सम-सामयिक
घटना चक्र
परीक्षा संवाद के 29 वर्ष

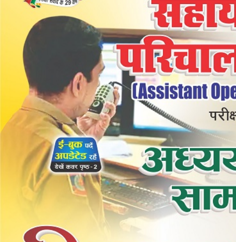
www.ssgcp.com
t.me/ssgcp
ssgc.gs.qa
ssghatnachakra
SamsamyikGhatna

2022

उत्तर प्रदेश पुलिस रेडियो संवर्ग में

सहायक परिचालक (Assistant Operator)

परीक्षा - 2022



ई-बुक पढ़ें
अपडेटेड रहें
देखें कवर पृष्ठ - 2

अध्ययन सामग्री

विज्ञान

CASH BACK ₹40

Validity upto Feb., 2023

See Cover Page - 2

शेष पाठ्यक्रम हेतु उ.प्र. कांस्टेबिल परीक्षा की अध्ययन सामग्री पढ़ें।

© प्रकाशकाधीन :
संस्करण- प्रथम
संस्करण वर्ष- 2022
ले.- SSGC
मूल्य : 80/-
मुद्रक- प्रिन्टेक्स इण्डिया

संपर्क-
सम-सामयिक घटना चक्र
188A/128 एलनगंज, चर्चलेन
इलाहाबाद- 211002
Ph.: 0532-2465524, 2465525
Mob.: 9335140296
e-mail : ssgcald@yahoo.co.in
Website : ssgcp.com
e-shop Website : shop.ssgcp.com

■ इस प्रकाशन के किसी भी अंश का पुनः प्रस्तुतीकरण या किसी भी रूप में प्रतिलिपिकरण (फोटोप्रति या किसी भी माध्यम में ग्राफिक्स के रूप में संग्रहण, इलेक्ट्रॉनिक या यांत्रिकीकरण द्वारा जहां कहीं या अस्थायी रूप से या किसी अन्य प्रकार के प्रसंगवश इस प्रकाशन का उपयोग भी) कॉपीराइट के स्वामित्व धारक के लिखित अनुमति के बिना नहीं किया जा सकता है।

किसी भी प्रकार से इसके भंग होने या अनुमति न लेने की स्थिति में बिना किसी पूर्व सूचना के उन पर कानूनी कार्यवाही की जाएगी।

*इस प्रकाशन से संबंधित सभी विवादों का निपटारा न्यायिक क्षेत्र इलाहाबाद के न्यायालय न्यायाधिकरण के अधीन होगा।

संकलन सहयोग-

- **इंद्र बहादुर सिंह यादव**
- **अनीश सिंह**
- **राजकुमार श्रीवास्तव**
- **अभिषेक कुमार**
- **राहुल धुरिया**
- **फैज़ुल इस्लाम अंसारी**
- **राम किशुन पटेल**

समारंभ

उ.प्र. पुलिस भर्ती एवं प्रोन्नति बोर्ड द्वारा आयोजित पुलिस रेडियो संवर्ग में सहायक परिचालक पदों पर सीधी भर्ती हेतु जारी विज्ञापन में जो पाठ्यक्रम घोषित किया गया है, वह कमोबेश उ.प्र. पुलिस कांस्टेबिल परीक्षा-पाठ्यक्रम के ही अनुरूप है। एक अंतर यह है कि इसमें सामान्य विज्ञान के पाठ्यक्रम को विस्तार दिया गया है।

सामान्य विज्ञान के पाठ्यक्रम में इण्टर स्तर के भौतिकी विषय के अध्यायों को शामिल किया गया है। वस्तुतः यह पाठ्यक्रम इस पद हेतु एक अनिवार्य आवश्यकता है।

सामान्य विज्ञान के विशिष्ट पाठ्यक्रम पर ही यह पुस्तक केंद्रित है।

इस परीक्षा के शेष पाठ्यक्रम पर अध्ययन हेतु पाठक सम-सामयिक घटना चक्र प्रकाशन द्वारा प्रकाशित 'उत्तर प्रदेश पुलिस कांस्टेबिल परीक्षा अध्ययन सामग्री' को पढ़ सकते हैं। कांस्टेबिल परीक्षा हेतु प्रकाशित 'हल प्रश्न-पत्र' भी इस परीक्षा के लिए उपयोगी सिद्ध होगा।

अनुक्रमणिका

1. भौतिकी जगत तथा मापन	**3-10**
2. शुद्ध गतिकी तथा गति के नियम	**11-12**
3. कार्य, ऊर्जा और शक्ति	**13-15**
4. गुरुत्वाकर्षण	**16-22**
5. स्थिर विद्युतिकी तथा वैद्युत विभव	**23-24**
6. विद्युत धारा	**25-29**
7. विद्युत धारा का चुंबकीय प्रभाव तथा चुंबकत्व	**30-33**
8. वैद्युत चुंबकीय प्रेरण तथा प्रत्यावर्ती धाराएं	**34-40**
9. वैद्युत चुंबकीय तरंगें	**41-45**
10. इलेक्ट्रॉनिक युक्तियां और संचार व्यवस्था प्रणाली	**46-48**
11. प्रकाशिकी	**49-51**
12. परीक्षोपयोगी प्रश्न	**52-96**

भौतिक जगत तथा मापन
(Physical World and Measurement)

भौतिक जगत (Physical World)

☞ आदि काल से मानव की एक प्रकार की प्रतिक्रिया यह रही है कि उसने अपने भौतिक पर्यावरण का सावधानीपूर्वक प्रेक्षण किया है। प्राकृतिक परिघटनाओं में अर्थपूर्ण पैटर्न तथा संबंध खोजे हैं तथा प्रकृति के साथ प्रतिक्रिया कर सकने के लिए नए औजारों को बनाया तथा उनका उपयोग किया है। कालांतर में मानव के इन्हीं प्रयासों से आधुनिक विज्ञान तथा प्रौद्योगिकी का मार्ग प्रशस्त हुआ है।

☞ अंग्रेजी भाषा के शब्द साइंस (Science) का उद्‌भव लैटिन भाषा के शब्द सिंटिया (Scientia) से हुआ है, जिसका अर्थ है 'जानना'।

☞ 'वैज्ञानिक विधि' में बहुत से अंतःसंबंध-पद : व्यवस्थित प्रेक्षण, नियंत्रित प्रयोग, गुणात्मक तथा मात्रात्मक विवेचना, गणितीय प्रतिरूपण, भविष्य कथन, सिद्धांतों का सत्यापन अथवा अन्यथाकरण सम्मिलित होते हैं।

☞ निराधार कल्पना तथा अनुमान लगाने का भी विज्ञान में स्थान है : परंतु, अंततः, किसी वैज्ञानिक सिद्धांत को स्वीकार्य योग्य बनाने के लिए, उसे प्रासंगिक प्रेक्षणों अथवा प्रयोगों द्वारा सत्यापित किया जाना भी आवश्यक होता है।

☞ सिद्धांत तथा प्रेक्षण (अथवा प्रयोग) का पारस्परिक प्रभाव विज्ञान की प्रगति का मूल आधार है।

☞ **प्राकृतिक विज्ञानों** की श्रेणी का एक मूल विषय भौतिकी है।

☞ **भौतिकी** को अंग्रेजी में Physics कहते हैं, जो ग्रीक भाषा के एक शब्द से व्युत्पन्न हुआ है जिसका अर्थ है 'प्रकृति'। इसका तुल्य संस्कृत शब्द '*भौतिकी*' है, जिसका उपयोग भौतिक जगत के अध्ययन से संबंधित है।

☞ हम भौतिकी का वर्णन प्रकृति के मूलभूत नियमों का अध्ययन तथा विभिन्न प्राकृतिक परिघटनाओं में इनकी अभिव्यक्ति के रूप में कर सकते हैं।

☞ भौतिकी के अंतर्गत हम विविध भौतिक परिघटनाओं की व्याख्या कुछ संकल्पनाओं एवं नियमों के पदों में करने का प्रयास करते हैं।

☞ समान गुरुत्वाकर्षण का नियम (जिसे न्यूटन ने प्रतिपदित किया) पृथ्वी पर किसी सेब का गिरना, पृथ्वी के परितः चंद्रमा की परिक्रमा तथा सूर्य के परितः ग्रहों की गति जैसी परिघटनाओं की व्याख्या करता है।

☞ विद्युत चुंबकत्व के मूलभूत सिद्धांत (मैक्सवेल-समीकरण) सभी विद्युतीय तथा चुंबकीय परिघटनाओं को नियंत्रित करते हैं।

☞ भौतिकी के कार्यक्षेत्र विस्तार के बारे में हमें कुछ बोध इसके विभिन्न उप-विषयों को देखकर हो सकता है। मूल रूप से इसके दो रुचिकर प्रभाव क्षेत्र : स्थूल तथा सूक्ष्म हैं।

☞ स्थूल प्रभाव क्षेत्र में प्रयोगशाला, पार्थिव तथा खगोलीय स्तर की परिघटनाएं सम्मिलित होती हैं। जबकि सूक्ष्म प्रभाव क्षेत्र के अंतर्गत परमाण्वीय, आणविक तथा नाभिकीय परिघटनाएं आती हैं।

☞ **चिरसम्मत भौतिकी** के अंतर्गत मुख्य रूप से स्थूल परिघटनाओं पर विचार किया जाता है, इसमें **यांत्रिकी, वैद्युत गतिकी, प्रकाशिकी** तथा **ऊष्मागतिकी** जैसे विषय सम्मिलित होते हैं।

☞ यांत्रिकी विषय न्यूटन के गति के नियमों तथा गुरुत्वाकर्षण के नियम पर आधारित है तथा इसका संबंध कणों, दृढ़ एवं विरूपणशील पिण्डों तथा कणों के व्यापक निकायों की गति अथवा संतुलन से होता है।

☞ वैद्युत गतिकी आवेशित तथा चुंबकित वस्तुओं से संबद्ध वैद्युत तथा चुंबकीय परिघटनाएं हैं।

☞ इनके मूल नियमों को कूलॉम, ऑर्सटेड, एम्पियर तथा फैराडे ने प्रतिपादित किया तथा इन नियमों की संपुष्टि मैक्सवेल ने अपने समीकरणों के समुच्चय द्वारा की।

☞ प्रकाशिकी के अंतर्गत प्रकाश पर आधारित परिघटनाओं पर विचार किया जाता है। दूरबीन (दूरदर्शक) तथा सूक्ष्मदर्शी की कार्यविधि पतली झिल्ली के रंग, आदि प्रकाशिकी के उप-विषय हैं।

☞ भौतिकी के सूक्ष्म प्रभाव क्षेत्र के अंतर्गत परमाणुओं तथा नाभिकों के स्तर के सूक्ष्मतम पैमाने पर (और इससे भी निम्न लंबाई के पैमाने पर) द्रव्य के संघटन एवं संरचना तथा इनकी विभिन्न अन्वेषियों जैसे इलेक्ट्रॉन, फोटॉन तथा अन्य मूल कणों से अन्योन्य क्रियाओं पर विचार किया जाता है।

