समय लगेगा। g का मान 10 मी/से लिया जा सकता है **[RRB 2018]**
(a) 2.5 सेकण्ड (b) 5 सेकण्ड
(c) 50 सेकण्ड (d) 10 सेकण्ड

26. ऊर्ध्वाधर रूप से ऊपर की ओर फेंकी गई एक गेंद 12.5 सेकण्ड के बाद जमीन पर वापस आती है। वह वेग ज्ञात कीजिए, जिसके साथ इसे फेंका गया था **[RRB 2018]**
(a) 125 मी/से (b) 62.5 मी/से
(c) 10 मी/से (d) 12.5 मी/से

27. एक वस्तु को ऊपर की ओर 14 मी/सेकण्ड की चाल से फेंका गया और वह 10 मीटर ऊँची उड़ी। उच्चतम बिन्दु तक पहुँचने के लिए वस्तु द्वारा लिए गए समय की गणना कीजिए। **[RRB 2018]**
(a) 1.63 सेकण्ड (b) 1.43 सेकण्ड
(c) 1.53 सेकण्ड (d) 1.33 सेकण्ड

28. यदि एक वस्तु एक शून्योत्तर नियत त्वरण से किसी निश्चित समयान्तराल के लिए गति करती है, तो उसके द्वारा इस समय में तय की गई दूरी **[NDA 2019]**

(a) उसके प्रारम्भिक वेग पर निर्भर करती है
(b) उसके प्रारम्भिक वेग पर निर्भर नहीं करती है
(c) समय के साथ रैखिक रूप से आगे बढ़ती है
(d) उसके प्रारम्भिक विस्थापन पर निर्भर करती है

29. निर्वात् में, पाँच रुपये का एक सिक्का, गौरैया पक्षी का एक पंख और एक आम एकसमान ऊँचाई से एकसाथ गिराए जाते हैं। इनके द्वारा तल पर पहुँचने में लिया गया समय क्रमशः t_1, t_2 और t_3 हैं। इस स्थिति में, अवलोकन करेंगे कि **[NDA 2018]**

(a) $t_1 > t_2 > t_3$ (b) $t_1 > t_3 > t_2$
(c) $t_3 > t_1 > t_2$ (d) $t_1 = t_2 = t_3$

30. एक गेंद धरातल से 25.2 मी/से के वेग से सीधे ऊपर की तरफ फेंकी गई हैं। गेंद अपनी यात्रा के उच्चतम बिन्दु पर कितने समय में पहुँचेगी? **[NDA 2016]**

(a) 5.14 सेकण्ड (b) 3.57 सेकण्ड
(c) 2.57 सेकण्ड (d) 1.29 सेकण्ड

31. एक रेसिंग कार किसी सीधी सड़क पर विरामावस्था से त्वरण लेते हुए 25 सेकण्ड में 50 मी/से की चाल प्राप्त कर लेती है। यह मानते हुए कि कार का त्वरण पूरे समय के दौरान एकसमान है, इस समय में तय की गई दूरी क्या होगी? **[NDA 2016]**

(a) 625 मी (b) 1250 मी
(c) 2500 मी (d) 50 मी

32. पृथ्वी की सतह से फायर किए गए प्रक्षेप्य की गति के दौरान, ... । **[SSC CGL 2016]**

(a) उसकी गतिज ऊर्जा स्थिर रहती है
(b) उसका संवेग स्थिर रहता है
(c) उसके वेग का ऊर्ध्व घटक स्थिर रहता है
(d) उसके वेग का क्षैतिज घटक स्थिर रहता है

33. यदि एक प्रक्षेपक का क्षैतिज परास उसकी अधिकतम ऊँचाई का चार गुना है, तो प्रक्षेपण का कोण है **[SSC CHSL 2014]**

(a) 30° (b) 45°
(c) $\sin^{-1}\left(\frac{1}{4}\right)$ (d) $\tan^{-1}\left(\frac{1}{4}\right)$

34. कोई कार एकसमान वर्तुल गति से गुजरती है। कार का त्वरण है **[CDS 2019]**

(a) शून्य
(b) एक शून्योत्तर स्थिरांक
(c) एक शून्योत्तर, किन्तु एक स्थिरांक नहीं
(d) उपरोक्त में से कोई नहीं

