212hi01

1

विज्ञान और प्रौद्योगिकी में मापन

मापन एक मूलभूत कौशल है जो कि हमारी दैनिक जीवन के क्रियाकलापों का एक महत्त्वपूर्ण भाग है जिसके बिना हम कुछ नहीं कर सकते। आपने निश्चित रूप से अवलोकित किया होगा कि भोजन पकाते समय निश्चित मात्रा में खाद्य पदार्थों को निश्चित समय तक पकाया जाता है। जब आप सब्जियाँ व फल खरीदने गए होंगे तब आपने उन्हें निश्चित परिमाण में खरीदा होगा। आप यह पता लगा सकते हैं कि आपका कौन-सा मित्र सबसे तेज दौड़ता है। उन्हें किसी खेल के मैदान के एक छोर से दूसरे छोर पर दौड़ाकर लक्ष्य पर सबसे पहले कौन पहुँचता है इसे जानकर उसका पता लगाया जा सकना संभव है। दूसरे शब्दों में कहें तो आप समय का मापन करते हैं। क्या आप उपरोक्त मापन के द्वारा बता सकते हैं कि आपका मित्र कितना तेज दौड़ता है? इसके लिए आपको तय की गई दूरी और लिए गए समय के परिशुद्ध मापन की जरूरत होगी। विज्ञान और प्रौद्योगिकी हमारे दैनिक जीवन के क्रियाकलापों, जैसे टाँका लगाना, भोजन पकाना, खेल, खरीददारी एवं यात्रा आदि के परिशुद्ध मापन लेने में हमारी सहायता करते हैं।

इस पाठ में आप अपने विभिन्न प्रकार के प्रश्नों के उत्तर खोज सकेंगे। मापन क्या है और उसकी आवश्यकता क्यों है? आप मापन कैसे करते हैं? आप कैसे किसी मापन के परिमाण को निर्धारित करेंगे ताकि प्रत्येक व्यक्ति उसका एक ही अर्थ समझे?

वर्तमान में स्वीकृत अंतर्राष्ट्रीय मात्रक पद्धति क्या है? भौतिक राशियों, जैसे लम्बाई, द्रव्यमान, समय, क्षेत्रफल और आयतन के मापन में सामान्यतया प्रयोग में लाए जाने वाले युक्तियों के बारे में भी आप पढ़ेंगे।

उद्देश्य

इस पाठ को पढ़ने के पश्चात् आप –

- मापन की परिभाषा और मापन की आवश्यकता की व्याख्या कर सकेंगे;
- मानव शरीर के विभिन्न अंगों के उदाहरण देते हुए लम्बाई की माप के उद्देश्य और मापन की सीमाओं को बता सकेंगे;

- प्राचीन समय में मापन पद्धति की भारतीय और अनेक अन्य प्रणालियों का उपयोग कैसे होता था, इसका वर्णन कर पाएँगे;
- इकाई की सर्वमान्य पद्धति की आवश्यकता का वर्णन कर पाएँगे;
- मूल और व्युत्पन्न SI मात्रकों में विभेद और उन्हे परिभाषित कर पाएँगे;
- भौतिक मात्रा की SI इकाई को व्युत्पन्न कर पाएँगे;
- SI पूर्वलग्नों की आवश्यकता की व्याख्या कर पाएँगे;
- SI पूर्वलग्नों का उपयोग मात्रकों के लिए कर पाएँगे; और
- SI मात्रक का उपयोग नियमों के अनुसार करते हुए उन्हें सही तरह से लिख पाएँगे।

1.1 ekiu D;k g

माना कि आपको एक खेल के मैदान की लम्बाई नापने के लिए कहा जाता है तो आप क्या करेंगे? सम्भवतः आप मैदान के एक सिरे से दूसरे सिरे तक चलकर अपने कदमों की संख्या को नापेंगे। एक अन्य सम्भावना है कि आप किसी मापक फीता या किसी मीटर पैमाने की व्यवस्था करें और फिर उसकी सहायता से यह ज्ञात करें कि एक सिरे से दूसरे सिरे तक पहुँचने में मीटर पैमाने का कितनी बार प्रयोग किया जाता है। एक अन्य उदाहरण लेते हैं। मान लें कि आपको पुस्तकों से भरे हुए एक दफ्ती के डिब्बे (कार्टन) का भार ज्ञात करना है। इसके लिए एक तुला की सहायता से यह ज्ञात करेंगे कि कितने किलोग्राम के वजन के बराबर उस कार्टन का वजन होगा। इस प्रकार हम मापन को **जितनी बार उस पैमाने का हमने प्रयोग किया है उस संख्या द्वारा परिभाषित कर सकते हैं।**