☞ क्वांटम सिद्धांत को ही सूक्ष्म परिघटनाओं की व्याख्या करने के लिए उचित ढांचा माना गया है।

☞ भौतिकी का कार्यक्षेत्र वास्तव में विस्तृत है। यह लंबाई, द्रव्यमान, समय, ऊर्जा आदि भौतिक राशियों के परिमाणों के विशाल परिसर का प्रतिपादन करती है।

विश्व के विभिन्न देशों के कुछ भौतिकविदों के प्रमुख योगदान		
नाम	**प्रमुख योगदान/आविष्कार**	**मूल देश**
आर्किमिडीज़	उत्प्लावकता का नियम; उत्तोलक का नियम	यूनान
गैलीलियो गैलिली	जड़त्व का नियम	इटली
क्रिश्चिन हाइगेंस्	प्रकाश का तंरग सिद्धांत	हॉलैंड
आइज़क न्यूटन	गुरुत्वाकर्षण का सार्वत्रिक नियम, गति के नियम, परावर्ती दूरदर्शक	इंग्लैंड
माइकल फैराडे	विद्युत-चुंबकीय प्रेरण के नियम	इंग्लैंड
जैम्स क्लार्क मैक्सवेल	विद्युत-चुंबकीय सिद्धांत; प्रकाश-एक विद्युत-चुंबकीय तरंग	इंग्लैंड
हैनरिक रूडोल्फ हर्ट्ज	विद्युत-चुंबकीय तरंगें	जर्मनी
जगदीश चन्द्र बोस	अतिलघु रेडियो तरंगें	भारत
डब्ल्यू. के. रोंजन	एक्स-किरणें	जर्मनी
जे. जे. टॉमसन	इलेक्ट्रॉन	इंग्लैंड
मैरी स्क्लोडोस्का क्यूरी	रेडियम तथा पोलोनियम की खोज; प्राकृतिक रेडियोएक्टिवता का अध्ययन	पोलैंड
अल्बर्ट आइंस्टाइन	प्रकाश-वैद्युत नियम; आपेक्षिकता का सिद्धांत	जर्मनी
विक्टर फ्रांसिस हैस	कॉस्मिक विकिरण	ऑस्ट्रिया
आर.ए. मिलिकन	इलेक्ट्रॉन आवेश की माप	अमेरिका
अर्नस्ट रदरफोर्ड	परमाणु का नाभिकीय निदर्श	न्यूजीलैंड
नील बोर	हाइड्रोजन परमाणु का क्वांटम निदर्श	डेनमार्क
चंद्रशेखर वेंकटरमन	अणुओं द्वारा प्रकाश का अप्रत्यास्थ प्रकीर्णन	भारत
लुइस विक्टर द-ब्रॉग्ली	द्रव्य की तरंग प्रकृति	फ्रांस
मेघनाथ साहा	तापिक आयनन	भारत
सत्येन्द्र नाथ बोस	क्वांटम सांख्यिकी	भारत
वॉल्फगेंग पॉली	अपवर्जन नियम	ऑस्ट्रिया
एनरिको फर्मो	नियंत्रित नाभिकीय विखंडन	इटली
वर्नर हेजेनबर्ग	क्वान्टम यांत्रिकी; अनिश्चितता-सिद्धांत	जर्मनी
पॉल डिरैक	आपेक्षिकीय इलेक्ट्रॉन-सिद्धांत; क्वांटम सांख्यिकी	इंग्लैंड
एडविन ह्यूबल	प्रसारी विश्व	अमेरिका
अर्नस्ट औरलैन्डो लॉरेन्स	साइक्लोट्रॉन	अमेरिका
जेम्स चैडविक	न्यूट्रॉन	इंग्लैंड
हिडेकी युकावा	नाभिकीय बलों का सिद्धांत	जापान
होमी जहांगीर भाभा	कॉस्मिक विकिरण का सोपनी प्रक्रम	भारत
लेव डेवीडोविक लैन्डो	संघनित द्रव्य सिद्धांत; द्रव हीलियम	रूस
एस. चंद्रशेखर	चंद्रशेखर-सीमा, तारों की संरचना तथा विकास	भारत
जॉन बारडीन	ट्रांजिस्टर, अतिचालकता सिद्धांत	अमेरिका
सी.एच. टाउन्स	मेसर; लेसर	अमेरिका
अब्दुस सलाम	दुर्बल तथा विद्युत चुंबकीय अन्योन्य क्रियाओं का एकीकरण	पाकिस्तान

☞ इसके अंतर्गत इलेक्ट्रॉन, प्रोटॉन आदि से संबंधित परिघटनाओं का लंबाई के अति सूक्ष्म पैमाने (10^{-14} m अथवा इससे भी कम) पर अध्ययन किया जाता है। दूसरी ओर इसके अंतर्गत खगोलीय परिघटनाओं का अध्ययन मंदाकिनियों के विस्तारों अथवा संपूर्ण विश्व के पैमाने, जिसका विस्तार 10^{26} m कोटि का है, पर किया जाता है।

☞ भौतिकी की कुछ मूल संकल्पनाओं तथा नियमों द्वारा भौतिक राशियों के विशाल परिसर को प्रतिपादित करने वाली परिघटनाओं की व्याख्या की जा सकती है।

☞ कुछ अन्य के लिए प्रकृति के रहस्यों से पर्दा हटाने के लिए कल्पनाशील नवीन प्रयोग करने की चुनौती, नियमों का सत्यापन अथवा निराकरण रोमांचकारी हो सकता है।

☞ भौतिक नियमों के अनुप्रयोग तथा स्वार्थसाधनों द्वारा उपयोगी युक्तियों का निर्माण करना भौतिकी का अत्यंत रोचक तथा उत्तेजनापूर्ण भाग है।

प्रौद्योगिकी तथा भौतिकी के बीच संबंध	
प्रौद्योगिकी	**वैज्ञानिक सिद्धांत**
भाप इंजन	ऊष्मागतिकी के नियम
नाभिकीय रिएक्टर	नियंत्रित नाभिकीय विखंडन
रेडियो तथा टेलीविजन	विद्युत-चुंबकीय तरंगों का उत्पादन संचरण संसूचण
कंप्यूटर	अंकीय तर्क
अतिउच्च चुंबकीय क्षेत्रों का उत्पादन	अतिचालकता
लेसर	विकिरणों के उद्दीपित उत्सर्जन द्वारा प्रकाश प्रवर्धन (समष्टि प्रतिलोमन)
रॉकेट नोदन	न्यूटन के गति के नियम
विद्युत जनित्र	फैराडे के विद्युत-चुंबकीय प्रेरण के सिद्धांत
जलविद्युत शक्ति	गुरुत्वीय स्थितिज ऊर्जा का विद्युत ऊर्जा में रूपांतरण
वायुयान	तरलगतिकी में बर्नोली का सिद्धांत
कण त्वरित्र	विद्युत-चुंबकीय क्षेत्रों में आवेशित कणों की गति
सोनार	पराश्रव्य तरंगों का परावर्तन
प्रकाशिक रेशे	प्रकाश का पूर्ण आंतरिक परावर्तन
अपरावर्ती आवरण	तनुफिल्म प्रकाशीय व्यतिकरण
इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी	इलेक्ट्रॉन की तरंग प्रकृति
प्रकाश-विद्युत सेल	प्रकाश-विद्युत प्रभाव
संलयन परीक्षण रिएक्टर (टोकामैक)	प्लैज़्मा का चुंबकीय परिरोध
वृहत मीटर वेब रेडियो टेलीस्कोप (GMRT)	कॉस्मिक रेडियो किरणों का संसूचन
बोस आइंस्टाइन दाब	लेसर पुन्जों तथा चुंबकीय क्षेत्रों द्वारा परमाणुओं का ग्रहण तथा शीतलन

☞ वैज्ञानिक प्रगति के लिए केवल गुणात्मक सोच होना, पर्याप्त नहीं है। भौतिकी, जिसमें प्राकृतिक नियमों को सुस्पष्ट गणितीय समीकरणों द्वारा व्यक्त किया जा सकता है, में वैज्ञानिक विकास के लिए मात्रात्मक मापन प्रमुख होना चाहिए।

☞ भौतिकी के मूल नियम सार्वत्रिक हैं - समान नियमों को व्यापक रूप से विभिन्न प्रसंगों में लागू किया जा सकता है।

☞ दैनिक जीवन की अधिकांश प्रेक्षित परिघटनाएं मूल नियमों की जटिल अभिव्यक्ति ही होती हैं।

☞ किसी परिघटना के परमावश्यक लक्षणों पर ध्यान केंद्रित करके उसके मूल सिद्वांतों को खोजा जाए और फिर संशुद्धियों को सन्निविष्ट करके उस परिघटना के सिद्धांतों को और अधिक परिशुद्ध बनाया जाए। उदाहरण के लिए, किसी पत्थर तथा पंख को समान ऊंचाई से एक साथ गिराने पर वे एक साथ पृथ्वी पर नहीं गिरते। इसका कारण 'गुरुत्व बल के अधीन मुक्त पतन' को वायु के प्रतिरोध की उपस्थिति ने जटिल बना दिया है।

☞ गुरुत्व बल के अधीन मुक्त पतन का नियम प्राप्त करने के लिए यह श्रेयस्कर है कि ऐसी परिस्थिति उत्पन्न की जाए, जिसमें वायुप्रतिरोध उपेक्षणीय हो और ऐसा किया भी जा सकता है। उदाहरण के लिए, पत्थर तथा पंख को किसी निर्वातित लंबी नली में एक साथ गिरने दिया जाए।

☞ इस प्रकरण में दोनों पिण्ड (पत्थर तथा पंख) लगभग एक साथ गिरेंगे, जिससे हमें यह मूल नियम प्राप्त होगा कि गुरुत्वीय त्वरण पिण्ड के द्रव्यमान पर निर्भर नहीं करता।

☞ भौतिकी, प्रौद्योगिकी तथा समाज के बीच पारस्परिक संबंधों को बहुत से उदाहरणों में देखा जा सकता है।

☞ ऊष्मागतिकी विषय का उद्‌भव ऊष्मा इंजनों की कार्यप्रणाली को समझने एवं उसमें सुधार करने की आवश्यकता के कारण हुआ। जैसा कि हम जानते हैं कि भाप का इंजन, इंग्लैंड में अठाहरवीं शताब्दी में हुई औद्योगिक क्रांति, जिसने मानव सभ्यता को अत्यधिक प्रभावित किया था।

☞ भौतिकी द्वारा नवीन प्रौद्योगिकी उत्पन्न करने का उदाहरण बेतार संचार प्रौद्योगिकी है, जिसका विकास उन्नीसवीं शताब्दी में हुई विद्युत तथा चुंबकत्व के मूल नियमों के अनुगमन करने से हुआ।

☞ भौतिकी से एक नवीन प्रौद्योगिकी के जन्म का एक अन्य उदाहरण सिलिकॉन 'चिप' है, जिसने बीसवीं शताब्दी के अंतिम तीन दशकों में कंप्यूटर क्रांति को प्रेरित किया।