35. कोई पिण्ड एक वर्तुल पथ पर एक नियत चाल से गतिमान है। निम्नलिखित में से कौन-सा कथन सही है? **[NDA 2018]**

(a) तीक्ष्ण वक्र (अर्थात् छोटी त्रिज्या वाला वक्र) की तुलना में मन्द वक्र (अर्थात् बड़ी त्रिज्या वाला वक्र) के लिए पिण्ड का अभिकेन्द्र त्वरण कम होता है।
(b) तीक्ष्ण वक्र की तुलना में मन्द वक्र के लिए अभिकेन्द्र त्वरण अधिक होता है।
(c) मन्द और तीक्ष्ण दोनों वक्रों के लिए अभिकेन्द्र त्वरण एकसमान होता है।
(d) अभिकेन्द्र त्वरण पिण्ड के धीमे पड़ जाने का कारक होता है।

36. निम्न कथनों पर विचार कीजिए–

एक तीक्ष्ण वृत्ताकार पथ पर तीव्र गति से जाता हुआ 4 पहियों वाला वाहन **[IAS 2003]**

I. बाहरी पहियों पर उलटेगा।
II. अन्दर के पहियों पर उलटेगा।
III. बाहर की तरफ फिसलेगा।
IV. अन्दर की तरफ फिसलेगा।

इनमें से कौन-से कथन सही हैं?

(a) I और III (b) II और IV
(c) II और III (d) I और IV

1. (a)	**2.** (c)	**3.** (a)	**4.** (d)	**5.** (a)	**6.** (b)	**7.** (d)	**8.** (d)	**9.** (c)	**10.** (a)
11. (d)	**12.** (b)	**13.** (b)	**14.** (c)	**15.** (b)	**16.** (a)	**17.** (b)	**18.** (c)	**19.** (c)	**20.** (c)
21. (c)	**22.** (b)	**23.** (b)	**24.** (b)	**25.** (a)	**26.** (b)	**27.** (b)	**28.** (a)	**29.** (d)	**30.** (c)
31. (a)	**32.** (d)	**33.** (b)	**34.** (b)	**35.** (a)	**36.** (c)				

3

बल तथा गति के नियम

Force *and* Laws of Motion

बल (Force)

वह बाह्य कारक (धक्का/खिंचाव) जो किसी पिण्ड के रूप व आकार या स्थिति में परिवर्तन कर सकता है या किसी पिण्ड की विरामावस्था या एकसमान गति की अवस्था में परिवर्तन कर सकता है या परिवर्तन करने की प्रवृत्ति रखता है, बल कहलाता है। दैनिक जीवन में बलों का उपयोग वस्तुओं को एक स्थान से उठाकर दूसरे स्थान तक ले जाने, खींचने, धकेलने, मोड़ने तथा दबाने में किया जाता है।

बल एक सदिश राशि है। इसका SI मात्रक न्यूटन तथा CGS मात्रक डाइन होता है।

अतः

$$1 \text{ न्यूटन} = 1 \text{ किग्रा-मी/से}^2$$

$$1 \text{ न्यूटन} = 10^5 \text{ डाइन}$$

एक न्यूटन, बल का वह परिमाण है, जो 1 किग्रा द्रव्यमान की वस्तु में 1 मी/से^{2} का त्वरण उत्पन्न एक देता है।

उदाहरण बल के द्वारा खेल के मैदान में स्थिर रखी फुटबॉल को किक मारकर गतिशील बनाया जा सकता है, एक बक्से को फर्श से उठाया जा सकता है, रबर बैंड को खींचा जा सकता है, आदि।

प्रकृति में उपस्थित मूलभूत बल (Basic Forces in Nature)

मुख्यतः प्रकृति में चार प्रकार के मूलभूत बल उपस्थित होते हैं

(i) **गुरुत्वाकर्षण बल** (Gravitational Forces) प्रत्येक कण दूसरे कण को स्वयं के द्रव्यमान के कारण आकर्षित करते हैं। इस प्रकार दो कणों के बीच लगे आकर्षण बल को गुरुत्वाकर्षण बल कहते हैं। यह सभी मौजूदा बलों के बीच सबसे कमजोर बल है। यह सभी हल्की और छोटी वस्तुओं के लिए नगण्य होता है, परन्तु यह सभी खगोलीय पिण्डों के लिए महत्वपूर्ण होता है।

