1
रसायन में मापन

1.1 भूमिका

यदि आप किसी भारतीय से उसका भार पूँछे तो वह कह सकता है कि उसका भार 70 कि० ग्रा० है। अगर यही प्रश्न आप किसी अमरीकी से पूछें तो वह अपना भार 150 पौण्ड बतला सकता है। इन उत्तरों से आप यह अनुमान नहीं लगा सकते कि इनमें किसका भार अधिक है। यदि अमरीकी पौण्ड के बजाय किलोग्राम का इस्तेमाल करता और अपना भार 68 किलोग्राम बतलाता तो आप सरलता से यह बतला सकते कि किसका भार अधिक है। इसी प्रकार भारत और अमरीका में पेट्रोल की माप अलग-अलग मात्रकों में की जाती है। अमरीका में पेट्रोल गैलनों में बिकता है। जब कि भारत में इसे लिटरों में बेचा जाता है। इस प्रकार हम कह सकते हैं कि यदि सभी देशों में विभिन्न वस्तुएं एक ही प्रकार के मात्रकों में मापी जाती तो उनकी तुलना करना आसान होता। सी० जी० पी० एम० आदि अनेक अंतर्राष्ट्रीय सँस्थायें मापने के मात्रकों को अलग-अलग समय पर अलग-अलग ढंग से परिभाषित करती रही है।

1793 में फ्रांस की राष्ट्रीय विज्ञान अकादमी ने मेट्रिक पद्धति की शुरूआत की। मेट्रिक पद्धति दशमलव पद्धति है। भारत ने मेट्रिक पद्धति को 1957 में अपनाया। 1960 में माप तोल के अंतराष्ट्रीय ब्यूरों ने मात्रकों की अंतराष्ट्रीय पद्धति को स्वीकार किया जिन्हें S.I मात्रकों के नाम से जाना जाता है। (S.I मात्रक शब्द की व्युत्पत्ति फ्रांसीसी नाम System Internationale d' units से हुई है।) S.I पद्धति मेट्रिक पद्धति का ही परिवर्धित और विस्तृत रूप है। सारे विश्व के वैज्ञानिकों से यह अनुरोध किया जा रहा है कि वे अपने वैज्ञानिक मापों के लिये S.I पद्धति का ही प्रयोग करें। यह भी प्रयास किया जा रहा है कि पूरे विश्व में वाणिज्य और व्यापार के क्षेत्र में भी S.I पद्धति का उपयोग किया जाए। अतः हमारे लिये यह आवश्यक है कि हम माप के S.I मात्रकों से भली भांति परिचित हों।

1.2 उद्देश्य

इस पाठ को पढ़ने के बाद आप जान जाएंगें कि

- मेट्रिक मूल पद्धति, मात्रकों की दशमलव पद्धति होती है।
- सात मूल भौतिक राशियों के सात मूल मात्रकों को परिभाषित कर सकेंगे।
- सात मूल भौतिक मात्राओं को और उनके मात्रकों के प्रतीक संकेतों को लिख सकेंगें।
- मात्रकों के बहुत बड़े अथवा छोटे मानों के लिए उपसर्गो का उपयोग कर सकेंगे।
- मूल मात्रकों से अन्य मात्रकों की व्युत्पत्ति कर सकेंगे जिन्हें व्युत्पन्न मात्रक कहते है।

1.3 मेट्रिक पद्धति

वैज्ञानिक माप प्रायः मेट्रिक मात्रकों में व्यक्त की जाती है। मेट्रिक पद्धति, दशमलव पद्धति है जो लम्बाई के मानक पर आधारित है। इसे मीटर (m) कहते हैं। किसी भौतिक मात्रा को व्यक्त करने के लिए गुणज अथवा अपवर्तक मात्रकों का उपयोग किया जाता हैं।
उदाहरण के लिये
किलो का अर्थ है मूल मात्रक का 1000 गुणा
सेन्टी का अर्थ है मूल मात्रक का 1/100 वां भाग
मिली का अर्थ है मूल मात्रक का 1/1000 वां भाग

