विमीय समानता का सिद्धांत (Principle of Homogeneity) विस्तार से समझाएं।

विमीय समानता का सिद्धांत (Principle of Homogeneity) भौतिकी का एक मौलिक नियम है जो किसी भी भौतिक समीकरण की शुद्धता और उसकी संरचना को समझने में मदद करता है। स्रोतों के अनुसार, इसके मुख्य पहलू निम्नलिखित हैं:

सिद्धांत का मुख्य कथन

इस सिद्धांत के अनुसार, किसी भी सही भौतिक समीकरण के **दाएं पक्ष (RHS) और बाएं पक्ष (LHS) की विमाएं हमेशा एक समान** होनी चाहिए। सरल शब्दों में, यह विमाओं की समानता को दर्शाता है।

प्रमुख नियम

इस सिद्धांत के अंतर्गत दो महत्वपूर्ण बातें बताई गई हैं:

1. **दोनों पक्षों की समानता:** समीकरण के दोनों ओर के विमीय सूत्र बराबर होने चाहिए।
2. **पदों के जुड़ने और घटने का नियम:** यदि किसी समीकरण में कई पद हैं, तो **केवल समान विमा वाले पदों को ही आपस में जोड़ा या घटाया जा सकता है**। प्रत्येक जुड़ने वाले और घटने वाले पद की विमाएं भी आपस में समान होनी चाहिए।

मुख्य उपयोग (Applications)

इस सिद्धांत से तीन तरह के महत्वपूर्ण कार्य किए जा सकते हैं:

- **समीकरण की सत्यता की जांच:** किसी भी दिए गए सूत्र की जांच करना कि वह सही है या गलत। जैसे $v^2=u^2+2as$ में तीनों पदों की विमाएं $[L^2T^{-2}]$ आती हैं, जिससे यह सही सिद्ध होता है।
- **भौतिक राशियों में संबंध स्थापित करना:** यदि यह पता हो कि कोई राशि किन-किन अन्य राशियों पर निर्भर करती है, तो उनके बीच सूत्र या व्यंजक स्थापित किया जा सकता है।
- **मात्रक पद्धति में परिवर्तन:** विमीय विधि का उपयोग करके संख्यात्मक मान को एक सिस्टम (जैसे MKS) से दूसरे सिस्टम (जैसे CGS) में बदला जा सकता है।

सिद्धांत की सीमाएं (Limitations)

यद्यपि यह सिद्धांत अत्यंत उपयोगी है, लेकिन इसकी कुछ सीमाएं भी हैं:

- यह **लघुगणकीय (Log), त्रिकोणमितीय और घातांक (Exponential)** समीकरणों पर काम नहीं करता है।
- यह **इकाई रहित नियतांकों (जैसे $k,\pi,2\pi$)** के मान के बारे में कोई जानकारी नहीं देता है।
- विमीय विश्लेषण से प्राप्त सूत्र कभी-कभी **पूर्ण नहीं होते**, क्योंकि यह नियतांकों को डिस्क्राइब नहीं कर पाता

1 न्यूटन को 10^5 डाइन में बदलने की प्रक्रिया क्या है?

विमीय विधि (Dimensional Method) का उपयोग करके **1 न्यूटन को** 10^5 **डाइन** में बदलने की प्रक्रिया निम्नलिखित चरणों में पूरी की जाती है:

1. **मूल सिद्धांत:** किसी भौतिक राशि का परिमाण अलग-अलग मात्रक पद्धतियों में समान रहता है, जिसे सूत्र $n_1 u_1 = n_2 u_2$ से व्यक्त किया जाता है। यहाँ n संख्यात्मक मान है और u मात्रक है।
2. **भौतिक राशि की पहचान और विमा:** न्यूटन और डाइन **बल (Force)** के मात्रक हैं। बल का विमीय सूत्र $[M^1 L^1 T^{-2}]$ होता है। यहाँ विमाएँ $a=1, b=1, c=-2$ हैं।
3. **पद्धतियों का निर्धारण:**
   - **पहली पद्धति (MKS):** इसमें द्रव्यमान M_1=kg, लंबाई L_1=meter, और समय T_1=second है। यहाँ $n_1=1$ (1 न्यूटन) है।
   - **दूसरी पद्धति (CGS):** इसमें द्रव्यमान M_2=gram, लंबाई L_2=centimeter, और समय T_2=second है। हमें यहाँ n_2 (डाइन का मान) ज्ञात करना है।
4. **सूत्र का अनुप्रयोग:** रूपांतरण के लिए निम्नलिखित सूत्र का उपयोग किया जाता है: $n_2 = n_1 [M_2/M_1]^a [L_2/L_1]^b [T_2/T_1]^c$
5. **गणना की प्रक्रिया:**
   - मान रखने पर: $n_2 = 1[1\text{ g}/1\text{ kg}]^1 [1\text{ cm}/1\text{ m}]^1 [1\text{ s}/1\text{ s}]^{-2}$
   - इकाइयों को समान करने पर: 1 kg=1000 g (10^3) और 1 m=100 cm (10^2) होते हैं।
   - $n_2 = 1 \times [10^3]^1 \times [10^2]^{1 \times -2}$
   - $n_2 = 10^3 \times 10^2 = 10^5$