☞ एक अत्यंत महत्वपूर्ण क्षेत्र जिसमें भौतिकी का योगदान है और भविष्य में भी रहेगा, वह है वैकल्पिक ऊर्जा संसाधनों का विकास।

☞ जीवाश्मी ईंधन त्वरित क्षीयमान हैं तथा नवीन एवं सस्ते ऊर्जा स्रोतों की खोज अत्यावश्यक है। उदाहरण के लिए सौर ऊर्जा, भू-तापीय ऊर्जा आदि के विद्युत ऊर्जा में रूपांतरण के रूप में।

अल्बर्ट आइंस्टाइन (1879-1955)

- 1879 ई. में, उल्म, जर्मनी में जन्में अल्बर्ट आइंस्टाइन को आज तक के सार्वत्रिक रूप से महानतम माने जाने वाले भौतिक विज्ञानियों में से एक माना जाता है।
- वर्ष 2005 को भौतिकी के अंतरराष्ट्रीय वर्ष के रूप में घोषित किया गया था। यह घोषणा आइंस्टाइन द्वारा वर्ष 1905 में भौतिकी में उनके चिरस्थायी योगदान, जिनमें उन क्रांतिकारी वैज्ञानिक संकल्पनाओं का विवरण है, जो हमारे आधुनिक जीवन को प्रभावित करती रही हैं, के सम्मान में की गई थी।

❑ गुरुत्वाकर्षण बल

☞ गुरुत्वाकर्षण बल किन्हीं दो पिण्डों के बीच उनके द्रव्यमानों के कारण लगने वाला आकर्षण बल है। यह एक सार्वत्रिक बल है। विश्व में प्रत्येक पिण्ड प्रत्येक अन्य पिण्ड के कारण बल का अनुभव करता है। उदाहरण के लिए, इस पृथ्वी पर रखी प्रत्येक वस्तु पृथ्वी के कारण गुरुत्व बल का अनुभव करती है। पृथ्वी के परितः चंद्रमा तथा मानव निर्मित उपग्रहों की गति, सूर्य के परितः पृथ्वी तथा ग्रहों की गति और वास्तव में, पृथ्वी पर गिरते पिण्डों की गति गुरुत्व बल द्वारा ही नियंत्रित होती है।

☞ विश्व की बृहत स्तर की परिघटनाओं जैस तारों, मंदाकिनियों तथा मंदाकिनीय गुच्छों के बनने तथा विकसित होने में इस बल की प्रमुख भूमिका होती है।

सत्येन्द्र नाथ बोस (1894-1974)

- 1894 ई. में कोलकाता में जन्में सत्येन्द्र नाथ बोस उन महान भारतीय भौतिक विज्ञानियों में से एक हैं, जिन्होंने बीसवीं शताब्दी में विज्ञान की उन्नति में मौलिक योगदान दिया था।
- वर्ष 1916 में कोलकाता विश्वविद्यालय में प्राध्यापक के रूप में अपना सेवाकाल आरंभ किया।
- वर्ष 1924 में अपनी प्रतिभाशाली अंतर्दृष्टि से प्लांक नियम की एक नवीन व्युत्पत्ति प्रस्तुत की, जिसमें उन्होंने विकिरणों को फोटॉन की गैस के रूप में माना तथा फोटॉन अवस्थाओं की गणना की, नवीन सांख्यिकीय विधियां अपनाईं।
- पूर्णांक प्रचक्रण वाले कणों को बोस को सम्मान देने के लिए **बोसान** कहते हैं।

❑ विद्युत चुंबकीय बल

☞ विद्युत चुंबकीय बल आवेशित कणों के बीच लगने वाला बल है। सरल प्रकरण में, जब आवेश विरामावस्था में होते हैं, तो इस बल को कूलॉम-नियम द्वारा व्यक्त किया जाता है : 'सजातीय आवेशों में प्रतिकर्षण तथा विजातीय आवेशों में आकर्षण'।

☞ गतिशील आवेश चुंबकीय प्रभाव उत्पन्न करते हैं तथा चुंबकीय क्षेत्र गतिशील आवेशों पर बल आरोपित करते हैं। व्यापक रूप से, वैद्युत तथा चुंबकीय प्रभाव अविच्छेद हैं - इसीलिए इस बल को विद्युत चुंबकीय बल कहते हैं।

☞ गुरुत्वाकर्षण बल की भांति विद्युत चुंबकीय बल भी काफी लंबी दूरियों तक कार्यरत रहता है तथा इसे किसी मध्यवर्ती माध्यम की भी आवश्यकता नहीं होती।

☞ द्रव्य, इलेक्ट्रॉन तथा प्रोटॉन जैसे मूल आवेशित अवयवों से मिलकर बनता है। चूंकि विद्युत चुंबकीय बल गुरुत्वाकर्षण बल की अपेक्षा कहीं अधिक प्रबल होता है। यह आणविक तथा परमाण्वीय पैमाने की सभी परिघटनाओं पर छाया रहता है।

☞ परमाणु तथा अणुओं की संरचना, रासायनिक अभिक्रियाओं की गतिकी तथा वस्तुओं के यांत्रिक, तापीय तथा अन्य गुणों का परिचालन मुख्यतः विद्युत चुंबकीय बल द्वारा ही होता है। यह 'तनाव', 'घर्षण', 'सामान्य बल', 'कमानी बल' आदि जैसे स्थूल बलों के मूल में होता है।

☞ गुरुत्वाकर्षण बल सदैव ही आकर्षी बल होता है, जबकि विद्युत चुंबकीय बल आकर्षी अथवा प्रतिकर्षी भी।

☞ द्रव्य अधिकांशतः वैद्युत उदासीन (नेट आवेश शून्य होता है) होता है। इस प्रकार वैद्युत बल अधिकांश रूप में शून्य होता है तथा पार्थिव परिघटनाओं में गुरुत्वाकर्षण बल का प्रभुत्व रहता है। वैद्युत बल स्वयं वातावरण, जहां परमाणु आयनीकृत होते हैं, में प्रकट होता है और इसी के कारण तड़ित दमकती है।

☞ दैनिक जीवन की घटनाओं में स्वयं ही स्पष्ट रूप में यह पाएंगे कि गुरुत्व बल की तुलना में विद्युत चुंबकीय बल अत्यधिक शक्तिशाली है। जब हम किसी पुस्तक को हाथ पर रखते हैं, तब हम अपने हाथ द्वारा प्रदान किए जाने वाले 'सामान्य बल' से पृथ्वी के विशाल द्रव्यमान के कारण पुस्तक पर लगे गुरुत्वाकर्षण बल को संतुलित करते हैं।

☞ यह 'सामान्य बल' और कुछ नहीं वरन संपर्क-पृष्ठ पर हमारे हाथ तथा पुस्तक के आवेशित अवयवों के बीच लगने वाला नेट विद्युत चुंबकीय बल ही होता है।

☞ यदि विद्युत चुंबकीय बल स्वतः रूप से गुरुत्व बल से इतना अधिक प्रबल न हो, तो किसी सशक्त से सशक्त व्यक्ति का हाथ भी एक पंख के भार के कारण टुकड़े-टुकड़े होकर बिखर जाएगा। वास्तव में इससे सामंजस्य रखते हुए ऐसी परिस्थितियों में हम स्वयं अपने भार के अधीन टुकड़े-टुकड़े होकर बिखर जाते।

प्राकृति के मूल बल			
बल का नाम	**आपेक्षिक प्रबलता**	**परास**	**जिनके बीच लगता है**
गुरुत्वाकर्षण बल	10^{-39}	अनंत	विश्व में स्थित सभी पिण्ड
दुर्बल नाभिकीय बल	10^{-13}	बहुत कम, अवनाभिकीय आमाप ($\sim10^{-16}$ m) में	कुछ मूल कण विशेषकर इलेक्ट्रॉन एवं न्यूट्रिनो
विद्युत-चुंबकीय बल	10^{-2}	अनंत	आवेशित कण
प्रबल नाभिकीय बल	1	लघु, नाभिकीय आमाप ($\sim10^{-15}$ m) में	न्यूक्लिऑन, भारी मूल कण

❑ **प्रबल नाभिकीय बल-** नाभिक में प्रबल नाभिकीय बल प्रोटॉनों तथा न्यूट्रॉनों को बांधे रखता है। स्पष्ट है कि बिना किसी आकर्षी बल के, प्रोटॉनों में पारस्परिक प्रतिकर्षण होने के कारण, कोई भी नाभिक असंतुलित हो जाएगा। चूंकि वैद्युत बलों की तुलना गुरुत्व बल उपेक्षणीय होता है, अतः यह बल गुरुत्वाकर्षण बल नहीं हो सकता।

☞ प्रोटॉन तथा न्यूट्रॉन और भी कहीं अधिक मूल अवयवों, जिन्हें क्वार्क' कहते हैं, से मिलकर बने हैं।

❑ **दुर्बल नाभिकीय बल-** दुर्बल नाभिकीय बल केवल निश्चित नाभिकीय प्रक्रियाओं, जैसे किसी नाभिक के β–क्षय में प्रकट होते हैं। β–क्षय में नाभिक एक इलेक्ट्रॉन तथा एक अनावेशित कण, जिसे न्यूट्रिनो कहते हैं, उत्सर्जित करता है।

☞ दुर्बल नाभिकीय बल गुरुत्वाकर्षण बल जितना दुर्बल नहीं होता, परंतु प्रबल नाभिकीय तथा विद्युत चुंबकीय बलों से काफी दुर्बल होता है। दुर्बल नाभिकीय बल का परिसर अत्यंत छोटा, 10^{-16} m कोटि का है।

☞ किसी बाह्य संरक्षण बल के अधीन गति के लिए, कुल यांत्रिक ऊर्जा अर्थात गतिज ऊर्जा तथा स्थितिज ऊर्जा का योग नियत रहता है। गुरुत्व के अधीन किसी पिण्ड का मुक्त पतन इसका सुपरिचित उदाहरण है।

☞ किसी पिण्ड की गतिज ऊर्जा तथा उसकी स्थितिज ऊर्जा समय के साथ निरंतर परिवर्तित होती है, परंतु इनका योग स्थिर रहता है। यदि पिण्ड को विरामावस्था से मुक्त किया जाता है, तो भूमि से टकराने से ठीक पहले पिण्ड की संपूर्ण स्थितिज ऊर्जा गतिज ऊर्जा में परिवर्तित हो जाती है।

☞ भौतिकी में ऊर्जा की संकल्पना प्रमुख होती है तथा प्रत्येक भौतिक निकाय के लिए ऊर्जा के व्यंजक लिखे जा सकते हैं। जब ऊर्जा के सभी रूपों, उदाहरण के लिए, ऊष्मा, यांत्रिक ऊर्जा, विद्युत ऊर्जा आदि की गणना की जाती है, तो यह निष्कर्ष प्राप्त होता है कि ऊर्जा संरक्षित रहती है।