द्रव्यमान : किसी वस्तु में पदार्थ की मात्रा को उसका द्रव्यमान कहते है। आरंभ में 4°C ताप और 1 ऐटमॉस्फियर दाब पर 1000 cm^3 जल के द्रव्यमान को एक किलोग्राम (1kg) माना जाता था। किन्तु आजकल नाप तौल के अंतर्राष्ट्रीय ब्यूरो में रखे गए प्लैटिनम इरीडियम के एक सिलिंडर के द्रव्यमान को एक किलोग्राम माना जाता है।
भार : किसी वस्तु पर पड़ने वाले गुरूत्वाकर्षण-बल को उसका भार कहते हैं। गणितीय रूप में w (भार) $= m$ (द्रव्यमान) $\times$ g (गुरूत्वीय त्वरण)
स्थान परिवर्तन से किसी वस्तु का द्रव्यमान नहीं बदलता है। परन्तु उसका भार बदल जाता है क्योंकि g (गुरूत्व त्वरण) का मान अलग-अलग स्थानों पर अलग-अलग होता है। अंतरिक्ष में वस्तु भार-हीन हो जाती हैं क्योंकि वहाँ g का मान लगभग शून्य हो जाता है, परन्तु उसका द्रव्यमान नहीं बदलता है।
आयतन : आयतन मौलिक गुण धर्म नहीं है क्योंकि वह ताप और दाब के साथ बदल जाता है। आयतन का मेट्रिक मात्रक घन मीटर (m^3) है।

1.4 SI पद्धति

SI पद्धति में सात मौलिक मात्रक होते हैं। इन सात मौलिक भौतिक राशियों और उनके मात्रकों को नीचे दिया गया है :-

(i) **लम्बाई**–लम्बाई का मूल मात्रक मीटर (m) है। निर्वात में प्रकाश द्वारा 1/299, 792,458 सेकण्ड में तय की गई दूरी को मीटर कहते हैं।

(ii) **समय**–समय का मौलिक मात्रक सेकण्ड (s) है। सीजियम–133 परमाणु द्वारा उत्सर्जित एक विशेष प्रकार के विकिरण के 9,192,631,770 स्पंदों की अवधि को सेकंड कहते है

(iii) **द्रव्यमान**–द्रव्यमान का मौलिक मात्रक किलोग्राम (kg) है । इसे प्राकृतिक स्थिरांक के रूप में निर्धारित नहीं किया गया है। इस प्रकार यह माप तौल के अंतर्राष्ट्रीय ब्यूरों में रखे गए प्लैटिनम-इरीडियम के सिलिंडर के द्रव्यमान को एक किलोग्राम माना जाता है। यह 3.98°c ताप पर लगभग 1000 घन सेंटिमीटर जल के द्रव्यमान के बराबर होता है।

(iv) **तापमान**–ऊष्मागतिक ताप का मात्रक केल्विन होता है। उसे K द्वारा व्यक्त किया जाता है। सेल्सियस ताप के साथ केल्विन का सम्बन्ध इस प्रकार होता है :-

$T/(\mathrm{K}) = t/(^\circ\mathrm{C}) + 273.15$

(v) **पदार्थ की मात्रा**–पदार्थ की मात्रा की SI मात्रक मोल है। यह पदार्थ की वह मात्रा है जिसमें उस पदार्थ के उतनी ही सत्ताएं विद्यमान रहती है जितने कार्बन –12 के 0.012 kg में परमाणु होते हैं। इसका प्रतीक मोल है।

(vi) **विद्युत धारा**–विद्युत धारा का SI मात्रक ऐम्पियर है। इसे A द्वारा व्यक्त किया जाता है।

(vii) **प्रकाश की तीव्रता**–SI मात्रक में प्रकाश की तीव्रता कैंडेला में मापी जाती है। इसे "cd" द्वारा व्यक्त किया जाता है।

ऊपर दी गई सात भौतिक राशियों और उनके मौलिक मात्रकों को संक्षेप में तालिका 1.1 में दिया गया हैं–

तालिका 1.1

भौतिक राशि	मात्रक का नाम	मात्रक का प्रतीक
लम्बाई	मीटर	m
समय	सेकण्ड	s
द्रव्यमान	किलोग्राम	kg
ऊष्मागतिक ताप	केल्विन	K
पदार्थ की मात्रा	मोल	mol
विद्युत धारा	एम्पियर	A
प्रकाश की तीव्रता	कैण्डेला	cd

1.4.1 SI मात्रक के उपसर्ग

कभी-कभी भौतिक राशियाँ या तो बहुत छोटी होती हैं अथवा बहुत बड़ी होती है। ऐसी भौतिक राशियों

के लिये मौलिक SI मात्रकों का उपयोग असुविधाजनक होता है। ऐसी समस्या के समाधान के लिये उपसर्ग लगाकर मात्रकों के गुणकों और अंशों को व्यक्त किया जाता है, जैसा तालिका 1.2 में दिखाया गया है।

