StudentBounty.com

INTERMEDIATE SCIENCE

Physics (भौतिक शास्त्र)

LESSON - I

Units & Dimension (इकाई और विमा)

1.1 Physical Quantities (भौतिक पदार्थ)

Physics के नियमों को समझने के लिए Physical Quantities को स्पष्ट ढ़ंग से समझने की आवश्यकता है । क्योंकि Physics की आधारशीला Physical Quantities हैं ।

Physical Quantities के उदाहरण हैं :-

मात्रा (Mass), लम्बाई (Length), समय (Time), धनत्व (Density), तापमान (Temperature), वेग (Velocity), त्वरण (Acceleration), बल (Force), आवेश (Charge) और धारा (Current) आदि अनेकों उदाहरण हैं । इन्हें दो समूहों में विभाजित किया जा सकता है । जैसे :- Fundamental Physical Quantities और Derived Physical Quantities.

1.2 Fundamental Physical Quantities (मौलिक भौतिक पदार्थ)

यह वे हैं जिनको किसी दूसरे Physical Quantities से उत्पन्न नहीं किया जाता है बल्कि इनका उपयोग अन्य दूसरे Physical Quantites को उत्पन्न करने में लाया जाता है ।

Fundamental Physical Quantities एक दूसरे से स्वतंत्र होते हैं । सात Fundamental Quantities इस प्रकार हैं :-

Mass, Length, Time, Temperature, Current, Intensity और Amount of Substance.

इन सात Fundamental Quantities का उपयोग कर अन्य सभी Physical Quantities को व्यक्त किया जाता है ।

1.3 Derived Physical Quantities

Fundamental Quantities का उपयोग कर जिन Physical Quantities को व्यक्त किये जाते हैं उन्हें Derived Physical Quantities कहते हैं । इनके उदाहरण है :-

Velocity, Acceleration, Force, Density, Momentum आदि । यदि Velocity पर विचार करें तो इसे Length और Time में व्यक्त किया जाता है अर्थात्
Velocity = Length /Time

2.1 Unit (इकाई)

Physical Quantities को मापने एवं तुलना करने के लिए Units की जरूरत होती हैं । जैसे पटना से दिल्ली कितनी दूर है और यह दूरी किस इकाई में है । दूरी व्यक्त करने के लिए संख्या और इकाई दोनों आवश्यक है । जैसे पटना से दिल्ली लगभग 1000 किलोमीटर है । यहाँ संख्या 1000 और इकाई किलोमीटर है और तब यह व्यक्त किया जा सकता है कि पृथ्वी से चन्द्रमा की दूरी पटना से दिल्ली की दूरी से कितना गुणा अधिक है ।

StudentBounty.com

दूरी मापने के लिए Length का Standard Unit (मानक इकाई) ... है Meter में । अन्तराष्ट्रीय स्तर पर एक संस्था है Weight & Measure जिस... International System of Unit तय किया है । जो SI System के नाम से जाना जाता ... System में सभी Fundamental Quantities और इसे मापने की इकाई नाम इस प्रकार है :-

	Fundamental Quantities	Name of Unit	Symbol
(a)	Mass	Kilogram	kg
(b)	Length	Meter	m
(c)	Time	Second	s
(d)	Temperature	Kelvin	k
(e)	Current	Ampere	A
(f)	Luminous Intensity	Candela	Cd
(g)	Amount of Substance	mole	mol

इन सात Fundamental Quantities के अतिरिक्त दो और पूरक Fundamental Quantities हैं जिनके नाम और इकाई इस प्रकार है :-

(h)	Plane angle	radian	rad
(i)	Solid angle	steradian	sr

Derived Quantities की इकाई Fundamental Quantities की इकाई से तय की जाती है । कुछ Derived Quantities की इकाई का व्यवहारिक नामांकरण भी होता है । जैसे :-

Derived Quantities	Unit	Practical name
Force	kg-m/s^2	Newton
Work or Energy	kg-m^2/s^2	Joule

SI System of Unit लागू होने से पहले जो प्रचलित इकाई थी उसका नाम है :-

(a) fps इकाई - Foot- Pound- second

(b) cgs इकाई - centimeter- gram-second

(c) mks इकाई - meter-kilogram-second

किसी भी Fundamental Quantity के मापने के लिए जो इकाई तय की गई है उसके पीछे ठोस भौतिक आधार है । जैसे समय की इकाई Second बराबर है $\frac{1}{86400}$ हिस्सा औसतन एक दिन के समय का ।