☞ ऊर्जा संरक्षण का व्यापक नियम सभी बलों तथा सभी प्रकार के ऊर्जा रूपांतरणों के लिए सत्य है।

सर सी.वी. रमन (1888-1970)

- चंद्रशेखर वेंकटरमन का जन्म 7 नवंबर, 1888 को थिरुवंनाईक्कवल में हुआ था।
- वर्ष 1917 में उन्हें कोलकाता विश्वविद्यालय द्वारा प्रोफेसर का पद दिया गया। वर्ष 1924 में लंदन की रॉयल सोसाइटी ने इनका सोसाइटी के फेलो के लिए निर्वाचन किया तथा वर्ष 1930 में इनके कार्य, जिसे अब रमन-प्रभाव कहते हैं, के लिए इन्हें नोबेल पुरस्कार से विभूषित किया गया।
- **रमन प्रभाव** में माध्यम के अणुओं, जब वे कंपन ऊर्जा स्तर तक उत्तेजित होते हैं, द्वारा प्रकाश के प्रकीर्णन की परिघटना पर विचार किया जाता है।

☞ ऊर्जा संरक्षण नियम को प्रकृति के सभी प्रभाव क्षेत्रों, सूक्ष्म से स्थूल तक, के लिए वैध माना गया है। इस नियम का दिनचर्या-अनुप्रयोग परमाण्विक, नाभिकीय तथा मूल कण प्रक्रियाओं के विश्लेषणों में किया जाता है।

☞ आइंस्टाइन के सिद्धांत के अनुसार, द्रव्यमान m ऊर्जा E के तुल्य होता है, जिसे संबंध $E = mc^2$, द्वारा व्यक्त करते हैं, यहां c निर्वात में प्रकाश की चाल है।

भौतिकी में संरक्षण नियम

ऊर्जा, संवेग, कोणीय संवेग, आवेश, आदि संरक्षण को भौतिकी में मूल नियम माना जाता है। वर्तमान समय में इस प्रकार के कई संरक्षण नियम हैं। उपरोक्त चार के अतिरिक्त अन्य संरक्षण नियमों के अंतर्गत अधिकांश रूप से, नाभिकीय तथा कणिकीय भौतिकी में प्रस्तावित भौतिक राशियों पर विचार किया जाता है। यह प्रचक्रण, बैरिआन संख्या, विचित्रता, उच्च आवेश आदि कुछ अन्य संरक्षित राशियां हैं।

☞ ऊर्जा एक अदिश राशि है।

☞ रैखिक संवेग तथा कुल कोणीय संवेग दोनों सदिश राशियां हैं।

☞ चंद्रमा पर गुरुत्वीय त्वरण पृथ्वी पर गुरुत्वीय त्वरण का $\frac{1}{6}$ भाग होता है, परंतु चंद्रमा तथा पृथ्वी दोनों के लिए **गुरुत्वाकर्षण का नियम** समान ही हैं।

मापन (Measurement)

☞ किसी भौतिक राशि का मापन, एक निश्चित, आधारभूत, यादृच्छिक रूप से चुने गए मान्यता प्राप्त, संदर्भ-मानक से इस राशि की तुलना करना है। यह संदर्भ-मानक मात्रक कहलाता है।

☞ मूल राशियों को व्यक्त करने के लिए प्रयुक्त मात्रकों को मूल मात्रक कहते हैं।

☞ मात्रकों की तीन प्रणालियां - CGS प्रणाली, FPS (या ब्रिटिश) प्रणाली एवं MKS प्रणाली, प्रमुखता से प्रयोग में लाई जाती थीं।

☞ इन प्रणालियों में लंबाई, द्रव्यमान एवं समय के मूल मात्रक क्रमशः इस प्रकार हैं :

- CGS प्रणाली में, सेंटीमीटर, ग्राम एवं सेकंड।
- FPS प्रणाली में, फुट, पाउन्ड एवं सेकंड।
- MKS प्रणाली में, मीटर, किलोग्राम एवं सेकंड।

☞ समतलीय कोण का मात्रक रेडियन है, जिसका प्रतीक rad है एवं घन कोण का मात्रक स्टेरेडियन है, जिसका प्रतीक sr है। ये दोनों ही विमाविहीन राशियां हैं।

SI मूल राशियां एवं उनके मात्रक			
SI मात्रक			
मूल राशि	**नाम**	**प्रतीक**	**परिभाषा**
लंबाई	मीटर	m	मीटर, संकेत m, लंबाई का SI मात्रक है। इसे निर्वात में प्रकाश की चाल c के नियत संख्यात्मक मान 299792458 को लेकर, जो कि ms^{-1} मात्रक में व्यक्त है, से परिभाषित किया गया है, जहां सेकंड सीजियम आवृत्ति Δv_{cs} के पदों में परिभाषित है।
द्रव्यमान	किलोग्राम	kg	किलोग्राम, संकेत kg, द्रव्यमान का SI मात्रक है। इसे प्लांक नियतांक h के नियत संख्यात्मक मान $6.62607015 \times 10^{-34}$ को लेकर, जो कि J.S., मात्रक में व्यक्त है, से परिभाषित किया गया है; यहां मात्रक J.S., $kg\, m^2 s^{-1}$ के समान है, जहां मीटर और सेकंड की परिभाषा c तथा Δv_{cs} के पदों में दी गई है।
समय	सेकंड	s	सेकंड, संकेत समय का SI मात्रक है। इसकी परिभाषा सीजियम आवृत्ति Δv_{cs} जो सीजियम-133 परमाणु की अक्षुब्ध मूल अवस्था अतिसूक्ष्म संक्रमण आवृत्ति है, के नियत संख्यात्मक मान 9192631770 को लेकर, जिसे H_2 मात्रक जो S^{-1} के समान है, में व्यक्त किया गया है; दी गई है।
विद्युत धारा	एम्पियर	A	एम्पियर, संकेत A, विद्युत-धारा का SI मात्रक है। इसकी परिभाषा, मूल आवेश e के नियत संख्यात्मक मान $1.602176634 \times 10^{-19}$ को लेकर; जिसे C मात्रक जो A.S. के समान है, जहां सेकंड को Av_{cs} के पदों में व्यक्त किया गया है; दी जाती है।
ऊष्मागतिक ताप	केल्विन	K	केल्विन, संकेत K, ऊष्मागतिक ताप का SI मात्रक है। इसकी परिभाषा, बोल्ट्जमान नियतांक, K के नियत संख्यात्मक मान 1.380649×10^{-23} को लेकर; जिसे JK^{-1} मात्रक में व्यक्त किया गया है, जो $kgm^2s^{-2}\, k^{-1}$ के समान है, जहां किलोग्राम, मीटर और सेकंड को h.c और Δv_{cs} के पदों में परिभाषित किया जाता है; दी गई है।
पदार्थ की मात्रा	मोल	mol	मोल, संकेत मोल (mol), पदार्थ की मात्रा का SI मात्रक है। एक मोल में ठीक $6.02214076 \times 10^{23}$ ही मूलभूत कण होते हैं। यह संख्या, आवोगाद्रो स्थिरांक, N_A का नियत संख्यात्मक मान होता है, जब उसे mol^{-1} मात्रक में व्यक्त किया जाता है और इसे आवोगाद्रो संख्या कहा जाता है। किसी निकाय के पदार्थ की मात्रा, संकेत n, विशिष्ट मूल कणों की संख्या का आमाप होती है। ये मूल कण एक परमाणु, अणु, आयन, इलेक्ट्रॉन कोई अन्य कण या कणों के विशिष्ट समूह हो सकते हैं।
ज्योति-तीव्रता	कैंडेला	cd	कैंडेला, संकेत cd, दी गई दिशा में ज्योति-तीव्रता का SI मात्रक है। इसकी परिभाषा, 540×10^{12} Hz आवृत्ति वाले एकवर्णी विकिरण की दीप्त प्रभाविकता, K_{cd} के नियत संख्यात्मक मान 683 को लेकर जब उसे ImW^{-1} के मात्रकों में व्यक्त किया जाए जो $cd\, sr\, W^{-1}$ या $cd\, sr\, kg^{-1}\, m–^2S^3$ के समान है, जहां किलोग्राम, मीटर और सेकंड को h, c और Δv_{cs} के पदों में परिभाषित किया जाता है; दी गई है।

सामान्य प्रयोग के लिए SI मात्रकों के अतिरिक्त कुछ अन्य मात्रक		
नाम	**प्रतीक**	**SI मात्रक के पदों में मान**
मिनट	min	60 s
घंटा	h	60 min = 3600 s
दिन	d	24 h = 86400 s
वर्ष	y	$365.25\ d = 3.156 \times 10^7\ s$
डिग्री	o	$1° = (\pi/180)\ rad$
लीटर	L	$1\ dm^3 = 10^{-3} m^3$
टन	t	$10^3\ kg$
कैरट	c	200 mg
बार	bar	$0.1\ MPa = 10^5\ Pa$
क्यूरी	Ci	$3.7 \times 10^{10}\ s^{-1}$
रोंजन	R	$2.58 \times 10^{-4}\ C\ kg^{-1}$
क्विंटल	q	100 kg
बार्न	b	$100\ fm^2 = 10^{-28}\ m^2$
आर	a	$1\ dam^2 = 10^2\ m^2$
हेक्टेयर	ha	$1\ hm^2 = 10^4\ m^2$
मानक वायुमंडलीय दाब	atm	$101\,325\ Pa = 1.013 \times 10^5\ Pa$

- ☞ 10^{-4}m की लंबाई को यथार्थता से मापने के लिए हम वर्नियर कैलिपर्स का उपयोग करते हैं।
- ☞ स्क्रू-गेज (पेंचमापी) और गोलाईमापी (स्फेरोमीटर) का उपयोग 10^{-5}m तक की लंबाइयों को मापने में किया जाता है।
- ☞ बहुत बड़ी दूरियां, जैसे किसी ग्रह अथवा तारे की पृथ्वी से दूरी, प्रत्यक्ष-रूप से किसी मीटर पैमाने की सहायता से ज्ञात नहीं की जा सकती है। ऐसी दशाओं में महत्वपूर्ण विधि जिसे लंबन-विधि कहते हैं।
- ☞ सूर्य के कोणीय व्यास की माप 1920" है। पृथ्वी से सूर्य की दूरी D, 1.496×10^{11} m है।
- ☞ दृश्य प्रकाश की तरंगदैर्ध्य का परिसर 4000 Å से 7000 Å है। ($1Å = 10^{-10}$m)
- ☞ अत्यंत सूक्ष्म और बहुत बड़ी दूरियों के मापन के लिए हम लंबाई के कुछ विशिष्ट मात्रक भी प्रयोग में लाते हैं। ये हैं,

1 फर्मी	$= 1f = 10^{-15}$ m
1 एंग्सट्रम	$= 1Å = 10^{-10}$ m
1 खगोलीय मात्रक	= 1 AU (सूर्य से पृथ्वी की औसत दूरी) $= 1.496 \times 10^{11}$ m
1 प्रकाश वर्ष	$= 1\ ly = 9.46 \times 10^{15}$ m ($3 \times 10^8\ ms^{-1}$ के वेग से प्रकाश द्वारा 1 सेकंड में चली गई दूरी में 1 वर्ष)
1 पारसेक	$= 3.08 \times 10^{16}$ m