"जब आप किसी वस्तु का मापन करते हैं और उसे किसी संख्या द्वारा प्रकट करते हैं तब आपको यह ज्ञात होता है कि आप क्या कह रहे हैं। लेकिन यदि आप उसका मापन नहीं कर सकते हैं और उसे किसी संख्या द्वारा प्रकट नहीं कर सकते हैं तो आपका ज्ञान अल्प और असन्तोषजनक है। यह ज्ञान का प्रारम्भ तो कहा जा सकता है परन्तु आपका यह ज्ञान वैज्ञानिक स्तर तक नहीं पहुँच पाया है।"

लार्ड केल्विन (1824-1907)

1.1.1 ge ekiu dh vko';drk D;k g

मान लें कि आप बाजार में आम खरीदने जाते हैं जिसका मूल्य 50 रु. प्रति किलो है। आप उस दुकानदार से क्या अपेक्षा रखते हैं? वह यदि आपको 4-5 छोटे आम दे तो क्या आप सन्तुष्ट

हो जाएँगे जबकि उन आमों का वजन 1 किलो से बहुत कम है? इसलिए सही माप खरीददार व बेचनेवाले दोनों के लिए आवश्यक है। सही माप के बिना दोनों में झगड़े की स्थिति उत्पन्न हो सकती है। मापन अपने दैनिक जीवन का एक आवश्यक क्रियाकलाप है। आप पूछ सकते हैं कि यह आवश्यक क्यों है। क्या इसके बिना हमारा काम नहीं चल सकता?

क्या आपने इस पर कभी आश्चर्य किया कि अन्तरिक्ष वैज्ञानिक कैसे यह गणना कर लेते हैं कि कोई अन्तरिक्ष यान अपने निर्धारित लक्ष्य पर कैसे पहुँचता है या जब यह यान वापस आता है तो किस प्रकार पूर्व निर्धारित समय व स्थान पर पहुँचता है? यह विभिन्न प्राचलों के परिशुद्ध मापन और व्यापक गणनाओं द्वारा सम्भव होता है। मापन के लिए हमें एक विशेष मापक्रम की आवश्यकता होती है जिसे हम मात्रक कहते हैं।

1-1-2 ek=d D;k g

एक परिस्थिति की कल्पना कीजिए। मान लें कि आपकी आँखों पर पट्टी बंधी है और आपको मुद्राओं की एक गड्डी थमा दी जाती है। उन्हें गिनकर आपको ज्ञात होता है कि इनकी संख्या 46 है। क्या आप बता सकते हैं कि आपके हाथ में कितनी धनराशि है? सही राशि को ज्ञात करने के लिए आपको उन नोटों का मूल्य जानना आवश्यक है कि वे नोट 10 रु. मूल्य 50 रु. मूल्य या 100 रु. मूल्य के हैं।

इसी प्रकार यदि आपको बताया जाए कि दो पेड़ों के बीच की दूरी 100 है, तो आप इसका क्या अर्थ लगाएँगे? क्या दोनों वृक्ष 100 cm, 100 ft और 100 m की दूरी पर हैं? इन उदाहरणों से हमें संकेत मिलता है कि प्रत्येक मापन को इस प्रकार से वर्णित किया जाए कि उसका अर्थ स्पष्ट और निश्चित हो। इसके लिए हमें दो बातों को जानना आवश्यक है। पहला तो प्रयोग में लाया जाने वाला मात्रक, जैसे सेन्टीमीटर (cm), मीटर (m), या फीट (ft), और दूसरा कितनी बार उसका प्रयोग हुआ है।

किसी भौतिक राशि के मापन के परिणाम को हम उसके मान से व्यक्त करते हैं। राशि का मान, मापन के लिए जितनी बार मानक का प्रयोग हुआ है, वह संख्या तथा मापन के लिए परिभाषित राशि (मानक) के गुणनफल के बराबर होता है। इस परिभाषित या मानक राशि अर्थात् प्रयुक्त पैमाना, उदाहरण के लिए, उपरोक्त उदाहरण में मीटर या फीट को मात्रक कहते हैं।