गुरुत्वाकर्षण बल दो वस्तुओं के बीच की दूरी पर भी निर्भर करता है।

(ii) **दुर्बल नाभिकीय बल** (Weak Nuclear Forces) ये बल, रेडियोसक्रियता के दौरान निकलने वाले β^+-कण के उत्सर्जन के फलस्वरूप अस्तित्व में आता है।

यह लघु जीवनकाल वाले प्राथमिक कणों के बीच लगने वाला बल है। दुर्बल नाभिकीय बल, गुरुत्वाकर्षण बल से 10^{25} गुना अधिक शक्तिशाली होता है।

(iii) **विद्युतचुम्बकीय बल** (Electromagnetic Forces) विद्युतीय तथा चुम्बकीय बलों को सम्मिलित रूप से विद्युतचुम्बकीय बल कहते हैं। दो स्थिर बिन्दु आवेशों के बीच लगने वाले बल को स्थिरवैद्युत बल कहते हैं। इस प्रकार के बल में सजातीय (like) आवेश एक-दूसरे को विकर्षित करते हैं तथा विजातीय (unlike) आवेश एक-दूसरे को आकर्षित करते हैं। यह कूलॉम का नियम कहलाता है।

इलेक्ट्रॉन तथा प्रोटॉन सजातीय तथा आवेशित कण होते हैं। जबकि चुम्बकीय क्षेत्र में गतिशील आवेशित कण पर लगने वाला बल चुम्बकीय बल है। विद्युतचुम्बकीय बल, गुरुत्वाकर्षण बल से अधिक शक्तिशाली होता है तथा यह परमाणु और आणविक पैमाने पर होने वाली सभी घटनाओं में श्रेष्ठ होता है।

(iv) **प्रबल नाभिकीय बल** (Strong Nuclear Forces) यह नाभिक के अन्दर दो प्रोटॉन या प्रोटॉन एवं न्यूट्रॉन के बीच लगने वाला आकर्षण बल है। यह बल अतिलघु परास बल है तथा इसका परास 10^{-15} मी की कोटि का होता है। यह बल कण के आवेश पर निर्भर नहीं करता है। बल का आवेग, सन्तुलित, असन्तुलित बल, घर्षण बल, अभिकेन्द्र बल तथा अपकेन्द्र बल प्रबल बल के अन्तर्गत आते हैं।

यह बल प्रकृति में उपस्थित सभी बलों में से सबसे शक्तिशाली बल है। यह गुरुत्वाकर्षण बल से 10^{38} गुना, स्थिर वैद्युत बल से 10^{2} गुना तथा दुर्बल नाभिकीय बल से 10^{13} गुना अधिक शक्तिशाली बल हैं।

प्रकृति में मूलभूत बल (Fundamental Forces in Nature)

क्र.सं. (S.No.)	**नाम** (Name)	**आपेक्षिक सामर्थ्य** (Relative strength)	**परास** (Range)	**संचालित** (Operates)
1.	गुरुत्वाकर्षण बल	1	अनन्त	अन्तरिक्ष में सभी वस्तु
2.	दुर्बल नाभिकीय बल	10^{25}	उपनाभिकीय बहुत छोटा आकार $\approx 10^{-16}$ मी	कुछ कण जैसे–प्रोटॉन तथा न्यूट्रॉन
3.	वैद्युतचुम्बकीय बल	10^{36}	अधिक बड़ा नहीं	आवेशित कण
4.	प्रबल नाभिकीय बल	10^{38}	अत्यधिक छोटा नाभिक आकार $\approx 10^{-15}$ मी	न्यूक्लिऑन,भारी मूलभूत कण

बलों के प्रकार (Types of Forces)

बल दो प्रकार के होते हैं

(i) **सन्तुलित बल** (Balanced Force) जब किसी वस्तु पर एक साथ कई बल कार्य कर रहे हों और उनका परिणामी बल शून्य हो, तो उन बलों को सन्तुलित बल कहते हैं। सन्तुलित बलों से वस्तु की आकृति बदल जाती है। *उदाहरण* यदि एक गुटके को दोनों तरफ समान बल लगाकर परस्पर विपरीत दिशा में खींचा जाता है, तब गुटके में कोई गति नहीं होती है। अतः गुटके पर लगे बल सन्तुलित बल कहलाते हैं।