(वह दूरी जिस पर पृथ्वी की कक्षा की औसत त्रिज्या 1 आर्क सेकंड का कोण अंतरित करे, 1 पारसेक कहलाती है।)

- ☞ द्रव्यमान का SI मात्रक किलोग्राम (kg) है। इसे प्लांक नियतांक h के नियत संख्यात्मक मान $6.62607015 \times 10^{-34}$ है।

लंबाइयों के परिसर एवं कोटि	
वस्तु का आकार अथवा दूरी	**आमाप (m)**
प्रोटॉन की आमाप	10^{-15}
परमाण्वीय नाभिक की आमाप	10^{-14}
हाइड्रोजन अणु का आकार	10^{-10}
किसी प्ररूपी जीवाणु की लंबाई	10^{-8}
प्रकाश की तरंगदैर्ध्य	10^{-7}
लाल रुधिर-कणिका का आकार	10^{-5}
किसी कागज की मोटाई	10^{-4}
समुद्र तल से माउंट एवरेस्ट की ऊंचाई	10^4
पृथ्वी की त्रिज्या	10^7
चंद्रमा की पृथ्वी से दूरी	10^8
सूर्य की पृथ्वी से दूरी	10^{11}
सूर्य से प्लूटो की दूरी	10^{13}
आकाशगंगा की आमाप	10^{21}
पृथ्वी से एन्ड्रोमेडा मंदाकिनी की दूरी	10^{22}
प्रेक्षणीय विश्व की परिसीमा तक की दूरी	10^{26}

- ☞ अणुओं, परमाणुओं के द्रव्यमान व्यक्त करने के लिए द्रव्यमान के एक महत्वपूर्ण मानक मात्रक, जिसे एकीकृत परमाणु संहति मात्रक (u) कहते हैं।

द्रव्यमानों के परिसर एवं कोटि	
वस्तु	**द्रव्यमान (kg)**
इलेक्ट्रॉन	10^{-30}
प्रोटॉन	10^{-27}
यूरेनियम परमाणु	10^{-25}
लाल रुधिर कोशिका	10^{-13}
धूल-कण	10^{-9}
वर्षा की बूंद	10^{-6}
मच्छर	10^{-5}
अंगूर	10^{-3}
मानव	10^2
ऑटोमोबाइल	10^3
बोइंग 747 वायुयान	10^8
चंद्रमा	10^{23}
पृथ्वी	10^{25}
सूर्य	10^{30}
आकाशगंगा मंदाकिनी	10^{41}
प्रेक्षणीय विश्व	10^{55}

☞ किसी भी समय-अंतराल को मापने के लिए हमें घड़ी की आवश्यकता होती है। अब हम समय-मापन हेतु समय का परमाण्वीय मानक प्रयोग करते हैं, जो सीजियम परमाणु में उत्पन्न आवर्त कंपनों पर आधारित है। यही राष्ट्रीय मानक के रूप में प्रयुक्त सीजियम घड़ी, जिसे परमाणु घड़ी भी कहते हैं।

☞ सीजियम परमाणु घड़ी में एक सेकंड, सीजियम-133 परमाणु के निम्नतम ऊर्जा स्तर के दो अतिसूक्ष्म स्तरों के मध्य संक्रमण के तदनुरूपी विकिरणों के 9,192,631,770 कंपनों के लिए आवश्यक है। इस सीजियम परमाणु घड़ी की समय दर को, सीजियम परमाणु के कंपन ठीक उसी प्रकार नियंत्रित करते हैं जैसे संतुलन चक्र के कंपन सामान्य कलाई घड़ी को अथवा छोटे क्वार्ट्ज क्रिस्टल के कंपन किसी क्वार्ट्ज कलाई घड़ी को करते हैं।

☞ सीजियम परमाणु घड़ियां अत्यंत यथार्थ होती हैं। सिद्धांततः वे एक सुबाह्य मानक उपलब्ध कराती हैं। चार सीजियम परमाणु घड़ियों के माध्यम से, समय-अंतराल के राष्ट्रीय मानक 'सेकंड' का अनुरक्षण किया जाता है।

☞ समय के भारतीय मानक के अनुरक्षण के लिए नई दिल्ली की राष्ट्रीय भौतिकी प्रयोगशाला में एक सीजियम घड़ी लगाई गई है।

समय अंतरालों का परास एवं कोटि

घटना	**समय अंतराल (s)**
किसी अत्यधिक अस्थायी कण का जीवन काल	10^{-24}
प्रकाश द्वारा नाभिकीय दूरी को तय करने में लगा समय	10^{-22}
X- किरणों का आवर्तकाल	10^{-19}
परमाण्वीय कंपनों का आवर्तकाल	10^{-15}
प्रकाश तरंग का आवर्तकाल	10^{-15}
किसी परमाणु की उत्तेजित अवस्था का जीवन काल	10^{-8}
रेडियो तरंग का आवर्तकाल	10^{-6}
ध्वनि तरंग का आवर्तकाल	10^{-3}
आंख के झपकने में लगा समय	10^{-1}
मानव हृदय की क्रमिक धड़कनों के बीच का समय	10^{0}
प्रकाश के चंद्रमा से पृथ्वी तक आने में लगा समय	10^{0}
प्रकाश के सूर्य से पृथ्वी तक आने में लगा समय	10^{2}
किसी उपग्रह का आवर्तकाल	10^{4}
पृथ्वी का घूर्णनकाल	10^{5}
चंद्रमा का घूर्णन एवं परिक्रमण काल	10^{6}
पृथ्वी का परिक्रमण काल	10^{7}
प्रकाश का समीपी तारे से पृथ्वी तक आने में लगा समय	10^{8}
मानव का औसत जीवन काल	10^{9}
मिस्र के पिरामिडों की आयु	10^{11}
डायनासोर के विलुप्त होने के बाद बीता समय	10^{15}
विश्व की आयु	10^{17}

☞ किसी भौतिक राशि जिस पर k घात चढ़ाई गई है, की आपेक्षिक त्रुटि उस व्यष्टिगत राशि की आपेक्षिक त्रुटि की k गुनी होती है।

☞ किसी सरल लोलक का दोलनकाल $T = 2\pi\sqrt{L/g}$ होता है।

☞ **भौतिक राशियों की विमाएं**- किसी भौतिक राशि की प्रकृति की व्याख्या उसकी विमाओं द्वारा की जाती है।

☞ व्युत्पन्न मात्रकों द्वारा व्यक्त होने वाली सभी भौतिक राशियां, सात मूल राशियों के संयोजन के पदों में प्रस्तुत की जा सकती हैं। इन मूल राशियों को हम भौतिक संसार की सात विमाएं कह सकते हैं।

☞ इन्हें गुरु कोष्ठक के साथ निर्दिष्ट किया जाता है। इस प्रकार, लंबाई की विमा [L], विद्युत धारा की [A], ऊष्मागतिकीय ताप की [K], ज्योति तीव्रता की [cd] और पदार्थ की मात्रा की [mol] है।

☞ यांत्रिकी में, सभी भौतिक राशियों को विमाओं [L], [M] और [T], के पदों में व्यक्त किया जा सकता है। उदाहरणार्थ, किसी वस्तु द्वारा घेरा गया आयतन उसकी लंबाई, चौड़ाई और ऊंचाई अथवा तीन लंबाइयों के गुणन द्वारा व्यक्त किया जाता है। इसलिए, आयतन का विमीय सूत्र $= [L] \times [L] \times [L] = [L]^3$।

☞ भौतिक राशि का विमीय सूत्र वह व्यंजक है, जो यह दर्शाता है कि किसी भौतिक राशि में किस मूल राशि की कितनी विमाएं हैं।

☞ उदाहरणार्थ, आयतन का विमीय सूत्र $[M^{\circ}L^{3}T^{\circ}]$, और वेग या चाल का $[M^{\circ}LT^{-1}]$, है। इसी प्रकार, $[M^{\circ}LT^{-2}]$त्वरण का तथा $[ML^{-3}T^{\circ}]$द्रव्यमान घनत्व का विमीय सूत्र है।

☞ किसी भौतिक राशि को उसके विमीय सूत्र के बराबर लिखने पर प्राप्त समीकरण को उस राशि का विमीय समीकरण कहते हैं।

☞ अतः विमीय समीकरण वह समीकरण है, जिसमें किसी भौतिक राशि को मूल राशियों और उनकी विमाओं के पदों में निरूपित किया जाता है।

☞ बल को वेग के साथ संकलित या ऊष्मा गतिक ताप में से विद्युत धारा को व्यवकलित नहीं किया जा सकता। इस सरल सिद्धांत को विमाओं की समघातता सिद्धांत कहते हैं।

समीकरण पर विचार करें

$$\frac{1}{2}mv^2 = mgh$$

यहां m वस्तु का द्रव्यमान, V इसका वेग है, g गुरुत्वीय त्वरण और h ऊंचाई है।

शुद्ध गतिकी तथा गति के नियम (Kinematics and Law of Motion)

शुद्ध गतिकी (Kinematics)

- गति का अध्ययन विज्ञान की दो शाखाओं में किया जाता है, एक का नाम है शुद्ध गतिकी (Kinematics) एवं दूसरा है गतिकी या गति विज्ञान।
- शुद्ध गतिकी में हमारा लक्ष्य केवल वस्तु की गति का वर्णन करना होता है, गति के कारणों पर ध्यान नहीं दिया जाता है।
- इसके विपरीत, गतिकी एक अधिक पूर्ण अध्ययन है जिसमें वस्तु की गति के वर्णन के साथ-साथ उन सभी बलों का भी अध्ययन किया जाता है, जो वस्तु की गति को उत्पन्न एवं प्रभावित करते हैं।
- गैलीलियो ने शुद्ध गतिकी का विकास किया।
- जबकि न्यूटन ने वस्तुओं की गति का विस्तृत विश्लेषण किया और गति के कारण बल की खोज की।
- अतः न्यूटन ने गतिकी या गति विज्ञान का विकास किया।

गति का अध्ययन

- **यांत्रिकी (Mechanics)**– विज्ञान की इस शाखा में पदार्थ तथा उस पर लगने वाले बलों की अंतर्कियाओं का अध्ययन किया जाता है।

यांत्रिकी (शाखाएं)

स्थैतिकी	गतिकी	शुद्ध गतिकी
इसमें बाह्य बलों के अधीन वस्तु की साम्यावस्था का अध्ययन	इसमें गति के लिए उत्तरदायी बलों के अधीन वस्तुओं का अध्ययन	इसमें गति के कारणों (अर्थात बलों) का विचार किए बिना गति का अध्ययन

गति के नियम (Law of Motion)