निष्कर्ष: इस प्रकार यह सिद्ध होता है कि **1 न्यूटन =** 10^5 **डाइन** होता है।

सात मूल राशियां और उनके SI मात्रक कौन से हैं?

स्रोतों के अनुसार, भौतिकी में कुल **सात मूल राशियां (Fundamental Quantities)** हैं, जो एक-दूसरे से पूर्णतः स्वतंत्र होती हैं। इनके नाम और इनके **SI मात्रक (Units)** निम्नलिखित हैं:

1. **लंबाई (Length):** इसका SI मात्रक **मीटर (m)** है।
2. **द्रव्यमान (Mass):** इसका SI मात्रक **किलोग्राम (kg)** है।
3. **समय (Time):** इसका SI मात्रक **सेकंड (s)** है।
4. **तापमान (Temperature):** इसका SI मात्रक **केल्विन (K)** है।
5. **विद्युत धारा (Electric Current):** इसका SI मात्रक **एम्पियर (A)** है।
6. **ज्योति तीव्रता (Luminous Intensity):** इसका SI मात्रक **कैंडेला (cd)** है।
7. **पदार्थ की मात्रा (Amount of substance):** इसका SI मात्रक **मोल (mol)** है।

इन मूल राशियों को मापने के लिए उपयोग किए जाने वाले इन मात्रकों को **मूल मात्रक** कहा जाता है, और ये मात्रक भी एक-दूसरे से स्वतंत्र होते हैं। इसके अतिरिक्त, दो **पूरक राशियां (Supplementary Quantities)** भी होती हैं: समतल कोण (मात्रक: रेडियन) और घन कोण (मात्रक: स्टेरेडियन)।

विमीय विश्लेषण की सीमाओं (Limitations) के बारे में विस्तार से बताएं।

स्रोतों के अनुसार, विमीय विश्लेषण (Dimensional Analysis) की मुख्य सीमाएं (Limitations) निम्नलिखित हैं:

• **इकाई रहित नियतांकों की जानकारी का अभाव:** यह विधि **इकाई रहित नियतांकों** (Dimensionless Constants) जैसे $k, \pi, 2\pi$ आदि के संख्यात्मक मान के बारे में कोई जानकारी नहीं देती है। विमीय विधि से सूत्र स्थापित करते समय केवल एक नियतांक k रख दिया जाता है, लेकिन उसका वास्तविक मान (जैसे 2π) इस सिद्धांत से ज्ञात नहीं किया जा सकता।

• **विशिष्ट फलनों पर लागू न होना:** विमीय विश्लेषण उन समीकरणों पर काम नहीं करता जिनमें **लघुगणकीय (Logarithmic)**, **त्रिकोणमितीय (Trigonometric)**, या **घातांक (Exponential)** पद शामिल होते हैं। इन फलनों वाली समीकरणों के लिए इस सिद्धांत के अंतर्गत कोई व्यवस्था नहीं है।

• **पूर्ण सूत्र प्राप्त न होना:** इस पद्धति के माध्यम से किसी भी भौतिक राशि का **पूर्ण सूत्र प्राप्त नहीं किया जा सकता**। यदि किसी सूत्र में कोई नियतांक शामिल है, तो विमीय विश्लेषण उस नियतांक को डिस्क्राइब नहीं कर पाता, जिससे प्राप्त सूत्र अधूरा रहता है।

• **केवल निर्भरता दर्शाना:** यह विधि केवल यह बता सकती है कि कौन सी भौतिक राशियां **एक-दूसरे पर निर्भर** हैं, लेकिन यह उन राशियों के बीच के सटीक और पूर्ण गणितीय संबंध (जैसे नियतांकों के साथ) को पूरी तरह स्पष्ट नहीं करती।