(ii) **असन्तुलित बल** (Unbalanced Force) जब किसी वस्तु पर लगे अनेक बलों का परिणामी बल शून्य न हो, तो उन बलों को असन्तुलित बल कहते हैं। *उदाहरण* रस्साकशी में यदि एक टीम दूसरी टीम से अधिक शक्तिशाली है, तो वह रस्से तथा कमजोर टीम दोनों को अपनी ओर खींच लेती है। इस दशा में रस्से पर लगने वाला बल असन्तुलित बल है।

- *यदि एक वस्तु एकसमान वेग से चल रही है, तब वस्तु पर लगने वाला बल सन्तुलित होगा, जबकि वस्तु पर कोई बाह्य बल न लगा हो।*
- *यदि किसी वस्तु पर असन्तुलित बल लगा हो, तो वह वस्तु के वेग तथा गति की दिशा में परिवर्तन कर देता है। इस प्रकार वस्तु को त्वरित गति के लिए असन्तुलित बल की आवश्यकता होती है।*

> **सम्पर्क बल तथा असम्पर्क या क्षेत्र बल** (Contact Forces and Non-contact or Field Forces)
> सम्पर्क में आई दो वस्तुएँ, एक दूसरे पर समान तथा विपरीत दिशा में बल लगाती हैं, ऐसे बलों को सम्पर्क बल कहते हैं। जबकि ऐसे बल, जिन्हें वस्तुओं के बीच किसी प्रकार के सम्पर्क की आवश्यकता नहीं होती है, उन्हें असम्पर्क या क्षेत्र बल कहते हैं। गुरुत्वाकर्षण बल, वैद्युत स्थैतिक बल, चुम्बकीय बल इत्यादि, क्षेत्र बल के उदाहरण हैं।

जड़त्व (Inertia)

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 तीन प्रकार का होता है

(i) **विराम का जड़त्व** (Inertia of Rest) वस्तु का वह गुण जिसके कारण वह अपनी विराम अवस्था में होने वाले परिवर्तन का विरोध करती है, विराम का जड़त्व कहलाता है।

(ii) **गति का जड़त्व** (Inertia of Motion) वस्तु का वह गुण जिसके कारण वह अपनी एकसमान गति में होने वाले परिवर्तन का विरोध करती है, गति का जड़त्व कहलाता है।

(iii) **दिशा का जड़त्व** (Inertia of Direction) वस्तु का वह गुण जिसके कारण वह अपनी गति की दिशा में होने वाले परिवर्तन का विरोध करती है, दिशा का जड़त्व कहलाता है।

न्यूटन के गति के नियम (Newton's Laws of Motion)

सबसे पहले महान वैज्ञानिक सर इसैक न्यूटन (Isaac Newton) ने 1687 ई० में गतिविषयक तीन नियमों का प्रतिपादन अपनी पुस्तक, 'प्रिंसिपिया' (Principia) में किया था। *न्यूटन के गति विषयक तीन नियम निम्नवत् हैं*

न्यूटन का गति विषयक प्रथम नियम (Newton's First Law of Motion)

इस नियम के अनुसार, यदि कोई वस्तु विरामावस्था में है, तो वह विराम की अवस्था में ही रहेगी व यदि कोई वस्तु गति की अवस्था में है, तो वह गति की अवस्था में ही रहेगी जब तक कि उस पर कोई बाह्य बल न लगाया जाए। इस नियम को जड़त्व का नियम अथवा गैलीलियों का नियम भी कहते हैं।

न्यूटन के गति विषयक प्रथम नियम पर आधारित कुछ व्यावहारिक उदाहरण
(Some Common Phenomena based on Newton's First Law of Motion)