- अरस्तू के गति के नियम को इस प्रकार लिख सकते हैं- किसी पिण्ड को गतिशील रखने के लिए बाह्य बल की आवश्यकता होती है।
- प्रकृति में सदैव ही विरोधी घर्षण बल (ठोसों के बीच) अथवा श्यान बल (तरलों के बीच) आदि उपस्थित रहते हैं।
- **जड़त्व का नियम**-गैलीलियो ने वस्तुओं की गति का अध्ययन एक आनत समतल पर किया था। किसी (i) आनत समतल पर नीचे की ओर गतिमान वस्तुएं त्वरित होती हैं, जबकि (ii) तल पर ऊपर की ओर जाने वाली वस्तुओं में मंदन होता है। क्षैतिज समतल पर गति (iii) इन दोनों के बीच की स्थिति है। गैलीलियो ने यह निष्कर्ष निकाला कि किसी घर्षण रहित क्षैतिज समतल पर गतिशील किसी वस्तु में न तो त्वरण होना चाहिए और न ही मंदन, अर्थात इसे एकसमान वेग से गति करनी चाहिए।
- जड़त्व से तात्पर्य है 'परिवर्तन के प्रति प्रतिरोध' कोई पिण्ड अपनी विरामावस्था अथवा एकसमान गति की अवस्था में तब तक कोई परिवर्तन नहीं करता, जब तक कोई बाह्य बल उसे ऐसा करने के लिए विवश नहीं करता।
- **न्यूटन का गति का प्रथम नियम-** प्रत्येक पिण्ड तब तक अपनी विरामावस्था अथवा सरल रेखा में एकसमान गति की अवस्था में रहता है, जब तक कोई बाह्य बल उसे अन्यथा व्यवहार करने के लिए विवश नहीं करता।
- गति के प्रथम नियम को, सरल शब्दों में, इस प्रकार भी व्यक्त किया जा सकता है।
- यदि किसी पिण्ड पर लगने वाला नेट बाह्य बल शून्य है, तो उसका त्वरण शून्य होता है। शून्येतर त्वरण केवल तभी हो सकता है, जब पिण्ड पर कोई नेट बाह्य बल लगता हो।

गैलीलियो गैलिली (1564-1642)

- इटली के पीसा नामक शहर में 1564 ई. में जन्में गैलीलियो गैलिली लगभग चार शताब्दी पूर्व यूरोप में हुई वैज्ञानिक क्रांति के सूत्रधार थे। उन्होंने त्वरण की संकल्पना की।
- 1609 ई. में उन्होंने अपना दूरदर्शी (जिसकी खोज पहले हॉलैण्ड में हुई थी) स्वयं बनाया तथा उसका उपयोग उन्होंने अपने कई चौंकाने वाले प्रेक्षणों : चंद्रमा के पृष्ठ पर पर्वत तथा गर्त; सूर्य पर काले धब्बे; बृहस्पति के उपग्रह तथा शुक्र की कलाओं के लिए किया।
- अपने वैज्ञानिक तर्क की अति उत्तम रचना 'डायलॉग ऑन दि टू चीफ वर्ल्ड सिस्टम्स' में गैलीलियो ने कॉपरनिकस द्वारा प्रस्तावित सौर परिवार के 'सूर्य केंद्रीय सिद्धांत' का समर्थन किया और अंततः इसी सिद्धांत को सार्वजनिक मान्यता प्राप्त हुई।
- विज्ञान का अर्थ भौतिक राशियों की माप और उनके बीच गणितीय संबंधों की खोज बन गया था। उनकी इसी विलक्षण योग्यता के कारण ही गैलीलियो को आधुनिक विज्ञान का जनक माना जाता है।

☞ गुरुत्व हर स्थान पर है। विशेष रूप से, पार्थिव परिघटनाओं में, पृथ्वी पर स्थित सभी वस्तुएं पृथ्वी के गुरुत्वाकर्षण का अनुभव करती हैं। गतिशील वस्तुएं सदैव ही घर्षण बल, श्यान कर्षण आदि का अनुभव करती हैं।

☞ **न्यूटन का गति का द्वितीय नियम-** गति का प्रथम नियम उस साधारण प्रकरण से संबंध रखता है, जिसमें किसी पिण्ड पर नेट बाह्य बल शून्य है। गति का द्वितीय नियम उन व्यापक स्थितियों से संबंध रखता है, जिनमें पिण्ड पर कोई नेट बाह्य बल लग रहा हो। यह नियम नेट बाह्य बल और पिण्ड के त्वरण में संबंध दर्शाता है।

☞ **संवेग-** किसी पिण्ड के संवेग को उसकी संहति m तथा वेग v के गुणनफल द्वारा पारिभाषित किया जाता है। इसे p द्वारा निर्दिष्ट किया जाता है-

$$p = mv$$

☞ संवेग एक सदिश राशि है।

☞ बल केवल संवेग परिवर्तन पर ही निर्भर नहीं करता, वरन वह इस बात पर भी निर्भर करता है कि यह परिवर्तन कितनी तीव्रता से किया जाता है। एक अभ्यस्त खिलाड़ी गेंद लपकते समय अपने हाथों को पीछे की ओर खींचता है, जिससे गेंद को रोकने में अधिक समय लगता है, जिसके लिए अपेक्षाकृत कम बल की आवश्यकता होती है।

☞ किसी पिण्ड के संवेग परिवर्तन की दर आरोपित बल के अनुक्रमानुपाती होती है तथा उसी दिशा में होती है, जिस दिशा में बल कार्य करता है।

☞ **आवेग-**बल तथा समय का गुणनफल, जो कि पिण्ड का संवेग परिवर्तन है, एक मापने योग्य राशि है। इस गुणनफल को आवेग कहते हैं।

आवेग = बल × समयावधि

= संवेग में परिवर्तन

☞ **न्यूटन का गति का तृतीय नियम-**प्रत्येक क्रिया की सदैव समान एवं विपरीत दिशा में प्रतिक्रिया होती है।

आइजक न्यूटन (1642-1727)

- आइजक न्यूटन का जन्म 1642 ई. में इंग्लैंड के वूल्सथॉर्पे नामक शहर में हुआ।
- न्यूटन ने ''दि प्रिंसीपिया मैथेमेटिका'' नामक महान ग्रंथ की रचना की, जो किसी भी काल में रचे गए महानतम ग्रंथों में से एक मानी जाती है। इसी ग्रंथ में उन्होंने गति के तीनों नियमों तथा गुरुत्वाकर्षण के सार्वत्रिक नियम का प्रतिपादन किया है, जो केप्लर के ग्रह गति के तीनों नियमों की विधिवत व्याख्या करते हैं।

☞ **संवेग संरक्षण-** न्यूटन के गति के द्वितीय तथा तृतीय नियम एक अत्यंत महत्वपूर्ण परिणाम- संवेग-संरक्षण नियम है।

☞ **इस नियम के अनुसार,** अन्योन्य क्रिया करने वाले कणों के किसी वियुक्त निकाय का कुल संवेग संरक्षित रहता है।

☞ **किसी कण की साम्यावस्था-** यांत्रिकी में किसी कण की साम्यावस्था का उल्लेख उन स्थितियों के लिए किया जाता है, जिनमें कण पर नेट बाह्य बल शून्य हो।

☞ **घर्षण-** घर्षण बल दो संपर्क पृष्ठों के बीच आपेक्षिक गति (समुपस्थित अथवा वास्तविक) का विरोध करता है। यह संपर्क बल का संपर्क पृष्ठों के अनुदिश घटक है। स्थैतिक घर्षण f_s समुपस्थित आपेक्ष गति का विरोध करता है; गतिज घर्षण f_k वास्तविक आपेक्ष गति का विरोध करता है। घर्षण बल संपर्क पृष्ठों के क्षेत्रफल पर निर्भर नहीं करते तथा निम्नलिखित सन्निकट नियम की तुष्टि करते हैं-

$$f_s \le (f_s)_{\text{अधिकतम}} = \mu_s R$$

$$f_k = m_k R$$

☞ μ_s (स्थैतिक घर्षण गुणांक) तथा μ_k (गतिज घर्षण गुणांक) संपर्क पृष्ठों के युगल के अभिलक्षणों के स्थिरांक हैं। प्रयोगों द्वारा यह पाया गया है कि μ_k, μ_s से तुलना में बहुत कम होता है।

राशि	प्रतीक	मात्रक	विमाएं	टिप्पणी
संवेग	P	kg m s^{-1} अथवा N s	[MLT^{-1}]	सदिश
बल	F	N	[MLT^{-2}]	F = m a द्वितीय नियम
आवेग		kg m s^{-1} अथवा N s	[MLT^{-1}]	आवेग = बल समय = संवेग परिवर्तन
स्थैतिक घर्षण	f_s	N	[MLT^{-2}]	$f_s \le \mu_s N$
गतिज घर्षण	f_k	N	[MLT^{-2}]	$f_k = \mu_k N$

कार्य, ऊर्जा और शक्ति
(Work, Energy and Power)

- ☞ विस्थापन, वेग, त्वरण, बल आदि सदिश राशियां हैं।
- ☞ कार्य, बल और उसके द्वारा वस्तु के विस्थापन से संबंधित होता है।
- ☞ किसी वस्तु पर बल लगाकर उस वस्तु को एक स्थान से दूसरे स्थान तक विस्थापित करना ही कार्य है अर्थात किसी बल द्वारा किया गया कार्य 'बल के विस्थापन की दिशा के अनुदिश घटक और विस्थापन के परिमाण के गुणनफल' के रूप में परिभाषित किया जाता है।

  अतः $W = (F \cos \theta)\, d = F \cdot d$
- ☞ यदि वस्तु का विस्थापन शून्य है, तो बल का परिमाण कितना ही अधिक क्यों न हो, वस्तु द्वारा किया गया कार्य शून्य होता है।

कार्य/ऊर्जा के वैकल्पिक मात्रक (जूल में)	
अर्ग	10^{-7} J
इलेक्ट्रॉन वोल्ट (eV)	1.6×10^{-19} J
कैलोरी (cal)	4.186 J
किलोवाट-घंटा (k Wh)	3.6×10^{6} J

- ❑ **गतिज ऊर्जा-** यदि किसी पिण्ड का द्रव्यमान m और वेग v है, तो इसकी गतिज ऊर्जा,

$$K = \frac{1}{2} m.v.v = \frac{1}{2} mv^2$$

- ☞ गतिज ऊर्जा एक अदिश राशि है।

विशिष्ट गतिज ऊर्जा			
पिंड	**द्रव्यमान (kg)**	**चाल (ms^{-1})**	**K(J)**
कार	2000	25	6.3×10^{5}
धावक (एथलीट)	70	10	3.5×10^{3}
गोली	5×10^{-2}	200	10^{3}
ऊंचाई से गिरता पत्थर	1	14	10^{2}
अंतिम वेग से गिरती वर्षा की बूंद	3.5×10^{-5}	9	1.4×10^{-3}
वायु का अणु	$\simeq 10^{-26}$	500	$\simeq 10^{-21}$