3.1 Dimension (विमा) & Dimensional Formula (विमीय सूत्र)

Dimension

Dimension को परिभाषित करने के लिए Fundamental Quantities को अलग-अलग Letter Symbol से सूचित किया जाता है, जैसे :-

Length- L, Mass-M, Time-T, Current-I और Temperature-K आदि ।

StudentBounty.com

यहाँ पर L का पावर 1 है और अन्य सभी Fundamental Quantities का है । Fundamental Quantities पर चढ़ाये गये पावर को जैसे 1,0,0 को Length का कहा जाता है ।

इसी प्रकार Mass का Dimension लिखा जाता है :-

$[\text{Mass}] = ML^0T^0$

यहाँ पर M,L और T का पावर क्रमशः 1,0,0 को Mass का Dimension कहा जायगा ।

3.2 Dimensional Formula

(i) किसी भी Derived Physical Quantity का Dimensional Formula लिखने के लिए, इसके सम्बन्ध Fundamental Quantity के साथ की जानकारी आवश्यक है । जैसे Velocity का सम्बन्ध Length एवं Time के साथ मालूम है, इसलिए

$$\text{Velocity} = \frac{\text{Distance}}{\text{Time}}$$

$$\therefore\ [\text{Velocity}] = \frac{[\text{Distance}]}{[\text{Time}]}$$

$$= \frac{L}{T}$$

$$\text{or } [\text{Velocity}] = LT^{-1}$$

> [ ] → इस Bracket का इस्तेमाल Dimensional form में लिखने के लिए करते हैं ।

इसे Velocity का Dimensional Formula कहते हैं । यहाँ पर Velocity का Dimension L और T का पावर क्रमशः 1, −1 है ।

(ii) यदि Force जो Derived Physical Quantity है इसका Dimensional Formula लिखने के लिए इसकी परिभाषा ज्ञात होना चाहिए । Force (बल) की परिभाषा से

$$\text{Force} = \text{Mass} \times \text{Acceleration}$$

$$= \text{Mass} \times \frac{\text{Velocity}}{\text{Time}}$$

$$\therefore\ [\text{Force}] = [\text{Mass}] \times \frac{[\text{Velocity}]}{[\text{Time}]}$$

$$= \frac{M \times LT^{-1}}{T}$$

$$\text{or} \quad [\text{Force}] = M \times LT^{-2}$$

इसे Force का Dimensional Formula कहते है और Force का Dimensions M, L एवं T में क्रमशः 1, 1, −2 है ।

StudentBounty.com

(iii) तीसरा उदाहरण Gravitational Constant का लेते हैं ।

न्यूटन के गुरुत्वाकर्षण नियम से

$$F = G\frac{m_1 \times m_2}{r^2}$$

$$\therefore G = \frac{F \times r^2}{m_1 \times m_2}$$

$$\text{or } [G] = \frac{[F] \times [r^2]}{[m_1] \times [m_2]}$$

$$= \frac{MLT^{-2} \times L^2}{M \times M}$$

$$\text{or } [G] = M^{-1}L^3T^{-2}$$

जहाँ F को दो पदार्थ जिसकी मात्रा m_1, m_2 के बीच आकर्षण बल है । m_1 एवं m_2 के बीच दूरी r है और Gravitational Constant (G) है ।

इसे Gravitational Constant का Dimensional Formula कहते हैं और G का Dimensions M, L, T में क्रमशः −1, 3, −2 है ।

इस प्रकार अन्य सभी Derived Physical Quantities का Dimensional formula और Dimensions निकालने का अभ्यास करना चाहिए ।

4.1 Dimensional Formula के उपयोग

इनके मुख्य तीन उपयोग हैं :-

(i) Conversion of Units (इकाइयों के बीच बदलाव)

किसी भी Physical Quantity का एक System of Unit में जितना मान है उसे दूसरे System of Unit में बदला जा सकता है । जैसे SI System में यदि बल का मान 10 न्यूटन है तो C.G.S. System में यह कितना होगा ? इसे Dimensional Formula की मदद से ज्ञात किया जा सकता है ।

चूँकि SI system ही प्रायः व्यवहार में उपयोग किया जाता है अतः विस्तार से इसकी चर्चा यहाँ नहीं की जा रही है ।

(ii) समीकरण की सत्यता की जाँच के लिए (To verify the Equation)

कोई Physical equation सही है कि नहीं इसकी जाँच Principle of homogeneity of dimension सिद्धान्त लागू कर किया जाता है । जैसे विचारणीय समीकरण है

$S = ut + \frac{1}{2}ft^2$ जहां t समय में u वेग से चलकर तय की गई दूरी S है और f त्वरण है।