- पेड़ को हिलाने पर उसके फल टूटकर गिरने लगते हैं। इसका कारण यह है कि पेड़ को हिलाने से उसकी टहनियाँ तो गति में आ जाती हैं परन्तु उस पर लटके फल विराम जड़त्व के कारण विरामावस्था में बने रहते हैं। अतः फल टहनियों से अलग हो जाते हैं तथा गुरुत्वाकर्षण के कारण नीचे जमीन पर गिर जाते हैं।
- यदि मेज के कपड़े के ऊपर बर्तन रखे हैं और यदि हम मेज के कपड़े को अचानक खींचते हैं, तो बर्तन तो मेज पर रह जाते हैं तथा कपड़ा मेज से अलग हो जाता है। इसका कारण यह है कि कपड़े पर रखे बर्तन जड़त्व के कारण विराम में बने रहते हैं। अतः मेज के कपड़े पर रखे बर्तन कपड़े को अचानक खींचने पर नहीं गिरते हैं।
- गोली मारने से काँच में गोल छेद हो जाता है, परन्तु पत्थर मारने पर काँच टुकड़े-टुकड़े हो जाता है, क्योंकि जब गोली अत्यधिक तीव्र वेग से काँच से टकराती है, तो काँच का केवल वही भाग गति में आ पाता है जिसके सम्पर्क में गोली आती है तथा शेष भाग विराम जड़त्व के कारण अपने स्थान पर ही रह जाता है। अतः इससे पहले कि काँच का शेष भाग गति में जाए, गोली एक साफ छेद बनाती हुई निकल जाती है। इसके विपरीत यदि एक पत्थर का टुकड़ा काँच पर मारा जाता है तो उसका वेग इतना अधिक नहीं होता कि काँच का केवल वही भाग गति में जाए जो पत्थर के सम्पर्क में आता है, वरन् उसके आस-पास का काँच भी गतिमान हो जाता है जिससे काँच के टुकड़े-टुकड़े हो जाते हैं।
- गतिमान ट्रेन से कूदने वाला यात्री आगे की ओर गिर पड़ता है। गतिमान ट्रेन से कूदने पर यात्री के पैर पृथ्वी को छूते ही विरामावस्था में आ जाते हैं, परन्तु शरीर का ऊपरी भाग उसी वेग से चलते रहने का प्रयत्न करता है। अतः वह ट्रेन के चलने की दिशा में ही गिर पड़ता है। इसलिए गतिमान ट्रेन से उतरने पर यात्री को थोड़ी दूर गाड़ी के साथ-साथ दौड़ना चाहिए। ऐसा करके यात्री अपनी माँसपेशियों द्वारा उपयुक्त बल लगाकर पूरे शरीर को एक साथ रोक लेता है।

रेखीय संवेग (Linear Momentum)

किसी वस्तु के द्रव्यमान तथा रेखीय वेग के गुणनफल को उस वस्तु का संवेग कहते हैं। यह एक सदिश राशि है तथा इसका मात्रक किग्रा-मी/से होता है। इसे p से प्रदर्शित करते हैं। यदि एक वस्तु का द्रव्यमान (m) तथा वेग v है, तब

$$\text{संवेग } p = \text{द्रव्यमान} \times \text{वेग} = mv$$

Everyday साइंस

- एक कार तथा ट्रक को समान समय में समान वेग प्राप्त करने के लिए कार की तुलना में ट्रक को अधिक बल की आवश्यकता होती है, क्योंकि अधिक द्रव्यमान की वस्तुओं को अधिक संवेग की आवश्यकता होती है। इस प्रकार, हल्की वस्तुओं की तुलना में भारी वस्तुओं को रोकने के लिए अधिक बल की आवश्यकता होती है।
- बन्दूक से छोड़ी गई गोली आसानी से अपने लक्ष्य तक पहुँच जाती है। परन्तु फेंका गया पत्थर आसानी से लक्ष्य तक नहीं पहुँच पाता, क्योंकि फेंके गये पत्थर की तुलना में बन्दूक से छोड़ी गई गोली का वेग और इस प्रकार से रेखीय संवेग अधिक होता है। अतः गोली अधिक संवेग के कारण आसानी से लक्ष्य को भेद देती है।

रेखीय संवेग संरक्षण का सिद्धान्त (Law of Conservation of Linear Momentum)

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।

रेखीय संवेग संरक्षण पर आधारित कुछ व्यावहारिक उदाहरण
(Some Common Practical Examples based on Law of Conservation of Linear Momentum)