• **घातांक समीकरणों की समस्या:** ऐसे समीकरण जिनमें **घात (Power)** के रूप में राशियां दी गई होती हैं, वहां भी विमीय विश्लेषण प्रभावी रूप से काम नहीं करता और घातों के बारे में विस्तृत जानकारी नहीं देता

मूल राशियाँ और व्युत्पन्न राशियों के बीच प्रमुख अंतर स्पष्ट करें।

स्रोतों के आधार पर, मूल राशियों (Fundamental Quantities) और व्युत्पन्न राशियों (Derived Quantities) के बीच प्रमुख अंतर निम्नलिखित हैं:

अंतर का आधार	मूल राशियाँ (Fundamental Quantities)	व्युत्पन्न राशियाँ (Derived Quantities)
परिभाषा	ये वे राशियाँ हैं जिन्हें किसी अन्य राशि की मदद से नहीं निकाला जा सकता है।	ये वे राशियाँ हैं जो मूल राशियों से मिलकर बनी होती हैं।
स्वतंत्रता	ये राशियाँ पूर्णतः **स्वतंत्र** होती हैं और एक-दूसरे पर निर्भर नहीं करतीं।	ये राशियाँ स्वतंत्र नहीं होतीं; इन्हें व्यक्त करने के लिए मूल राशियों की आवश्यकता होती है।
आधार	ये भौतिकी का **आधार (Base)** होती हैं जिनसे अन्य राशियाँ बनती हैं।	ये आधार राशियों से निकाली या व्युत्पन्न की जाती हैं।
संख्या	इनकी कुल संख्या **सात (7)** है।	इनकी संख्या बहुत अधिक है; मूल और पूरक राशियों के अलावा अन्य सभी राशियाँ व्युत्पन्न हैं।
उदाहरण	लंबाई, द्रव्यमान, समय, ताप, विद्युत धारा, ज्योति तीव्रता और पदार्थ की मात्रा।	वेग, त्वरण, बल, क्षेत्रफल, आयतन, घनत्व और संवेग।

मुख्य बिंदु:

• **मूल राशियाँ** अपने आप में स्वतंत्र होती हैं और उनके मात्रक भी स्वतंत्र होते हैं।

• **व्युत्पन्न राशियों** के मापन के लिए मूल राशियों का उपयोग अनिवार्य है। उदाहरण के लिए, वेग को व्यक्त करने के लिए लंबाई और समय जैसी मूल राशियों की आवश्यकता होती है क्योंकि वेग का सूत्र 'विस्थापन/समय' है।

• मूल राशियों से ही भौतिकी की अन्य सभी चीजों का निर्माण होता है; यदि मूल राशियाँ नहीं होंगी तो व्युत्पन्न राशियाँ भी संभव नहीं होंगी।

द्रव्यमान और लंबाई के आधार पर आवर्तकाल (T) का सूत्र कैसे स्थापित करें?

द्रव्यमान (m), लंबाई (l) और गुरुत्वीय त्वरण (g) पर निर्भर करने वाले सरल लोलक के **आवर्तकाल (T) का सूत्र स्थापित करने की प्रक्रिया** विमीय विश्लेषण विधि द्वारा निम्नलिखित चरणों में पूरी की जाती है:

1. **निर्भरता का निर्धारण:** सबसे पहले यह माना जाता है कि आवर्तकाल T, द्रव्यमान की घात a, लंबाई की घात b और गुरुत्वीय त्वरण की घात c पर निर्भर करता है। इसे इस प्रकार लिखा जाता है: $T = k \cdot m^a \cdot l^b \cdot g^c$ यहाँ k एक विमाहीन नियतांक है।
2. **विमीय सूत्र लिखना:** समीकरण के दोनों ओर की राशियों के विमीय सूत्र इस प्रकार हैं:
   - **आवर्तकाल (T):** $[T]$ या मानक रूप में $[M^0L^0T^1]$।
   - **द्रव्यमान (m):** $[M]$।
   - **लंबाई (l):** $[L]$।
   - **गुरुत्वीय त्वरण (g):** $[LT^{-2}]$।
3. **विमीय समानता का सिद्धांत लागू करना:** विमीय समानता के सिद्धांत के अनुसार, दोनों पक्षों की विमाएं समान होनी चाहिए। अतः: $[M^0L^0T^1] = [M]^a \cdot [L]^b \cdot [LT^{-2}]^c$ घातों को संयोजित करने पर: $[M^0L^0T^1] = [M^aL^{b+c}T^{-2c}]$
4. **घातों की तुलना करना:** दोनों पक्षों की तुलना करने पर हमें निम्नलिखित समीकरण प्राप्त होते हैं:
   - M के लिए: $a = 0$
   - L के लिए: $b + c = 0$
   - T के लिए: $-2c = 1 \implies c = -1/2$
   - $b + c = 0$ में c का मान रखने पर: $b - 1/2 = 0 \implies b = 1/2$
5. **अंतिम सूत्र की स्थापना:** इन मानों (a, b, c) को मूल समीकरण में रखने पर: $T = k \cdot m^0 \cdot l^{1/2} \cdot g^{-1/2}$ चूँकि $m^0 = 1$ है, इसका अर्थ है कि **आवर्तकाल द्रव्यमान पर निर्भर नहीं करता**। अंतिम सूत्र प्राप्त होता है: $T = k\sqrt{\frac{l}{g}}$ इस प्रकार, विमीय विधि से यह सिद्ध होता है कि सरल लोलक का आवर्तकाल केवल उसकी लंबाई और गुरुत्वीय त्वरण पर निर्भर करता है, द्रव्यमान पर नहीं।