StudentBounty.com

$$[S] = [u] \times [t] + \frac{1}{2}[f] \times [t^2]$$

$$L = LT^{-1} \times T + LT^{-2} \times T^2$$

or $L = L + L$

इस समीकरण के दोनो तरफ का Dimension L में 1 है । अत: समीकरण Dimension की दृष्टिकोण से सही है ।

<u>इस उपयोग की सीमा</u>

चूँकि संख्या का Dimension नहीं होता है, अत: समीकरण Dimensionally सही होते हुए भी सही नहीं हो सकता है । जो समीकरण Dimensionally गलत है, वह वास्तविकता में गलत है।

(iii) विभिन्न Physical Quantities के बीच सम्बन्ध स्थापित करना (To establish relation between physical quantities)

ऐसा relation स्थापित करने के लिए Principle of homogeneity of dimension का उपयोग करते हैं । इसके लिए यह जानकारी आवश्यक है कि एक Physical Quantity अन्य कौन-कौन से Physical Quantities पर निर्भर है । उदाहरण के लिए Simple pendulum लेते हैं :-

Simple Pendulum (सरल दोलक) का time-period निकालना है । इसमें एक लम्बाई (L) का धागा के साथ m मात्रा की गोली (bob with hook) दोलन करता है । यदि स्थान का गुरुत्वीय त्वरण (g) हो तो time-period (t) की निर्भरता l, m एवं g पर इस प्रकार लिखा जा सकता है ।

$$t = K\, l^a\, m^b\, g^c \quad \text{————} \quad (1)$$

जहाँ K बिना dimension के एक स्थिरांक है । a, b, c, पावर है क्रमश: l, m, g का ।

इस समीकरण को Dimensional Form में दोनो तरफ लिखने पर, K को छोड़कर,

$$[t] = [l]^a [m]^b [g]^c$$

or $$T = L^a M^b (LT^{-2})^c$$

$$= L^a M^b L^C T^{-2c}$$

$$= L^{a+c} M^b T^{-2c}$$

or $TM^O L^O = L^{a+c} M^b T^{-2c}$ ————(2) यहां पर $M^o = 1$ तथ $L^o = 1$

उपर्युक्त समीकरण 2 में Principle of homogeneity of dimension लगाया जाता है । इसके अनुसार L,M,T का Dimension दोनों तरफ बराबर होना चाहिए । ऐसा करने पर

T के लिए, $1 = -2c$

or $c = -1/2$

StudentBounty.com

or $a = -c = 1/2$

M के लिए, $0 = b$

or $b = 0$

अतः $a = 1/2$

$b = 0$

$c = -1/2$

a, b, c का मान समीकरण (1) में रखने पर

$$t = Kl^{1/2}m^0 g^{-1/2}$$

$$= K\sqrt{\frac{l}{g}}$$

यह Simple pendulum के लिए time-period का सूत्र है । चूँकि K का कोई Dimension नहीं है, इसलिए Dimensional method से K का मान नहीं ज्ञात किया जा सकता है ।

Units & Dimensions पर आधारित सवालों को हल करने का अभ्यास अलग से करना चाहिए ।

प्रो० (डॉ०) ए० के० पी० यादव
लेखक
अध्यक्ष, बिहार विद्यालय परीक्षा समिति

<u>यह संक्षिप्त में प्रकाशित है ।</u>

<u>उपर्युक्त लेख से संबंधित प्रश्न</u> :

(1) क्या इसकी भाषा सरल और समझने में आसान है ?

(2) क्या हिन्दी-अंग्रेजी मिली जुली भाषा पसंद है ।

(3) क्या सिर्फ हिन्दी या सिर्फ अंग्रेजी भाषा में लिखी जाय ?

(4) उपर्युक्त विषय समझने में कोई कठिनाई है तो उसका जिक्र करें ।

(5) इस सम्बन्ध में और कोई सुझाव हो तो उसका जिक्र करें ।

<u>पत्राचार का पता :-</u>

अध्यक्ष
बिहार विद्यालय परीक्षा समिति (उ0मा0)
बुद्ध मार्ग, पटना 800001

<u>e-mail Address</u>
suggestion_bseb@hotmail.com

छात्रों से अनुरोध है कि Units & Dimensions पर लिखे लेख को ध्यानपूर्वक पढ़ें एवं उपर्युक्त प्रश्नों का जवाब पत्राचार या e-mail पते पर भेजे । इसके अतिरिक्त इस सम्बन्ध में कोई सुझाव

हो तो वह भी दें । जिससे और बेहतर तरीके से अन्य विषयों पर सामग्री तैया ite पर उपलब्ध कराया जा सके ।

StudentBounty.com