- **नाव से किनारे पर कूदना** जब हम नाव से नदी के किनारे पर कूदते हैं, तो नाव को अपने पैरों से पीछे की ओर दबाते हैं। इससे नाव झटके से पीछे की ओर हट जाती है तथा उसकी प्रतिक्रिया हमें आगे की ओर फेंक देती है। इसी प्रकार, ऊँची कूद लेने से पहले खिलाड़ी अपने पैरों से भूमि को नीचे की ओर दबाता है और भूमि उसे ऊपर की ओर उछाल देती है।
- **रॉकेट का प्रक्षेपण** रॉकेट का प्रक्षेपण रेखीय संवेग संरक्षण के सिद्धान्त पर आधारित है। रॉकेट में एक दहन कोष्ठ होता है, यह नली के द्वारा एक-दूसरे कोष्ठ से भी सम्बन्धित होता है जिसमें ईंधन भरा रहता है। ईंधन ठोस अथवा द्रव किसी भी प्रकार का हो सकता है।
  जब दहन कोष्ठ में ईंधन तथा किसी ऑक्सीकारक पदार्थ को मिलाकर विस्फोट कराया जाता है, तो इससे उत्पन्न ऊष्मा के कारण दहन कोष्ठ में दाब बहुत ऊँचा हो जाता है तथा कोष्ठ से गर्म गैसें जेट के रूप में बहुत तीव्र वेग से बाहर निकलती हैं। ये गैसें रॉकेट पर प्रतिक्रिया बल आरोपित करती हैं, अतः रॉकेट त्वरित गति से आगे की ओर बढ़ता है। जेट हवाई जहाज के इंजन भी संवेग संरक्षण सिद्धान्त पर ही कार्य करते हैं।
- **दो पिण्डों के मध्य टक्कर** जब समान संवेग की दो गेंदें आपस में टकराती हैं, तो गेंदें अचानक रूक जाती हैं क्योंकि टक्कर पूर्व दोनों गेंदों का संवेग तथा टक्कर के पश्चात् दोनों गेंदों का संवेग समान (शून्य) है। यदि m_1 तथा m_2 द्रव्यमान की दो गेंदों का टक्कर से पूर्व वेग u_1 व u_2 तथा टक्कर के पश्चात् वेग क्रमशः v_1 व v_2 हो, तब

$$m_1u_1 + m_2u_2 = m_1v_1 + m_2v_2$$

न्यूटन का गति विषयक द्वितीय नियम (Newton's Second Law of Motion)

गति के द्वितीय नियम के अनुसार, किसी वस्तु पर बल की दिशा में कार्यरत बल, वस्तु के संवेग परिवर्तन की दर के अनुक्रमानुपाती होता है। न्यूटन के द्वितीय नियमानुसार,

$$\text{बल } (F) \propto \text{संवेग परिवर्तन की दर} \quad \text{या} \quad F \propto \left(\frac{\Delta p}{\Delta t}\right)$$

जहाँ, Δp = संवेग में परिवर्तन तथा Δt = समय में परिवर्तन

किसी वस्तु पर लगने वाला बल, उस वस्तु के द्रव्यमान व वस्तु में बल के कारण उत्पन्न त्वरण के गुणनफल के बराबर होता है।

$$F = ma$$

यहाँ, m = वस्तु का द्रव्यमान तथा a = वस्तु का त्वरण।

यदि त्वरण का मान शून्य है, तो इसका अर्थ है कि या तो वस्तु नियत वेग से गतिमान है या विरामावस्था में है।

तब वस्तु पर लगने वाला बल शून्य होगा परन्तु वस्तु का द्रव्यमान कभी भी शून्य नहीं होता है।

इसका अर्थ यह है कि बाह्य बल के अभाव में वस्तु नियत वेग के साथ गति करती है या विराम अवस्था में आ जाती है।

न्यूटन के गति विषयक द्वितीय नियम के कुछ व्यावहारिक उदाहरण
(Some Common Phenomena based on Newton's Second Law of Motion)

- टेबिल टेनिस के खेल में जब एक खिलाड़ी गेंद को मारता (हिट) करता है, तो उसे चोट का अनुभव नहीं होता तथा दूसरे शब्दों में, जब तेज गति से चलती क्रिकेट गेंद दर्शक को लगती है तो उसे चोट लगती है, क्योंकि क्रिकेट की गेंद का वेग अधिक होने के कारण उसका त्वरण भी अधिक होता है।
- ऊँची कूद के खेल में जब एथिलीट गद्दों से बने बिस्तर या रेत के बिस्तर पर गिरता है, तब एथिलीट के कूदने के बाद उसे गिरने में लगे समय के परिवर्तन में भी वृद्धि हो जाती है। अतः उसके संवेग परिवर्तन की दर घट जाती है जिससे उसे चोट कम लगती है।
- एक क्रिकेट खिलाड़ी गेंद को कैच करते समय अपना हाथ पीछे खींचता है, क्योंकि जब खिलाड़ी गेंद को रोक लेता है तो गेंद का संवेग शून्य हो जाता है। संवेग-परिवर्तन के लिए खिलाड़ी गेंद को जितने अधिक समय में रोकेगा, आवेग देने के लिए उसे उतना ही कम बल लगाना पड़ेगा। इसलिए वह गेंद को अँगुलियों के बीच में आते ही अपना हाथ पीछे की ओर खींचता है जिससे कि वह गेंद पर अधिक समय तक बल लगा सके। यदि वह अपने हाथ को पीछे न खींचे तो गेंद हथेली से टकराकर तुरन्त ही ठहर जाएगी अर्थात् उसका संवेग यकायक शून्य हो जाएगा। अतः खिलाड़ी को बहुत अधिक बल लगाना पड़ेगा, जिससे उसके हाथ में चोट आने का भय रहेगा।