मात्रक पद्धतियों (Systems of Units) के प्रकार बताइये।

स्रोतों के अनुसार, मापन के लिए मुख्य रूप से चार प्रकार की **मात्रक पद्धतियां (Systems of Units)** उपयोग की जाती हैं। इन पद्धतियों में मुख्य अंतर लंबाई और द्रव्यमान को मापने के तरीकों में होता है, जबकि समय को सभी में 'सेकंड' में ही मापा जाता है।
इन पद्धतियों का विवरण निम्नलिखित है:

1. **CGS पद्धति (Centimeter-Gram-Second System):**
   ◦ इस पद्धति में **लंबाई** को सेंटीमीटर (Centimeter), **द्रव्यमान** को ग्राम (Gram) और **समय** को सेकंड (Second) में मापा जाता है।
   ◦ इसे संक्षेप में CGS कहा जाता है।
2. **FPS पद्धति (Foot-Pound-Second System):**
   ◦ इसे **ब्रिटिश पद्धति (British System)** भी कहा जाता है।
   ◦ इसमें **लंबाई** को फुट (Foot), **द्रव्यमान** को पाउंड (Pound) और **समय** को सेकंड (Second) में मापा जाता है।
3. **MKS पद्धति (Meter-Kilogram-Second System):**
   ◦ इस पद्धति में **लंबाई** को मीटर (Meter), **द्रव्यमान** को किलोग्राम (Kilogram) और **समय** को सेकंड (Second) में मापा जाता है।
   ◦ वर्तमान में यह पद्धति सबसे अधिक उपयोग की जाती है।
4. **SI पद्धति (System of International):**
   ◦ इसे **अंतरराष्ट्रीय पद्धति** कहा जाता है और यह **MKS पद्धति का ही विस्तारित और मानकीकृत रूप** है।
   ◦ इसे **1960** में अपनाया गया था ताकि पूरी दुनिया में मापन की एक समान और वैज्ञानिक प्रणाली हो सके।
   ◦ इसका मुख्य उद्देश्य विज्ञान, तकनीक, व्यापार और शिक्षा में सटीकता और आसान संचार सुनिश्चित करना है।

इंजीनियरिंग और विज्ञान में मापन की क्या आवश्यकता है?

इंजीनियरिंग और विज्ञान में **मापन (Measurement)** की आवश्यकता और महत्व को स्रोतों में निम्नलिखित बिंदुओं के माध्यम से समझाया गया है:

• **गुणवत्ता नियंत्रण (Quality Control):** निर्माण प्रक्रियाओं (Manufacturing processes) में उच्च गुणवत्ता बनाए रखने के लिए मापन अनिवार्य है। यह सुनिश्चित करता है कि तैयार उत्पाद आवश्यक मानकों और नियमों को पूरी तरह पूरा करते हैं।

• **डिजाइन और संरचना (Design and Structure):** किसी भी उत्पाद के विकास और उसकी सटीक संरचना के लिए सटीक मापन बहुत महत्वपूर्ण है। सही मापन के बिना उत्पादों को उनकी विशिष्टताओं (Specifications) के अनुसार सही ढंग से कार्य करने के योग्य नहीं बनाया जा सकता।