भौतिक राशि का मान = संख्यात्मक राशि × मात्रक

मात्रक एक माप, युक्ति अथवा मापक्रम है जिसकी सहायता से हम किसी भौतिक राशि का मापन करते हैं। भौतिक राशि का मान दो भागों से मिलकर बनता है- संख्यात्मक राशि और मात्रक और यह दोनों में गुणनफल के बराबर होता है।

अतः किसी मापन के परिणाम को व्यक्त करने के लिए संख्यात्मक राशि और मात्रक दोनों को बताना आवश्यक है। अब हमें यह स्पष्ट है कि हमारी जीवन के प्रत्येक क्रियाकलापों में मापन आवश्यक है तथा हमें एक मात्रक या मानक की आवश्यकता होती है जिसके माध्यम से हम मापन कर सकें और उसके परिणाम को व्यक्त कर सकें। आइए, ऐसे मात्रक के अभिलक्षणों के बारे में जानें। इस मात्रक में क्या गुण होने चाहिएं?

1.1.3 ek=d dk vfHky{k.k

क्या हम किसी दूरी को किलोग्राम में माप सकते हैं? स्पष्ट है कि हम ऐसा नहीं कर सकते; दूरी को किलोग्राम में मापना बेतुका है। दूरियों के मापन में यह असंगत है। अतः उपयोगी होने के लिए मात्रक को मापी जाने वाली राशि के **संगत** होना चाहिए। इसके अलावा, मात्रक को सुविधाजनक भी होना चाहिए। क्या दो शहरों के बीच की दूरी को इन्चों में प्रकट करना सुविधाजनक है? क्या आप यह नहीं सोचते कि दो शहरों के बीच की दूरी को प्रकट करने के लिए किलोमीटर का प्रयोग करना अधिक उचित है? सुविधाजनक और संगत होने के अतिरिक्त एक मात्रक को **सुपरिभाषित** होना चाहिए अर्थात् अन्य सभी व्यक्ति इसे अच्छी तरह से समझ सकें। उदाहरण के लिए, मेरे घर और निकट की एक दुकान के बीच की दूरी को 200 कदमों से व्यक्त किया जा सकता है। इसका स्पष्ट अर्थ जानने के लिए हमें कदम को भी परिभाषित करना होगा कि यह किसी बड़े व्यक्ति का कदम है या एक छोटे बालक का। क्या यह धीरे चलते हुए या तेजी से भागते समय का कदम है? इस कदम की लंबाई क्या है? अतः उपयोगी होने के लिए मात्रक को होना चाहिए-

- संगत
- सुविधाजनक
- सुपरिभाषित

आज के विश्व में परिशुद्ध मापन आवश्यक है। मापन के लिए हमारे पास अनेक युक्तियां हैं। आपको यह जानकर आश्चर्य होगा कि परमाणु घड़ी इतनी परिशुद्ध है कि डेढ़ करोड़ (15 मिलियन) वर्ष में मात्र 1 सेकण्ड का अंतर आता है। क्या आपने कभी इस पर विचार किया कि हमारे पूर्वज किस प्रकार से मापन किया करते थे? इसके लिए कौन सी युक्तियां काम में लाई जाती थीं और किन मात्रकों का प्रयोग किया जाता था? किस रोचक तरीके से मापन किए जाते थे तथा मापन पद्धति का तब से अब तक क्या विकास हुआ? आइए, अब इसके बारे में जानें। क्यों नहीं हम मापन के अर्थ व आवश्यकता तथा मात्रक और उनके अभिलक्षणों के विषय में हमारी समझ का आकलन करें।

पाठगत प्रश्न 1.1

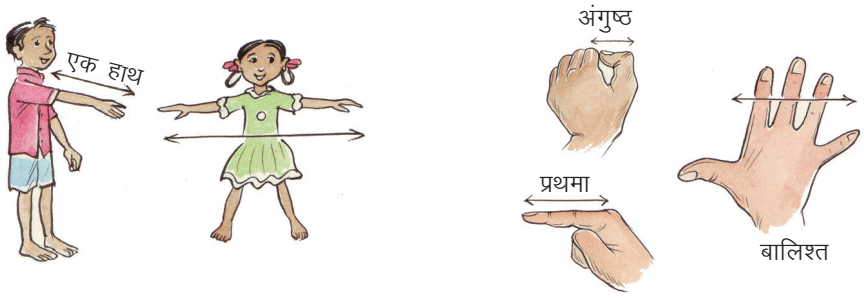
1. मापन को किन्हीं दो उदाहरणों द्वारा समझाइए?
2. मात्रक क्या है?
3. मात्रक के महत्त्वपूर्ण अभिलक्षणों की सूची बनाइए।