न्यूटन का गति विषयक तृतीय नियम (Newton's Third Law of Motion)

दो वस्तुओं की पारस्परिक क्रिया में एक वस्तु जितना बल दूसरी वस्तु पर लगाती है, तो दूसरी वस्तु भी विपरीत दिशा में उतना ही बल पहली वस्तु पर लगाती है अर्थात् प्रत्येक क्रिया के बराबर परन्तु विपरीत दिशा में प्रतिक्रिया होती है, इस नियम को 'प्रतिक्रिया का बल नियम' भी कहते हैं।

न्यूटन के गति विषयक तृतीय नियम पर आधारित कुछ व्यावहारिक उदाहरण
(Some common Phenomena based on Newton's Third Law of Motion)

- जब हम ठोस भूमि पर चलते हैं तो हम पैरों के द्वारा भूमि को पीछे की ओर धकेलते हैं तथा भूमि भी प्रतिक्रिया के रूप में हमारे पैरों पर आगे की ओर उतना ही बल लगाती है, जिसके कारण हम आगे की ओर बढ़ते हैं।
- जब एक तैराक अपने हाथों द्वारा पानी को पीछे की ओर धकेलता है, तब पानी भी तैराक को उतने ही बल से आगे की ओर धकेलता है, जिससे तैराक पानी में आसानी से तैरने लगता है।
- रेत पर चलना कठिन होता है, क्योंकि जब पैरों द्वारा रेत पर बल लगाया जाता है, तो रेत पीछे की ओर विस्थापित हो जाता है, जिससे वह प्रतिक्रिया स्वरूप उतना ही बल प्रदान नहीं कर पाता है।

आवेग (Impulse)

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।

आवेग को सूत्र द्वारा इस प्रकार व्यक्त कर सकते हैं

$$\text{आवेग} = \text{संवेग-परिवर्तन} = \text{बल} \times \text{समय-अन्तराल}$$

यह एक सदिश राशि है। इसका SI मात्रक न्यूटन-सेकण्ड या किग्रा-मी/से होता है।

आवेग पर आधारित कुछ व्यावहारिक उदाहरण
(Some Common Phenomena based on Impulse)

- चीनी मिट्टी के बर्तनों को कागज या घास-फूस के टुकड़ों में पैक (pack) करते हैं, क्योंकि गिरने की स्थिति में, घास-फूस या कागज के कारण आवेग, चीनी मिट्टी के बर्तनों तक पहुँचने में अधिक समय लेता है। जिससे बर्तनों पर लगने वाला बल कम हो जाता है, अतः इनके टूटने की सम्भावना कम हो जाती है।
- रेलगाड़ी के डिब्बों की शंटिंग (shunting) के दौरान गंभीर झटकों से बचाने के लिए प्रतिरोधों (buffers) का उपयोग किया जाता है, क्योंकि प्रतिरोधी की उपस्थिति के कारण समय के प्रभाव (impact) में वृद्धि हो जाती है। जिससे झटकों के दौरान बल कम हो जाता है, अतः नुकसान में कमी हो जाती है।

- एक तीव्र धावक को सुझाव दिया जाता है कि वह रेस खत्म करने के बाद अपनी गति को धीरे-धीरे कम करे जिससे उसके समय में वृद्धि होगी तथा उसके द्वारा लगाया गया बल कम होता जायेगा।

लिफ्ट में व्यक्ति का आभासी भार (Apparent Weight of Body in a Lift)