तालिका 1.2

दशमलव स्थान (गुणज/भाग)	उपसर्ग	उपसर्ग प्रतीक
10^{12}	टेरा	T
10^{9}	गिगा	G
10^{6}	मेगा	M
10^{3}	किलो	K
10^{2}	हेक्टो	h
10^{1}	डेका	da
10^{-1}	डेसी	d
10^{-2}	सेन्टी	c
10^{-3}	मिली	m
10^{-6}	माइक्रो	μ
10^{-9}	नैनो	n
10^{-12}	पीको	p
10^{-15}	फेम्टो	f
10^{-18}	अट्टो	a

उदाहरण के लिये 4×10^{-9}m को 4nm लिखा जाता है।

पाठगत प्रश्न–1.1

1. स्तंभ I में दी गई भौतिक राशियों का उनके स्तंभ II में दिए गए SI मात्रकों से मिलान कीजिए–

स्तंभ I	स्तंभ II
(i) समय	(i) mol
(ii) ताप	(i) A
(iii) विद्युत धारा	(ii) kg
(iv) द्रव्यमान	(iv) K
(v) पदार्थ की मात्रा	(v) s

2. निम्नलिखित उपसर्गों के प्रतीकों को लिखिये–
   (i) टेरा
   (ii) माइक्रो
   (iii) पीको
   (iv) डेका
   (v) नैनो

1.5 व्युत्पन्न SI मात्रक

SI पद्धति में मौलिक राशियों के अलावा सभी भौतिक राशियों के मात्रकों की व्युत्पत्ति मूल मात्रकों से की जाती है। उदाहरण के लिए क्षेत्रफल एक व्युत्पन्न भौतिक राशि है। मौलिक भौतिक राशि लंबाई है जिसका SI मात्रक मीटर है। भुजाओं की लंबाई मीटर होती है। अतः क्षेत्रफल का मात्रक वर्ग मीटर होता है। कुछ व्युत्पन्न मात्रकों का नाम, वैज्ञानिकों के नाम पर रखा जाता है और उन्हें प्रायः बड़े अक्षर से लिखा जाता है। आपकी कक्षाओं में प्रयुक्त होने वाले व्युत्पन्न मात्रकों को सारणियों 1.3 और 1.4 में दिया गया है।

सारणी 1.3 : व्युत्पन्न मात्रक उनके विशिष्ट नाम और प्रतीक

भौतिक राशि	SI मात्रक का नाम	SI मात्रक का प्रतीक	SI मूल मात्रक में अभिव्यक्ति
बल	न्यूटन	N	$m\ kg\ s^{-2}$
दाब	पैस्कल	Pa	$Nm^{-2} = m^{-1}\ kg\ s^{-2}$
ऊर्जा, कार्य ऊष्मा	जूल	J	$Nm = m^2\ kg\ s^{-2}$
विद्युत आवेश	कूलम	C	As
विद्युत विभव	वोल्ट	V	$JC^{-1} = m^2\ kg\ s^{-3}\ A^{-1}$
विद्युत प्रतिरोध	ओम	Ω	$VA^{-1} = m^2\ kg\ s^{-3}\ A^{-2}$
विद्युत चालकता	सीमेंस	S	$\Omega^{-1} = m^{-2}\ kg^{-1}\ s^3\ A^2$
आवृत्ति	हर्ट्ज	Hz	s^{-1}

सारणी 1.4 : कुछ अन्य राशियों के SI व्युत्पन्न मात्रक

भौतिक राशि	प्रतीक	SI मूल मात्रकों में अभिव्यक्ति
क्षेत्रफल	A या S	m^2
आयतन	V	m^3
वेग	v	ms^{-1}
त्वरण	a	ms^{-2}
धनत्व	ρ	$kg\ m^{-3}$
पृष्ठ-तनाव	γ या σ	Nm^{-1}, Jm^{-2}
श्यानता	π	Pas
मोलर चालकता	m	$Sm^2\ mol^{-1}$
अणु का विद्युत द्विध्रुव आधूर्ण	M	C m
तरंग दैर्ध्य	λ	m
निर्वात में तरंग संख्या	$\bar{\vartheta}$ या $1/\lambda$	m^{-1}

1.6 भौतिक राशियों के मात्रकों को लिखने के कुछ सामान्य नियम

मात्रकों के प्रतीकों को रोमन में लिखना चाहिए। उन्हें बहुवचन में नहीं लिखा जाता है और उनके अंत में पूर्ण विराम का चिन्ह नहीं लगाया जाता है। विभिन्न मात्रकों के प्रतीकों के बीच थोड़ा सा स्थान होना चाहिए। परन्तु मात्रकों के उपसर्ग एवं प्रतीक के बीच में कोई स्थान नहीं होना चाहिए। उदाहरणः अर्धव्यास r = 18 cm न कि 18 Cm. या 18 cms.