1.2 हमारे पूर्वज किस प्रकार मापन करते थे

मापन करने और मापन युक्तियों की आवश्यकता प्राचीन काल से ही रही है। जब मनुष्य सभ्य बना, वह खेतीबाड़ी करने या समुदायों में रहने लगा तब उसने इस बात को समझा कि एक

अकेला व्यक्ति सब कुछ नहीं कर सकता और उसे अन्य व्यक्तियों पर निर्भर रहने की आवश्यकता है। इसने व्यापार के लिए मार्ग प्रशस्त किया और फिर संभवतः इससे मापन की आवश्यकता महसूस हुई।

मापन के अनेक तरीके अपनाए गए। तब से लेकर अब तक मापन पद्धति में बहुत विकास हुआ है। मापन के अनेक तरीके अपनाए गए। आइए, हमारे पूर्वजों द्वारा अपनाए गए मापन के रोचक तरीकों को संक्षप में जानें?



चित्र 1.1: शरीर के अंगों का मापन में उपयोग

लिपिबद्ध (लिखित) इतिहास इस बात का साक्षी है कि मनुष्य के शरीर के विभिन्न अंगों को किस तरह से मापन में काम में लाया जाता था। इसके कुछ उदाहरण हैं अंगुली की चौड़ाई (डिजिट), पैर की लम्बाई (फुट), हाथ की लम्बाई (क्यूबीट), पूरी तरह से फैले हाथ में अंगूठे के सिरे और कनिष्ठा के बीच की दूसरी (बालिश्त) आदि। इसी प्रकार फैदम का अर्थ था, किसी अंग्रेज (एग्लो-सेक्शन) किसान के दोनों हाथों को फैलाने के पश्चात् प्राप्त हुई चौड़ाई। यह बड़ी रोचक बात है कि इनमें से कुछ अभी भी प्रयोग में लाए जाते हैं।

कुछ ऐतिहासिक मात्रक आसपास की वस्तुओं पर आधारित थे। उदाहरण के लिए, रोमवासी अपनी मार्च करती सेना के द्वारा लिए गए एक कदम को पेस कहते थे और एक हजार कदम को एक मील कहा जाता था। इसी प्रकार, सोहलवीं सदी में गेहूं के दाने को द्रव्यमान के मात्रक के रूप में लिया जाता था और यह गेहूं के दाने के भार के बराबर था। अनुभाग 1.1.3 के मानदंड के आधार पर मात्रक का मूल्यांकन कीजिए। मापन की उपरोक्त प्राचीन मात्रकों की क्या सीमाएँ हैं? नीचे दिए गए रिक्त स्थान में अपनी प्रतिक्रिया दीजिए।

.....

.....

.....

.....

उपरोक्त क्रियाकलाप आपको अपनी जिज्ञासा को शान्त करने में मदद करेगी। नीचे वर्णित क्रियाकलाप को कीजिए और अपनी प्रतिक्रिया को लिखिए।

fØ;kdyki 1-1

अपने शरीर के किसी अंग को मात्रक मानकर क्या आप मापन की परिशुद्धता की जांच कर सकते हैं? अपने व्यक्तिगत सम्पर्क कार्यक्रम (PCP) में आप इसे तैयार कर सकते हैं। एक श्यामपट्ट (या एक मेज, एक डेस्क, एक दीवार अथवा अन्य कोई उपयुक्त लम्बी वस्तु) को चार-पाँच छात्रों के समूह के बीच रखिए।

इस क्रियाकलाप को अपनी कक्षा में और अपने घर पर भी आप कर सकते हैं। कक्षा में चार-पाँच छात्रों का समूह इसमें सहभागिता कर सकता है। (घर में परिवार के सदस्य या मित्र इस क्रियाकलाप को कर सकते हैं।)

पहले श्यामपट्ट की लम्बाई को बालिश्त और अंगुली की चौड़ाई (डिजिट) को मापन के मात्रकों के रूप में लें और फिर अपने अवलोकन को नीचे वर्णित सारणी में लिखिए।

क्र.सं.	छात्रों के नाम	श्यामपट्ट* की लम्बाई बालिश्त और अंगुली की चौड़ाई (डिजिट में), जैसे 10 बालिश्त और 3 डिजिट
1. 2. 3. 4. 5.		