- ☞ किसी पिण्ड की गतिज ऊर्जा, उस पिण्ड द्वारा किए गए कार्य की माप होती है, जो वह अपनी गति के कारण कर सकता है।
- ☞ तीव्र गति से बहने वाली जल की धारा की गतिज ऊर्जा का उपयोग अनाज पीसने के लिए किया जाता है। पाल जलयान पवन की गतिज ऊर्जा का प्रयोग करते हैं।

- ❑ **स्थितिज ऊर्जा की अभिधारणा-** 'स्थितिज' शब्द किसी कार्य को करने की संभावना या क्षमता को व्यक्त करता है। स्थितिज ऊर्जा की धरणा 'संग्रहित' ऊर्जा से संबंधित है।
- ☞ किसी खिंचे हुए तीर-कमान के तार (डोरी) की ऊर्जा स्थितिज ऊर्जा होती है। जब इसे ढीला छोड़ा जाता है, तो तीर तीव्र चाल से दूर चला जाता है।
- ☞ पृथ्वी को भूपृष्ठ पर भ्रंश रेखाएं संपीडित कमानियों के सदृश होती हैं। उनकी स्थितिज ऊर्जा बहुत अधिक होती है। जब ये भ्रंश रेखाएं फिर से समायोजित हो जाती हैं, तो भूकंप आता है।
- ☞ किसी संरक्षी बल जैसे गुरुत्वाकर्षण बल द्वारा किया गया कार्य पिण्ड की केवल आरंभिक तथा अंतिम स्थिति पर निर्भर करता है।
- ☞ कार्य या गतिज ऊर्जा के सदृश स्थितिज ऊर्जा की विमा $[ML^2T^{-2}]$ और SI मात्रक जूल (J) है।
- ❑ **यांत्रिक ऊर्जा-**संरक्षण नियम के अनुसार, किसी भी निकाय की कुल यांत्रिक ऊर्जा अचर रहती है, यदि उस पर कार्य करने वाले बल संरक्षी हैं।
- ☞ यांत्रिक ऊर्जा को दो भिन्न श्रेणियों में विभाजित किया जा सकता है। पहली गति पर आधारित है अर्थात् गतिज ऊर्जा, और दूसरी संरूपण अथवा स्थिति पर आधारित अर्थात स्थितिज ऊर्जा।
- ☞ ऊर्जा बहुत से रूपों में प्राप्त होती है, जिनको एक रूप से दूसरे रूप में कई विधियों द्वारा रूपांतरित किया जाता है, जो प्रायः हमें भी कभी-कभी स्पष्ट नहीं होते।
- ☞ **ऊष्मा-**घर्षण बल संरक्षी बल नहीं है। लेकिन कार्य, घर्षण बल से संबंधित है।
- ☞ m द्रव्यमान का गुटका रूक्ष क्षैतिज पृष्ठ पर v_0 चाल से फिसलता हुआ x_0 दूरी चलकर रुक जाता है। x_0 पर गतिज घर्षण बल f द्वारा किया गया कार्य $-fx_0$ है। कार्य-ऊर्जा प्रमेय से $\frac{1}{2}mv_0^2 = fx_0$ प्राप्त होता है। यदि हम अपने विषय-क्षेत्र को यांत्रिकी तक ही सीमित रखें तो हम कहेंगे कि गुटके की गतिज ऊर्जा, घर्षण बल के कारण क्षयित हो गई है। मेज और गुटके

का परीक्षण करने पर हमें पता चलेगा कि इनका ताप मामूली-सा बढ़ गया है। घर्षण बल द्वारा किया गया कार्य क्षयित नहीं हुआ है, अपितु ऊष्मीय ऊर्जा के रूप में मेज और गुटके को स्थानांतरित हो गया है, जो गुटके और मेज की आंतरिक ऊर्जा को बढ़ा देता है।

☞ शीतकाल में हम अपनी हथेलियों को आपस में जोर से रगड़कर ऊष्मा उत्पन्न करते हैं।

☞ ऊष्मीय ऊर्जा के स्थानांतरण की परिमाणात्मक धारणा इस लक्षण से प्राप्त की जा सकती है कि 1 kg जल 10° C ठंडा होने पर 42000 J ऊर्जा मुक्त करता है।

❑ **रासायनिक ऊर्जा**- मानव जाति ने महानतम तकनीकी सफलता प्राप्त की, जब यह पता लगा कि अग्नि को कैसे प्रज्वलित और नियंत्रित किया जाता है।

☞ दो फ्लिन्ट पत्थरों को आपस में रगड़ना (यांत्रिक ऊर्जा), उन्हें गर्म होने देना और पत्तियों के ढेर को सुलगाना (रासायनिक ऊर्जा) सीखा जिसके कारण हम सतत ऊष्मा प्राप्त कर पाए।

☞ माचिस की एक तीली जब विशेष रूप से तैयार की गई रासायनिक सतह पर रगड़ी जाती है, तो एक चमकीली ज्वाला के रूप में प्रज्वलित होती है।

☞ रासायनिक ऊर्जा, रासायनिक अभिक्रिया में भाग लेने वाले अणुओं की भिन्न-भिन्न बंधन ऊर्जाओं के कारण उत्पन्न होती है।

☞ एक स्थिर रासायनिक यौगिक की ऊर्जा इसके पृथक-पृथक अंशों की अपेक्षा कम होती है।

☞ रासायनिक अभिक्रिया मुख्यतः परमाणुओं की पुनः व्यवस्था है।

☞ रासायनिक ऊर्जा उन बलों से संबंधित होती है, जो पदार्थों को स्थायित्व प्रदान करते हैं। ये बल परमाणुओं को अणुओं में और अणुओं को पॉलिमेरिक शृंखला इत्यादि में बांध देते हैं।

☞ कोयला, कुकिंग गैस, लकड़ी और पेट्रोलियम के दहन से उत्पन्न रासायनिक ऊर्जा हमारे दैनिक अस्तित्व के लिए अनिवार्य है।

☞ **द्रव्यमान ऊर्जा तुल्यता**-द्रव्यमान और ऊर्जा एक-दूसरे के तुल्य होते हैं और निम्नलिखित समीकरण द्वारा संबंधित होते हैं-

$$E = mc^2$$

❑ **नाभिकीय ऊर्जा**- मानव जाति द्वारा निर्मित अत्यंत विनाशकारी नाभिकीय आयुध, विखंडन एवं संलयन बम उपरोक्त तुल्यता संबंध की अभिव्यक्ति है, वहीं दूसरी ओर सूर्य द्वारा उत्पादित जीवन-पोषण करने वाली ऊर्जा की व्याख्या भी उपरोक्त समीकरण पर ही आधारित है। इसमें हाइड्रोजन के चार हल्के नाभिकों के संलयन द्वारा एक हीलियम नाभिक बनता है, जिसका द्रव्यमान हाइड्रोजन के चारों नाभिकों के कुल द्रव्यमानों से कम होता है।

☞ विखंडन में एक भारी अस्थाई नाभिक, जैसे यूरेनियम ($^{235}_{92}U$), एक न्यूट्रॉन की बमबारी द्वारा हल्के नाभिकों में विभक्त हो जाता है। इस प्रक्रम में भी अंतिम द्रव्यमान, आरंभिक द्रव्यमान से कम होता है और यह द्रव्यमान-क्षति ऊर्जा में रूपांतरित हो जाती है। इस ऊर्जा का उपयोग नियंत्रित नाभिकीय विखंडन अभिक्रिया पर आधारित नाभिकीय शक्ति संयंत्रों द्वारा विद्युत ऊर्जा उपलब्ध कराने में किया जाता है। वहीं दूसरी ओर, इसे अनियंत्रित नाभिकीय विखंडन अभिक्रिया पर आधरित विनाशकारी नाभिकीय आयुधों के निर्माण में भी प्रयोग किया जा सकता है।

विभिन्न परिघटनाओं से संबद्ध सन्निकट ऊर्जा

वर्णन	ऊर्जा (J)
बिग-बैंग से निर्मुक्त ऊर्जा	10^{68}
आकाशगंगा द्वारा अपने जीवन काल में उत्सर्जित रेडियो ऊर्जा	10^{55}
आकाशगंगा की घूर्णन ऊर्जा	10^{52}
सुपरनोवा विस्फोटन में निर्मुक्त ऊर्जा	10^{44}
महासागर की हाइड्रोजन के संलयन में निर्मुक्त ऊर्जा	10^{34}
पृथ्वी की घूर्णन ऊर्जा	10^{29}
पृथ्वी पर आपतित वार्षिक सौर ऊर्जा	5×10^{24}
पृथ्वी के पृष्ठ के निकट वार्षिक पवन ऊर्जा क्षय	10^{22}
मानव द्वारा विश्व में प्रयोग की गई वार्षिक ऊर्जा	3×10^{20}
ज्वार-भाटा द्वारा वार्षिक ऊर्जा क्षय	10^{20}
15 मेगाटन संलयन बम द्वारा निर्मुक्त ऊर्जा	10^{17}
किसी बड़े विद्युत उत्पादक संयंत्र की निर्गत ऊर्जा	10^{16}
तड़ित झंझा की ऊर्जा	10^{15}
1000 kg कोयले के दहन से निर्मुक्त ऊर्जा	3×10^{10}
किसी बड़े जेट विमान की गतिज ऊर्जा	10^{9}
1 लीटर गैसोलिन के दहन से निर्मुक्त ऊर्जा	3×10^{7}
किसी वयस्क मानव की दैनिक खाद्य ग्रहण क्षमता	10^{7}
मानव-हृदय द्वारा प्रति स्पंदन किया गया कार्य	0.5
किसी पुस्तक के पृष्ठ को पलटने में किया गया कार्य	10^{-3}
पिस्सु का फुदकना (फ्ली हॉप)	10^{-7}
किसी न्यूरान (तंत्रि कोशिका) विसर्जन में आवश्यक ऊर्जा	10^{-10}
किसी नाभिक में प्रोटॉन की विशिष्ट ऊर्जा	10^{-13}
किसी परमाणु में इलेक्ट्रॉन की विशिष्ट ऊर्जा	10^{-18}
डी.एन.ए. के एक आबंध को तोड़ने के लिए आवश्यक ऊर्जा	10^{-20}

- **ऊर्जा-संरक्षण का सिद्धांत**- किसी भी निकाय की कुल यांत्रिक ऊर्जा संरक्षित रहती है, यदि इस पर कार्य करने वाले बल संरक्षी हैं। यदि कार्यरत कुछ बल असंरक्षी हैं, तो यांत्रिक ऊर्जा का कुछ अंश दूसरे रूपों; जैसे-ऊष्मा, प्रकाश और ध्वनि ऊर्जाओं में रूपांतरित हो जाता है।
- ऊर्जा एक रूप से दूसरे रूप में रूपांतरित हो सकती है, परंतु किसी विलगित निकाय की कुल ऊर्जा नियत रहती है। ऊर्जा न तो उत्पन्न की जा सकती है और न ही नष्ट।
- कार्य और ऊर्जा की भांति शक्ति भी एक अदिश राशि है। इसका SI मात्राक वॉट (W) और विमा $[ML^2T^{-3}]$ है। 1W का मान $1Js^{-1}$ के बराबर होता है।
- शक्ति का बहुत पुराना मात्रक अश्व शक्ति है।