माना m द्रव्यमान का एक व्यक्ति लिफ्ट में है, तब उसका वास्तविक भार mg होता है। जब यह भार (बल) लिफ्ट पर नीचे की दिशा में कार्य करता है, जिसके फलस्वरूप लिफ्ट प्रतिक्रिया बल (ऊपर की ओर) R लगाती है। अतः सम्पर्क सतह द्वारा व्यक्ति पर लगाई गई प्रतिक्रिया को वस्तु का आभासी भार कहते हैं।

किसी लिफ्ट में व्यक्ति के भार में परिवर्तन निम्नलिखित स्थितियों में होता है

***स्थिति* I** जब लिफ्ट या एलीवेटर (elevator) विराम अवस्था में है, तब व्यक्ति का आभासी भार व्यक्ति के वास्तविक भार के बराबर होता है।

***स्थिति* II** जब लिफ्ट एकसमान वेग से ऊपर या नीचे जाती है, तो इस दशा में व्यक्ति का आभासी भार इसके वास्तविक भार के बराबर होता है, अर्थात् व्यक्ति को अपने भार में कोई परिवर्तन प्रतीत नहीं होता है।

***स्थिति* III** जब लिफ्ट त्वरण से ऊपर जाती है, तो लिफ्ट में स्थित व्यक्ति का भार बढ़ा हुआ प्रतीत होता है अर्थात् व्यक्ति का आभासी भार इसके (व्यक्ति) के वास्तविक भार से अधिक होता है।

***स्थिति* IV** जब लिफ्ट त्वरण से नीचे आती है, तो इस दशा में व्यक्ति का आभासी भार घटा प्रतीत होता है अर्थात् व्यक्ति का आभासी भार व्यक्ति के वास्तविक भार से कम होता है।

***स्थिति* V** यदि नीचे आते समय लिफ्ट की डोरी टूट जाए, तो वह मुक्त वस्तु की भाँति नीचे गिरेगी, तब व्यक्ति को आभासी भार शून्य प्रतीत होगा अर्थात् व्यक्ति को भारहीनता का अनुभव होगा।

***स्थिति* VI** यदि लिफ्ट के नीचे उतरते समय लिफ्ट का त्वरण गुरुत्वीय त्वरण से अधिक हो, तो लिफ्ट में खड़ा व्यक्ति लिफ्ट के फर्श से उठकर उसकी छत पर जा लगेगा, इसलिए आभासी बल व्यक्ति पर ऊपर की ओर लगेगा, जिससे वह उठकर छत से जा लगेगा।

घर्षण (Friction)

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 वस्तु की आपेक्षिक गति की दिशा के विपरीत होती है। वास्तव में, जब एक वस्तु का तल किसी अन्य वस्तु के तल पर फिसलता है, तो प्रत्येक वस्तु दूसरी वस्तु पर घर्षण बल लगाती है। जोकि वस्तुओं के सम्पर्क-तलों के समान्तर होता है *जैसे*—धरातल पर लुढ़कती गेंद।

घर्षण के प्रकार (Types of Friction)

घर्षण तीन प्रकार के होते हैं—

1. स्थैतिक घर्षण बल (Static Frictional Force)

जब एक वस्तु को दूसरी वस्तु के तल पर चलाने का प्रयास किया जाता है, तो गति की अवस्था में आने से पहले दोनों वस्तुओं के स्पर्शी तलों के मध्य लगने वाले घर्षण बल को स्थैतिक घर्षण बल कहते हैं। यह स्वतः समायोजित बल होता है तथा आरोपित बल के बढ़ने पर यह भी बढ़ता है, अतः स्थैतिक घर्षण बल $(f_s) = \mu_s R$

यहाँ, μ_s = स्थैतिक घर्षण बल का गुणांक तथा R = प्रतिक्रिया बल

यदि घर्षण कोण θ हो, तब स्थैतिक घर्षण गुणांक $\mu_s = \tan\theta$

2. सीमान्त घर्षण बल (Limiting Frictional Force)

जब वस्तु पर आरोपित बल का मान बढ़ाते हैं तो स्थैतिक घर्षण बल भी बढ़ता जाता है, स्थैतिक घर्षण बल के इस अधिकतम मान को सीमान्त घर्षण बल कहते हैं।

$\therefore$ सीमान्त घर्षण बल $f_l = \mu_l R$

जहाँ, μ_l = सीमान्त घर्षण गुणांक तथा R = अभिलम्ब प्रतिक्रिया