*या कोई अन्य वस्तु जिस पर मापन किया गया हो

अपने मित्रों (अन्य छात्रों के समूह को) को कहिए कि एक-एक कर इसी मापन को दोहराएं और अपने परिणामों को ऊपर दी गई सारणी में भरें। इस तरह अपने अवलोकन के आधार पर आप बता सकते हैं कि आपके शरीर के अंगों द्वारा परिशुद्ध मापन किया नहीं किया जा सकता। (सही उत्तरों पर सही का निशान लगाइए व गलत उत्तर को हटा दीजिए)

क्या आप अपने उत्तर पर पुनः विचार कर उसे संशोधित करना चाहेंगे?

1.2.1 ekud ek=d dh vko';drk

ऊपर दिए गए क्रियाकलापों से यह निष्कर्ष निकलता है कि मानव शरीर के अंगों पर आधारित मात्रक स्वेच्छ और अशुद्ध हैं। इनसे प्राप्त परिणाम मापने वाले व्यक्ति पर निर्भर करते हैं क्योंकि मात्रक का नाप भिन्न-भिन्न व्यक्तियों के लिए भिन्न-भिन्न होता है। एक फीट या एक क्यूबिट का माप मापने वाले व्यक्ति पर आधारित होगा। इसके परिणामस्वरूप भिन्न-भिन्न देशों और दैनिक व्यवहार में अनेक समस्याएँ उत्पन्न हो गईं। मापन में एकरूपता लाने के लिए सही मापन की

आवश्यकता का अनुभव किया गया। इसके लिए एक मानक मापन को विकसित किया गया जो सभी लोगों के लिए स्वीकार्य हो।

लम्बाई को सही मापने की समस्या का सर्वप्रथम समाधान मिस्र के लोगों ने 3000 ई.पूर्व में किया था। यह एक मानक क्यूबिट को परिभाषित करके किया गया। यह मिस्र के फैरो शासक की मध्यमा के सिरे से कोहनी तक की दूरी को माना गया। मानक क्यूबिट के बराबर लम्बाई की मापन लकड़ियाँ/डन्डियाँ बनाई गईं। इसके फलस्वरूप सारे मिस्र देश में लम्बाई का एक मानक स्थापित हो गया। इसी प्रकार अन्य शासकों ने भी अलग-अलग मानक बनाने का प्रयत्न किया। उदाहरण के लिए, ब्रिटिश शासक हेनरी-प्रथम (1130-1137) ने यह राज्यादेश प्रसारित किया कि उसकी नाक के ऊपरी सिरे से लेकर पूरे फैलाए हुए हाथ के सिरे की दूरी को एक गज (यार्ड) माना जाए। रानी एलिजाबेथ-प्रथम ने यह घोषणा की कि एक मील को आठ फर्लांग के बराबर माना जाए। बैलों की एक जोड़ी जितनी दूरी तक बिना थके हुए एक खेत को जोत सके उस दूरी को एक फर्लांग कहते हैं। यह दूरी 220 गज के बराबर पाई गई। इस प्रकार के मानक उपयोगी थे परन्तु बहुत अल्पकालिक थे क्योंकि एक शासक के सत्ता से हटते या मृत्यु को प्राप्त होते ही पुरानी पद्धति को त्याग कर नई पद्धति को अपना लिया जाता। इसके भिन्न-भिन्न देशों में भिन्न-भिन्न शासकों के होने के कारण सभी अपने अलग-अलग मात्रक पद्धतियों को मानते थे। फलस्वरूप, 18वीं शताब्दी तक द्रव्यमान, लम्बाई, क्षेत्रफल और आयतन के बड़ी संख्या में मात्रक व्यापक प्रयोग में आए। आइए, विभिन्न ऐतिहासिक कालों में भारत में अपनाए जाने वाली मात्रक पद्धतियों के बारे में जानें।