  1 अश्व शक्ति (hp) = 746W

गतिशील न्यूट्रॉनों का मंदन

किसी नाभिकीय रिएक्टर में तीव्रगामी न्यूट्रॉन (विशिष्ट रूप से वेग $10^7 ms^{-1}$) को $10^3 ms^{-1}$ के वेग तक मंदित कर दिया जाना चाहिए ताकि नाभिकीय विखंडन अभिक्रिया में न्यूट्रॉन की यूरेनियम के समस्थानिक $^{235}_{92}U$ से अन्योन्यक्रिया करने की प्रायिकता उच्च हो जाए। सिद्ध कीजिए कि न्यूट्रॉन एक हल्के नाभिक, जैसे ड्यूटीरियम या कार्बन जिसका द्रव्यमान न्यूट्रॉन के द्रव्यमान का मात्र कुछ गुना है, से प्रत्यास्थ संघट्ट करने में अपनी अधिकांश गतिज ऊर्जा की क्षति कर देता है। ऐसे पदार्थ प्रायः भारी जल (D_2O) अथवा ग्रेफाइट, जो न्यूट्रॉनों की गति को मंद कर देते हैं, 'मंदक' कहलाते हैं।

- कार्य-ऊर्जा प्रमेय के अनुसार, किसी पिण्ड की गतिज ऊर्जा में परिवर्तन उस पर आरोपित कुल बल द्वारा किया गया कार्य है। $K_f - K_t = W_{net}$
- कोई बल संरक्षी कहलाता है, यदि (i) उसके द्वारा किसी पिंड पर किया गया कार्य पथ पर निर्भर न करके केवल सिरे के बिंदुओं $\{x_i, x_j\}$ पर निर्भर करता है, अथवा (ii) बल द्वारा किया गया कार्य शून्य होता है, जब पिण्ड के लिए जो स्वेच्छा से किसी ऐसे बंद पथ में स्वतः अपनी प्रारंभिक स्थिति पर वापस आ जाता है।
- एकविमीय संरक्षी बल के लिए हम स्थितिज ऊर्जा फलन $V(x)$ को इस प्रकार परिभाषित कर सकते हैं।

$$F(x) = -\frac{dV(X)}{dx}$$

अथवा $$V_i - V_f = \int_{x_i}^{xf} F(x)dx$$

- यांत्रिक ऊर्जा-संरक्षण के सिद्धांत के अनुसार, यदि किसी पिण्ड पर कार्यरत बल संरक्षी हैं, तो पिण्ड की कुल यांत्रिक ऊर्जा अचर रहती हैं।
- m द्रव्यमान के किसी कण की पृथ्वी की सतह से x ऊंचाई पर गुरुत्वीय स्थितिज ऊर्जा $V(X) = mgx$ होती है, जहां ऊंचाई के साथ g के मान में परिवर्तन उपेक्षणीय है।
- k बल-नियतांक वाले स्प्रिंग, जिसमें खिंचाव x है, की प्रत्यास्थ स्थितिज ऊर्जा होती है।

$$V(x) = \frac{1}{2}kx^2$$

- दो सदिशों के अदिश अथवा बिंदु गुणनफल को हम A.B लिखते हैं (इसे A डॉट B के रूप में पढ़ते हैं) A.B एक अदिश राशि है, जिसका मान AB cos θ होता है। θ सदिशों A व B के बीच का कोण है। A.B का मान चूंकि θ पर निर्भर करता है, इसलिए यह धनात्मक, ऋणात्मक अथवा शून्य हो सकता है। दो सदिशों के अदिश गुणनफल की व्याख्या एक सदिश के परिमाण तथा दूसरे सदिश के पहले घटक के अनुदिश घटक के गुणनफल के रूप में भी कर सकते हैं। एकांक सदिशों $\hat{i}, \hat{j}$ व $\hat{k}$ के लिए हमें निम्नलिखित तथ्य याद रखने चाहिए।

$$\hat{i}.\hat{i} = \hat{j}.\hat{j} = \hat{k}.\hat{k} = 1$$

तथा $$\hat{i}.\hat{j} = \hat{j}.\hat{k} = \hat{k}.\hat{k} = 0$$

अदिश गुणनफल क्रम-विनिमेय तथा वितरण नियमों का पालन करते हैं।

भौतिक राशि	प्रतीक	विमा	मात्राक	टिप्पणी
कार्य	W	$[M L^2T^{-2}]$	J	$W = F.d$
गतिज ऊर्जा	K	$[M L^2T^{-2}]$	J	$K = \frac{1}{2}mv^2$
स्थितिज ऊर्जा	$V(x)$	$[M L^2T^{-2}]$	J	$F(x) = -\frac{dV(x)}{dx}$
यांत्रिक ऊर्जा	E	$[M L^2T^{-2}]$	J	$E = K + V$
स्प्रिंग नियतांक	k	$[M T^{-2}]$	NW^{-1}	$F = -Kx$
शक्ति	P	$[M L^2T^{-3}]$	W	$V(x) = \frac{1}{2}Kx^2$ $P = F.v$ $P = \frac{dW}{dt}$

गुरुत्वाकर्षण (Gravitation)

- इटली के भौतिक विज्ञानी गैलीलियो (1564-1642) ने इस तथ्य को मान्यता प्रदान की कि सभी पिण्ड, चाहे उनके द्रव्यमान कुछ भी हों, एकसमान त्वरण से पृथ्वी की ओर त्वरित होते हैं।
- प्राचीन काल से पिण्डों में कुछ अधिक रोचक पिण्ड भी देखे गए, जिन्हें ग्रह कहते हैं, और जो तारों की पृष्ठभूमि में नियमित गति करते प्रतीत होते हैं।
- ग्रहीय गतियों के सबसे प्राचीन प्रमाणित मॉडल को अब से लगभग 2000 वर्ष पूर्व टॉलमी ने प्रस्तावित किया था।
- यह 'भूकेंद्री' मॉडल था, जिसके अनुसार सभी आकाशीय पिण्ड तारे, सूर्य तथा ग्रह पृथ्वी की परिक्रमा करते हैं। इस मॉडल की धारणा के अनुसार, आकाशीय पिण्डों की संभावित गति केवल वृत्तीय गति ही हो सकती थी।
- ग्रहों की प्रेक्षित गतियों का वर्णन करने के लिए टॉलमी ने गतियों के जिस विन्यास को प्रतिपादित किया वह बहुत जटिल था।
- इसके अनुसार, ग्रहों को वृत्तों में परिक्रमा करने वाला तथा इन वृत्तों के केंद्रों को स्वयं एक बड़े वृत्त में गतिशील बताया गया था। लगभग 400 वर्ष के पश्चात भारतीय खगोलज्ञों ने भी इसी प्रकार के सिद्धांत प्रतिपादित किए।
- आर्यभट्ट (5वीं शताब्दी में) ने पहले से ही अपने शोध प्रबंध में एक अधिक परिष्कृत मॉडल का वर्णन किया था, जिसे सूर्य केंद्री मॉडल कहते हैं। जिसके अनुसार, सूर्य को सभी ग्रहों की गतियों का केंद्र माना गया है।
- एक हजार वर्ष के पश्चात पोलैण्ड के एक ईसाई भिक्षु, जिनका नाम निकोलस कोपरनिकस (1473-1543) था, ने एक पूर्ण विकसित मॉडल प्रस्तावित किया जिसके अनुसार सभी ग्रह, केंद्रीय स्थान पर स्थित स्थिर सूर्य, के परितः वृत्तों में परिक्रमा करते हैं।
- जोहान्नेस केप्लर (1571-1630) द्वारा तीन परिष्कृत नियमों द्वारा प्रतिपादित किया, जिन्हें अब केप्लर के नियमों के नाम से जाना जाता है।

केप्लर के नियम

- **कक्षाओं का नियम** : सभी ग्रह दीर्घवृत्तीय कक्षाओं में गति करते हैं तथा सूर्य इसकी, एक नाभि पर स्थित होता है।
- **क्षेत्रफलों का नियम** : सूर्य से किसी ग्रह को मिलाने वाली रेखा समान समय अंतरालों में समान क्षेत्रफल प्रसर्प करती है। यह नियम इस प्रेक्षण से प्रकट होता है कि ग्रह उस समय धीमी गति करते प्रतीत होते हैं, जब वे सूर्य से अधिक दूरी पर होते हैं। सूर्य के निकट होने पर ग्रहों की गति अपेक्षाकृत तीव्र होती है।
- **आवर्त कालों का नियम**- किसी ग्रह के परिक्रमण काल का वर्ग उस ग्रह द्वारा अनुरेखित दीर्घवृत्त के अर्ध-दीर्घ अक्ष के घन के अनुक्रमानुपाती होता है।
- नीचे दिए गए ग्रहीय गतियों की माप के आंकड़े केप्लर के आवर्त कालों के नियम की पुष्टि करते हैं।

  a = अर्ध-दीर्घ अक्ष 10^{10} m के मात्रकों में

  T = ग्रह का परिक्रमण-काल वर्षों (y) में

  q = भागफल (T^2 / a^3)

  10^{-34} y^2 m^3 मात्रकों में

ग्रह	a	T	Q
बुध	5.79	0.24	2.95
शुक्र	10.8	0.615	3.00
पृथ्वी	15.0	1	2.96
मंगल	22.8	1.88	2.98
बृहस्पति	77.8	11.9	3.01
शनि	143	29.5	2.98
यूरेनस	287	84	2.98
नेप्चयून	450	165	2.99
प्लूटो	590	248	2.99

जोहान्नेस केप्लर (1571- 1630)

जर्मन मूल के वैज्ञानिक थे। उन्होंने टायको ब्रेह और उनके सहयोगियों द्वारा बहुत परिश्रमपूर्वक लिए गए प्रेक्षणों के आधार पर ग्रहों की गति के तीन नियमों का प्रतिपादन किया। केप्लर स्वयं ब्रेह के सहायक थे और उनको ग्रहों के तीन नियमों तक पहुंचने में 16 वर्षों का लंबा समय लगा। वह पहले व्यक्ति थे, जिन्होंने यह बताया कि दूरदर्शी में प्रवेश करने पर प्रकाश का क्या होता है। इसलिए, वह ज्यामितीय प्रकाशिकी के संस्थापक के रूप में भी जाने जाते हैं।

- इस विश्व में प्रत्येक पिण्ड हर दूसरे पिण्ड को एक बल द्वारा आकर्षित करता है, जिसका परिमाण दोनों पिण्डों के द्रव्यमानों के गुणनफल के अनुक्रमानुपाती तथा उनके बीच की दूरी के वर्ग के व्युत्क्रमानुपाती होता है।
- यह उद्धरण तत्वतः न्यूटन के प्रसिद्ध शोध प्रबंध ''प्राकृतिक दर्शन के गणितीय सिद्धांत'' (Mathematical Principles of Natural Philosophy) जिसे संक्षेप में प्रिंसिपिया (Principia) कहते हैं, से प्राप्त होता है।