• **मानकीकरण (Standardization):** मापन परिणामों की तुलना के लिए एक मानक तरीका प्रदान करता है। इससे वैज्ञानिक प्रयोगों और प्रक्रियाओं में स्थिरता (Stability) आती है और उन्हें बार-बार दोहराना (Repeatability) संभव हो पाता है।

• **संचार (Communication):** मानक मापन वैश्विक स्तर पर वैज्ञानिक और इंजीनियरिंग परिणामों के सटीक और स्पष्ट संचार को संभव बनाते हैं। इसके माध्यम से एक स्थान पर किए गए शोध या डिजाइन को दुनिया के दूसरे हिस्सों में सटीक रूप से समझा और साझा किया जा सकता है।

• **मात्रात्मक विश्लेषण (Quantification):** मापन अवलोकनों (Observations) की मात्रा निर्धारित करने की अनुमति देता है। यह किसी भी वैज्ञानिक प्रयोग के विश्लेषण, तुलना और भविष्य के शोध के लिए आधार प्रदान करता है।

संक्षेप में, इंजीनियरिंग के क्षेत्र में किसी भी तंत्र (Mechanism) को समझने, निर्माण करने या सुधारने के लिए सही **मापतोल** एक बुनियादी आवश्यकता है।

किसी मात्रक को एक पद्धति से दूसरी पद्धति में बदलने की प्रक्रिया समझाइए।

किसी मात्रक को एक पद्धति (System) से दूसरी पद्धति में बदलने की प्रक्रिया **विमीय विश्लेषण (Dimensional Analysis)** पर आधारित है। स्रोतों के अनुसार, इसकी पूरी प्रक्रिया और सिद्धांत निम्नलिखित हैं:

1. मूल सिद्धांत (Basic Principle)

किसी भी भौतिक राशि का परिमाण (Magnitude) हमेशा नियत रहता है, चाहे उसे किसी भी मात्रक प्रणाली में व्यक्त किया जाए। इसे गणितीय रूप में इस प्रकार लिखा जाता है: $n_1u_1=n_2u_2$ यहाँ n_1 और n_2 दो अलग-अलग पद्धतियों में **संख्यात्मक मान (Numerical Values)** हैं, और u_1 व u_2 उनके संबंधित **मात्रक (Units)** हैं।

2. मुख्य सूत्र (The Formula)

रूपांतरण के लिए जिस विमीय सूत्र का उपयोग किया जाता है, वह इस प्रकार है: $n_2=n_1[M_2M_1]^a[L_2L_1]^b[T_2T_1]^c$

यहाँ:

- n_1 = पहली पद्धति में दिया गया मान।
- n_2 = दूसरी पद्धति में ज्ञात किया जाने वाला मान।
- M_1, L_1, T_1 = पहली पद्धति के मूल मात्रक (जैसे kg, m, s)।
- M_2, L_2, T_2 = दूसरी पद्धति के मूल मात्रक (जैसे g, cm, s)।
- a, b, c = उस भौतिक राशि की **विमाएं (Dimensions)** हैं।

3. रूपांतरण की चरणबद्ध प्रक्रिया (Step-by-Step Process)

- **चरण 1 (विमा ज्ञात करना):** सबसे पहले उस भौतिक राशि का विमीय सूत्र ($M^aL^bT^c$) ज्ञात करें जिसे बदलना है। उदाहरण के लिए, यदि बल (Force) को बदलना है, तो इसकी विमाएं $a=1, b=1, c=-2$ होंगी।
- **चरण 2 (पद्धतियों का निर्धारण):** पहली पद्धति (जिसमें मान दिया है) को ऊपर (M_1, L_1, T_1) रखें और दूसरी पद्धति (जिसमें बदलना है) को नीचे (M_2, L_2, T_2) रखें।
- **चरण 3 (मानों को सूत्र में रखना):** n_1 का मान और दोनों पद्धतियों के मात्रकों को सूत्र में रखें।
- **चरण 4 (इकाइयों का मिलान और गणना):** मात्रकों को आपस में काटने के लिए उन्हें एक समान इकाइयों में बदलें (जैसे किलोग्राम को ग्राम में या मीटर को सेंटीमीटर में बदलना)। अंत में गणना करके n_2 का मान प्राप्त करें।

उदाहरण: यदि हमें **1 जूल (MKS)** को **अर्ग (CGS)** में बदलना है, तो हम कार्य की विमा $[ML^2T^{-2}]$ का उपयोग करेंगे और मात्रकों को किलोग्राम से ग्राम व मीटर से सेंटीमीटर में बदलकर गणना करेंगे, जिससे परिणाम 10^7 प्राप्त होगा।

SI और MKS मात्रक पद्धति में क्या अंतर है?