1.2.2 Hkkjrh; ekiu i)fr

भारत में भी मापन पद्धति प्राचीन काल से ही विकसित हुई है।

(a) ikphu dky esa Hkkjrh; ekiu i)fr

प्राचीन भारत में किसी वृक्ष या अन्य वस्तु की छाया की लम्बाई की सहायता से दिन के सन्निकट समय को ज्ञात किया जाता था। लंबे समय अंतरालों को चांद-चक्रों के पदों में व्यक्त किया जाता था जो अभी भी कुछ पंचांगों का आधार है, जैसे भारत में विभिन्न ऐतिहासिक कालों में प्रचलित मापन पद्धतियों के उत्तम उदाहरण उपलब्ध हैं।

निर्माण में प्रयुक्त ईंटों का आकार सभी क्षेत्रों में समान था। ईंटों की लंबाई, चौड़ाई तथा मोटाई को एक मानक के रूप में लिया जाता था तथा ये सदैव ही 4 : 2 : 1 के अनुपात में थीं।

इस प्रकार लगभग 2400 वर्ष पूर्व चन्द्रगुप्त मौर्य के काल में मापतोल की एक सुपरिभाषित पद्धति थी। उस समय शासन यह सुनिश्चित करता था कि सभी एक समान बाट व मानकों का उपयोग करें। इस पद्धति के अनुसार लम्बाई का सबसे छोटा मात्रक '1 परमाणु' था। छोटी दूरियाँ 'अंगुल' में मापी जाती थीं। लम्बी दूरियाँ योजन में मापी जाती थीं। एक योजन लगभग 10 किलोमीटर के बराबर होता था।

चन्द्रगुप्त मौर्य के शासन काल में प्रयुक्त मापन के विभिन्न मात्रक

8 परमाणु	=	1 रजकण (रथ के पहिए से निकली धूल का कण)
8 रजकण	=	1 लिक्षा (जूँ का अण्डा)
8 लिक्षा	=	1 यूकामध्य
8 यूकामध्य	=	1 युवमध्य
8 युवमध्य	=	1 अंगुल
8 अंगुल	=	1 धनुर्मुष्टि

(संदर्भ- कौटिल्य का अर्थशास्त्र)

भारतीय चिकित्सा पद्धति, आयुर्वेद में भी द्रव्यमान व आयतन के मापन हेतु सुपरिभाषित मात्रक थे। मापन की पद्धति का दृढ़तापूर्वक पालन आवश्यक माना जाता था ताकि किसी विशेष रोग के लिए औषधि की उचित मात्रा सुनिश्चित की जा सके।

(b) eè;dky esa Hkkjrh; ekiu i)fr

मध्यकाल में भी मापन की पद्धति प्रचलित थी। जैसा कि अबुल अल्लामी द्वारा लिखित पुस्तक **आइन-ए-अकबरी** में वर्णन किया गया है, मुगल बादशाह अकबर के शासन काल में लम्बाई को मापने के मात्रक के रूप मे गज का प्रयोग किया जाता था। प्रत्येक गज को 24 बराबर भागों में बांटा जाता था तथा प्रत्येक भाग को **तास्सुज** कहा जाता था। इस पद्धति का व्यापक उपयोग भूखंडों को मापने, घरों, भवनों, कुंओं, उद्यानों व सड़कों आदि के निर्माण में मापन के लिए किया जाता था। आपको ज्ञात होना चाहिए कि 1956 में दशमलव प्रणाली के अपनाए जाने तक मात्रक के रूप में गज का व्यापक रूप से उपयोग होता रहा। अभी भी हमारे देश में अनेक भागों में, विशेषकर ग्रामीण क्षेत्रों में लम्बाई के मात्रक के रूप में गज का उपयोग किया जाता है।