मात्रकों के प्रतीकों को छोटे अक्षरों में लिखना चाहिए। किन्तु यदि उन्हें किसी व्यक्ति के नाम से लिया गया हो तो तब बड़े अक्षर से आरम्भ किया जाता है।

उदाहरणः m (मीटर), s (सेंकड), लेकिन J (जूल), Hz (हर्ट्ज़)

मात्रकों के दशमलव गुणकों और उपगुणकों को उपसर्ग लगाकर लिखा जाता है।

उदाहरणः nm (नैनोमीटर) kHz (किलो हर्ट्ज़), Mg (मेगाग्राम)

न्यूटन, $N = m\ kg\ s^{-2}$ न कि $mkgs^{-2}$ स्पष्टता के लिए कोष्ठक का इस्तेमाल आवश्यक है।

उदाहरणः J/K mol को J/(K mol) लिखना सही है।

पाठगत प्रश्न 1.2

1. निम्नलिखित के व्युत्पन्न SI मात्रक लिखिए।
   (i) बल, (ii) दाब

S.I मूल मात्रकों में उनके व्यंजक लिखिए।

1.7 आपने पढ़ा कि-

- भौतिक राशियों की तुलना केवल तब की जा सकती है जब उन्हें समान मात्रकों में व्यक्त किया जाए।
- वैज्ञानिक मापों को SI पद्धति में व्यक्त किया जाता है जो मेट्रिक पद्धति का ही विस्तृत रूप है।
- SI मात्रक सम्बद्ध स्वभाव के होते हैं।
- मूल भौतिक राशियाँ सात और उनके सात मात्रक होते हैं।
- अन्य भौतिक राशियों और उनके मात्रकों की व्युत्पत्ति इन मौलिक राशियों और उनके मात्रकों से की जाती है।
- SI मात्रकों के गुणजों अथवा भिन्न को व्यक्त करने के लिये उपसर्गों का उपयोग किया जाता है।

पाठांत प्रश्न

1. SI पद्धति में निर्दिष्ट सात मूल भौतिक राशियों की सूची बनाइए।
   अन्य भौतिक राशियों को इस पद्धति में कैसे निरूपित किया जाता है।

2. नीचे दिये प्रत्येक समूह में सबसे बड़े मात्रक का चयन कीजिए।
   (अ) cm, pm या km
   (ब) MV, mV या nV
   (स) TJ, kJ या MJ
   (द) cm^3, dm^3 या km^3

3. उपसर्ग प्रतीक का उपयोग करते हुए नीचे दिए गए मानों को लिखिए।
   (अ) 0.000001 V
   (ब) 13500 Pa
   (स) 0.0000000005 m

4. निम्नलिखित को किन मात्रकों में व्यक्त किया जाता है?
   (अ) द्रव्यमान
   (ब) ऊर्जा
   (स) लम्बाई
   (द) आयतन
   (य) ताप

अपने उत्तरों की जांच कीजिए

पाठगत प्रश्न 1.1

1. 1. (v)
   2. (iv)
   3. (ii)
   4. (i)
   5. (iii)
2. (i) 10^{12} (ii) 10^{-6} (iii) 10^{-12} (iv) 10^{1} (v) 10^{-9}

पाठगत प्रश्न 1.2

(i) बल = द्रव्यमान x त्वरण

$$= kg \times m\,s^{-2} = kg\,m\,s^{-2}$$

(ii) दाब = $\frac{\text{बल}}{\text{क्षेत्रफल}}$

बल = द्रव्यमान × त्वरण = $kg\ m\,s^{-2}$

$$\text{क्षेत्रफल} = (\text{लम्बाई}) \times (\text{लम्बाई})$$
$$= m \times m = m^2$$

$$\text{दाब} = \frac{\text{बल}}{\text{क्षेत्रफल}} = \frac{kg\ m\ s^{-2}}{m^2} = kg\ m^{-1}\ s^{-2}$$

पाठांत प्रश्न

1. लम्बाई, द्रव्यमान, विद्युत धारा, ताप, प्रकाश की तीव्रता, और पदार्थ की मात्रा। अन्य मौलिक मात्रकों से व्युत्पन्न किए जाते हैं।
2. (अ) km (ब) MV (स) TJ (द) km^3
3. (अ) 1μV (ब) 13.5 kPa (स) 500 pm
4. (अ) kg (ब) $kg\ m^2\ s^{-2}$ (स) m (द) m^3 (य) K