स्रोतों के अनुसार, SI और MKS मात्रक पद्धतियों के बीच प्रमुख अंतर और संबंध निम्नलिखित हैं:

• **मूल संबंध:** SI पद्धति (International System of Units), MKS पद्धति का ही एक **विस्तारित (extended) और मानकीकृत (standardized) रूप** है। MKS प्रणाली को ही बाद में अपग्रेड करके SI पद्धति के रूप में स्वीकार किया गया।

• **परिभाषा और अर्थ: MKS** का अर्थ है **मीटर-किलोग्राम-सेकंड**। यह पद्धति मुख्य रूप से लंबाई को मीटर में, द्रव्यमान को किलोग्राम में और समय को सेकंड में मापने पर केंद्रित है,। वहीं, **SI** का अर्थ 'सिस्टम ऑफ इंटरनेशनल' (अंतरराष्ट्रीय पद्धति) है, जो सभी राष्ट्रों में मान्य है।

• **स्थापना का समय और कारण:** SI पद्धति को आधिकारिक तौर पर **1960** में अपनाया गया था। इसे अपनाने का मुख्य कारण यह था कि अलग-अलग देशों में अलग पद्धतियां होने से वैज्ञानिक शोध और संचार में समस्या आती थी। इसलिए पूरी दुनिया में माप की एक **समान और वैज्ञानिक प्रणाली** सुनिश्चित करने के लिए SI को लागू किया गया,।

• **व्यापकता:** MKS पद्धति की तुलना में SI अधिक विस्तृत है। SI पद्धति का उद्देश्य विज्ञान, तकनीक, व्यापार और शिक्षा में सटीकता लाना और वैश्विक स्तर पर परिणामों के स्पष्ट संचार को संभव बनाना है,। इसमें सात मूल मात्रकों (जैसे केल्विन, एम्पियर, कैंडेला आदि) को मानक के रूप में शामिल किया गया है।

संक्षेप में, SI पद्धति MKS का ही आधुनिक, परिष्कृत और अंतरराष्ट्रीय स्तर पर स्वीकृत संस्करण है

भौतिक विज्ञान और अनुप्रयुक्त भौतिकी (Applied Physics) में क्या अंतर है?

स्रोतों के आधार पर **भौतिक विज्ञान** (Physics) और **अनुप्रयुक्त भौतिकी** (Applied Physics) के बीच मुख्य अंतर उनकी कार्यप्रणाली और उद्देश्यों में है:

• **भौतिक विज्ञान (Physics):** यह विज्ञान की वह शाखा है जिसमें हम अपने आसपास की प्राकृतिक घटनाओं और **प्रकृति के मूल नियमों** (Basic laws of nature) को समझते हैं। यह हमें सिखाती है कि प्रकृति और ब्रह्मांड में चीजें कैसे काम करती हैं और उनके व्यवहार के पीछे का लॉजिक क्या है। इसके अंतर्गत हम **द्रव्यमान, ऊर्जा, गति, बल, ऊष्मा, प्रकाश और विद्युत चुंबकत्व** जैसे मूलभूत सिद्धांतों का अध्ययन करते हैं।

• **अनुप्रयुक्त भौतिकी (Applied Physics):** इसे 'व्यवहारिक भौतिकी' भी कहा जाता है। यह शाखा भौतिकी के सिद्धांतों और नियमों का उपयोग **व्यावहारिक क्षेत्रों** जैसे कि **तकनीकी (Technical), इंजीनियरिंग और वास्तविक जीवन की समस्याओं** को हल करने के लिए करती है।

मुख्य अंतर यह है कि जहाँ भौतिक विज्ञान नियमों के सैद्धांतिक अध्ययन और उनके पीछे की साइंस को समझने पर केंद्रित है, वहीं अनुप्रयुक्त भौतिकी उन नियमों के **तकनीकी अनुप्रयोगों** (Technical Applications) और इंजीनियरिंग समाधानों पर आधारित है।,

भौतिक राशि (Physical Quantity) को कैसे व्यक्त किया जाता है?