(c) fcfV'k dky esa Hkkjrh; ekiu i)fr

मापन की पद्धति में एकरुपता लाने के लिए ब्रिटिश काल में अनेक प्रयास किए गए। अंग्रेज शासक भारतीय मापतोल को उस समय ग्रेट ब्रिटेन में प्रयुक्त पद्धति से जोड़ना चाहते थे। उस काल में लम्बाई मापने के लिए मात्रकों के रूप में इंच, फुट और गज तथा द्रव्यमान मापने के लिए ग्रेन, ऑन्स तथा पौंड का उपयोग होता था। भारत में इन मात्रकों एवं बाटों का उपयोग सन् 1947 में स्वतंत्रता प्राप्ति के समय तक होता रहा। भारत में द्रव्यमान के मात्रक के रूप में प्रयोग होने वाले मात्रक में रत्ती, मासा, तोला, छंटाक, सेर तथा मन थे। रत्ती एक लाल रंग का बीज होता है जिसका द्रव्यमान लगभग 120 mg होता है। इसका व्यापक रूप से उपयोग भारतीय परंपरागत चिकित्सा पद्धति के चिकित्सकों तथा स्वर्णकारों द्वारा किया जाता था।

fcfV'k dky e mi;kx gku oky n0;eku d ek=dk e ijLij lcèk

8 रती	1 माशा
12 माशा	1 तोला
5 तोला	1 छटांक
16 छटांक	1 सेर
40 सेर	1 मन
1 मन	100 पौंड ट्राय (यथार्थ)

ikBxr i'u 1.2

1. चन्द्रगुप्त मौर्य के शासन काल में उपयोग में लाए जाने वाले लम्बाई के सबसे छोटे मात्रक का नाम बताइए?
2. मानव शरीर के उन अंगों की सूची बनाइए जिसका मापन हेतु उपयोग किया जा सकता है।
3. मानव शरीर के अंगों द्वारा परिशुद्ध मापन क्यों नहीं किया जा सकता?
4. किस काल में 'गज' का लम्बाई के मात्रक के रूप में प्रयोग आरंभ हुआ?

1-3 vkèkfud ekiu i)fr

सन् 1790 की फ्रांसीसी क्रान्ति के तुरन्त बाद फ्रांसीसी वैज्ञानिकों ने मापतोल की नई पद्धति को स्थापित करने में अग्रणी भूमिका निभाई। इसके लिए राष्ट्रीय मानकों की स्थापना तथा दशमलव प्रणाली को अपनाने की उन्होंने वकालत की। इससे दशमलव प्रणाली का जन्म हुआ जो हमारी हिन्दू-अरबी गणना पद्धति की तरह ही दस की संख्या के अपवर्त्यों एवं उपविभाजनों पर आधारित थी।

गहन विचार-विमर्श के बाद लम्बाई और द्रव्यमान की मानक इकाई बनाई गई। एक मानक मीटर को बनाने के लिए उन्होंने एक प्लेटिनम-इरिडीयम धातु की छड़ पर एक मीटर की दूरी पर दो रेखाएँ अंकित कीं। इसी प्रकार एक क्यूबिक डेसीमीटर पानी के भार के बराबर उन्होंने प्लेटिनम-इरिडीयम धातु के सिलेण्डर (बेलन) को मानक माना। ये दोनों मानक अभी भी पेरिस के निकट इन्टरनेशनल ब्यूरो ऑफ वेट्स एण्ड मेजर्स पर रखे हुए हैं।

इन मानकों के अनेक प्रतिरूप बनाए गए और भिन्न-भिन्न स्थानों को भेजे गए। समय के मात्रक के लिए पृथ्वी के घूर्णन पर आधारित सेकण्ड, मिनट, घण्टों को लिया गया। इस दशमलव प्रणाली को सम्पूर्ण विश्व में व्यवहार में लाने के लिए सन् 1875 में एक अन्तर्राष्ट्रीय संधि पर हस्ताक्षर हुए जिसे मीटर कन्वेशन (metre convention) कहा गया। इन मात्रकों के विकास के दौरान अनेक पद्धतियों को काम में लाया गया। दो पद्धतियाँ जो सबसे अधिक व्यवहार में लाई गई वे थी, cgs और mks पद्धति। cgs पद्धति में लम्बाई, द्रव्यमान और समय के मात्रक क्रमशः सेंटीमीटर,

ग्राम व सेकंड लिए गए की इकाई पर आधारित थी जबकि mks पद्धति में मात्रक मीटर, किलोग्राम व सेकण्ड लिए गए। सन् 1958 में इस बात को माना गया कि मात्रकों को नए सिरे से परिभाषित किया जाए। सन् 1983 में 1 सेन्टीमीटर की दूरी को प्रकाश द्वारा निर्वात में 1 सेकण्ड के 1/299, 792,458 हिस्से में तय की गई दूरी के बराबर माना गया। इस प्रकार मात्रकों की पद्धति को पुनःपरिभाषित करने के फलस्वरूप SI मात्रक का चलन हुआ। अब हम SI पद्धति को विस्तार से पढ़ते हैं।