स्रोतों के आधार पर, किसी **भौतिक राशि (Physical Quantity)** को पूर्णतः व्यक्त करने के लिए दो मुख्य चीजों की आवश्यकता होती है: **संख्यात्मक मान (Numerical Value)** और उसका **मात्रक (Unit)**,,।
इसे निम्नलिखित तरीके से समझा जा सकता है:
• **प्रतिनिधित्व का सूत्र:** भौतिक राशि को गणितीय रूप में इस प्रकार दर्शाया जाता है: $PQ=n\times u$ यहाँ PQ भौतिक राशि है, n उसका संख्यात्मक मान (संख्या में वह चीज कितनी है) और u उसका मात्रक (जिससे उसे मापा जा रहा है) है,।
• **उदाहरण:** यदि हम लंबाई मापते हैं, तो केवल '5' कहने से काम नहीं चलेगा। जब हम **'5 मीटर'** कहते हैं, तब लंबाई ठीक से पता चलती है। यहाँ '5' संख्यात्मक मान है और 'मीटर' उसका मात्रक है,। इसी प्रकार, द्रव्यमान के लिए '2 किग्रा' या '10 किग्रा' जैसे उदाहरणों में संख्या और मात्रक दोनों का होना अनिवार्य है,।
• **महत्व:** केवल संख्यात्मक मान से भौतिक राशि स्पष्ट नहीं होती; उसके साथ मात्रक का जुड़ा होना उसे पूर्ण बनाता है, तभी उसे सही तरीके से व्यक्त किया जा सकता है,।
संक्षेप में, किसी भी मापने योग्य चीज को जब संख्या और इकाई (मात्रक) के साथ व्यक्त किया जाता है, तो वह **भौतिक राशि** कहलाती है,।

विमीय विश्लेषण और समानता का सिद्धांत

विमीय विश्लेषण (Dimensional Analysis) भौतिक राशियों को उनके मूल आधारों (लंबाई, द्रव्यमान, समय आदि) के पदों में व्यक्त करने की एक पद्धति है। **विमीय सूत्र** वह सूत्र है जो यह दर्शाता है कि किसी भौतिक राशि में कौन-कौन सी मूल राशियाँ और कितनी घातों के साथ शामिल हैं। मुख्य मूल विमाएं **द्रव्यमान के लिए [M], लंबाई के लिए [L], और समय के लिए [T]** उपयोग की जाती हैं।

विमीय समानता का सिद्धांत (Principle of Homogeneity)

यह सिद्धांत भौतिकी का एक अत्यंत महत्वपूर्ण नियम है, जिसके अनुसार:

• **पक्षों की समानता:** किसी भी सही भौतिक समीकरण के **दाएं पक्ष (RHS) और बाएं पक्ष (LHS) की विमाएं हमेशा समान** होनी चाहिए।

• **पदों का संयोजन:** किसी समीकरण में केवल उन्हीं पदों को आपस में **जोड़ा या घटाया** जा सकता है जिनकी **विमाएं एक समान** हों। यदि किसी विमीय समीकरण में कई पद हैं, तो प्रत्येक जुड़ने वाले और घटने वाले पद की विमा भी एक समान होनी चाहिए।

विमीय विश्लेषण के प्रमुख अनुप्रयोग (Applications)

स्रोतों के अनुसार, इस सिद्धांत का उपयोग तीन मुख्य कार्यों के लिए किया जाता है:

1. **समीकरण की सत्यता की जांच करना:** इसके द्वारा हम यह पता लगा सकते हैं कि कोई भौतिक समीकरण सही है या नहीं। उदाहरण के लिए, गति के समीकरण $v^2=u^2+2as$ की जांच करने पर यदि तीनों पदों की विमाएं $[L^2T^{-2}]$ आती हैं, तो समीकरण को विमीय रूप से सही माना जाता है।

2. **भौतिक राशियों के मध्य संबंध (सूत्र) स्थापित करना:** यदि हमें यह ज्ञात हो कि कोई भौतिक राशि किन अन्य राशियों पर निर्भर करती है, तो हम विमीय विधि से उनके बीच सूत्र ज्ञात कर सकते हैं। जैसे सरल लोलक के आवर्तकाल ($T=kl/g$) और अभिकेंद्रीय बल ($F=mv^2/r$) के सूत्रों की स्थापना इसी विधि से की जाती है।

3. **एक पद्धति के मान को दूसरी पद्धति में बदलना:** विमीय सूत्र का उपयोग करके किसी भौतिक राशि के संख्यात्मक मान को एक मात्रक पद्धति (जैसे MKS) से दूसरी (जैसे CGS) में बदला जा सकता है। इसके लिए $n_2=n_1[M_1/M_2]^a[L_1/L_2]^b[T_1/T_2]^c$ सूत्र का प्रयोग किया जाता है। इसी विधि से सिद्ध होता है कि **1 न्यूटन =** 10^5 **डाइन** और **1 जूल =** 10^7 **अर्ग** होता है।

विमीय विश्लेषण की सीमाएं (Limitations)

यद्यपि यह विधि बहुत उपयोगी है, लेकिन इसकी कुछ सीमाएं भी हैं:

• यह **लघुगणकीय (Log), त्रिकोणमितीय और घातांक (Exponential)** पदों वाले समीकरणों पर काम नहीं करती है।

• यह **विमाहीन नियतांकों (जैसे** $k,\pi,2\pi$**)** के सटीक मान के बारे में कोई जानकारी नहीं देती है।

• इस विधि से प्राप्त सूत्र कभी-कभी **अपूर्ण** होते हैं क्योंकि यह नियतांकों को डिस्क्राइब नहीं कर पाता।

• यह केवल राशियों की **निर्भरता** बता सकता है, उनके बीच का पूर्ण गणितीय संबंध नहीं।

1. विमीय विधि से रूपांतरण (Conversion by Dimensional Method)

• **1 न्यूटन =** 10^5 **डाइन सिद्ध करना:** बल का विमीय सूत्र $[MLT^{-2}]$ है, जहाँ $a=1,b=1,c=-2$ हैं। रूपांतरण सूत्र $n_2=n_1[M_2M_1]^a[L_2L_1]^b[T_2T_1]^c$ का उपयोग करते हुए, जहाँ MKS से CGS में बदलना है:

- $n_2=1\times[1g1000g]^1\times[1cm100cm]^1\times[1s1s]^{-2}$
- $n_2=1\times10^3\times10^2\times1=10^5$। अतः, **1 न्यूटन =** 10^5 **डाइन** होता है।

• **1 जूल =** 10^7 **अर्ग सिद्ध करना:** कार्य का विमीय सूत्र $[ML^2T^{-2}]$ है, जहाँ $a=1,b=2,c=-2$ हैं। MKS से CGS में रूपांतरण के लिए:

- $n_2=1\times[1g1000g]^1\times[1cm100cm]^2\times[1s1s]^{-2}$
- $n_2=1\times10^3\times(10^2)^2\times1=10^3\times10^4=10^7$। अतः, **1 जूल =** 10^7 **अर्ग** होता है।

----

2. सूत्रों की स्थापना (Derivation of Formulae)

• **सरल लोलक का आवर्तकाल (**$T=kl/g$**):** मान लेते हैं $T\propto m^a l^b g^c$। विमीय समानता के सिद्धांत के अनुसार, दोनों पक्षों की विमाएँ बराबर होनी चाहिए: $[M^0L^0T^1]=[M]^a[L]^b[LT^{-2}]^c$। तुलना करने पर:

- $a=0$ (अर्थात आवर्तकाल द्रव्यमान पर निर्भर नहीं करता)।
- $-2c=1\Longrightarrow c=-1/2$ और $b+c=0\Longrightarrow b=1/2$।
- मान रखने पर: $T=k\cdot l^{1/2}\cdot g^{-1/2}=$**kl/g**।

• **अभिकेंद्रीय बल (**$F=mv^2/r$**):** मान लेते हैं $F\propto m^a r^b v^c$। विमाओं को संतुलित करने पर: $[MLT^{-2}]=[M]^a[L]^b[LT^{-1}]^c$। घातों की तुलना करने पर:

- $a=1, -c=-2\Longrightarrow c=2$।
- $b+c=1\Longrightarrow b+2=1\Longrightarrow b=-1$।
- मान रखने पर: $F=k\cdot m^1\cdot r^{-1}\cdot v^2=$**krmv2**।

----

3. महत्वपूर्ण भौतिक राशियों के विमीय सूत्र (Dimensional Formulae)

स्रोतों के अनुसार इन राशियों के विमीय सूत्र और उनके मानक रूप निम्नलिखित हैं:

भौतिक राशि	विमीय सूत्र	मानक रूप (MLT)
वेग (Velocity)	$[LT^{-1}]$	$[M^0L^1T^{-1}]$
त्वरण (Acceleration)	$[LT^{-2}]$	$[M^0L^1T^{-2}]$
बल (Force)	$[MLT^{-2}]$	$[M^1L^1T^{-2}]$
कार्य (Work)	$[ML^2T^{-2}]$	$[M^1L^2T^{-2}]$
दाब (Pressure)	$[ML^{-1}T^{-2}]$	$[M^1L^{-1}T^{-2}]$