1-4 SI ek=d

सन् 1960 में मापतोल की ग्यारहवीं जनरल कान्फ्रेंस (CGPM) में मापतोल की अन्तर्राष्ट्रीय पद्धति को स्वीकार किया गया जिसे SI मात्रक कहा गया। SI फ्रेन्च शब्द (Le Systeme International de Unite's) का छोटा रूप है। आप जानते हैं कि लम्बाई, भार, द्रव्यमान, समय, घनत्व आदि का संबंध मापन से है। कोई भी राशि जो मापी जा सके उसे भौतिक राशि कहते हैं।

SI पद्धति के मात्रक सात **आधारभूत मात्रकों** पर आधारित हैं। ये वे भौतिक राशियां हैं जिनके आधार पर अन्य भौतिक राशियों का मापन किया जा सकता है। सारणी 1.1 में इन सभी आधारभूत SI मात्रकों के नाम व चिह्न दिए गए हैं। आधारभूत SI मात्रक की परिभाषाएँ और मानक परिशिष्ट-I में दिए गए हैं।

सारणी 1.1 मूल भौतिक राशियों के नाम और प्रतीक तथा उनके SI मात्रक

मूल भौतिक राशि	भौतिक राशि का प्रतीक	SI मात्रक का नाम	SI मात्रक का प्रतीक
लम्बाई	l	मीटर	m
द्रव्यमान	m	किलोग्राम	kg
समय	t	सेकण्ड	s
विद्युत धारा	I	ऐम्पियर	A
ऊष्मागतिक ताप	T	केल्विन	K
पदार्थ की मात्रा	n	मोल	mol
ज्योति तीव्रता	I	केन्डेला	cd

नोट : ताप के अन्य मापक डिग्री सेल्सियस (°C) और फारेनहाइट (F) में हैं।

कदाचित आपको सारणी 1.1 में दिए गए मात्रकों, द्रव्यमान तथा पदार्थ की मात्रा और ज्योति तीव्रता में भी भ्रम हो सकता है। किसी वस्तु में जितना पदार्थ होता है उसे द्रव्यमान कहते हैं। किसी वस्तु में उपस्थित द्रव्य की मात्रा को द्रव्यमान कहते हैं जबकि मोल किसी पदार्थ की वह मात्रा होती है जो ग्राम में व्यक्त उसके मोलर द्रव्यमान के बराबर होती है। उदाहरण के लिए

1 मोल HCl = 36.46 g

2 मोल HCl = $36.46 \times 2 = 72.92$ g

किसी बिन्दु स्रोत द्वारा प्रति सेकण्ड किसी विशेष दिशा में उत्सर्जित प्रकाश की मात्रा को हम ज्योति की तीव्रता कहते हैं।

fØ;kdyki 1-2

आपने घर पर एक तापमापी को लें। अपने किसी अभिभावक के साथ तापमापी पर बने मापन चिह्नों को अवलोकित करें।

(i) थर्मामीटर के ऊपर दो तरह के मापन चिह्न अंकित हैं, उन्हें लिखिए।

(ii) अपने तापमान को मापें और इसे °C (डिग्री सेल्सियस) और F (फारेनहाइट) में अंकित करें।

(iii) अगर इसे समझने में कोई समस्या है तो आप अपने निकटतम डॉक्टर, नर्स और ए.एन.एम. (सहायक नर्स) से सम्पर्क कर सकते हैं।

नोट : सामान्यतः 98.2°F - 98.6°F के बीच के शरीर के ताप को फारेनहाइट में नापा जाता है।

1-4-1 O;qRiUu ek=kd

मूल SI मात्रक जैसे लम्बाई, द्रव्यमान, समय आदि एक दूसरे पर निर्भर नहीं करते हैं। मात्रकों की अन्य भौतिक राशियां, जैसे क्षेत्रफल, घनत्व, गति आदि को मूल SI मात्रकों से व्युत्पन्न किया जाता है। अतः इन्हें व्युत्पन्न मात्रक कहते हैं। इस प्रकार व्युत्पन्न मात्रक को प्राप्त करने के लिए हमें भौतिक राशि तथा मूल भौतिक राशियों के आपसी संबंध को जानना जरूरी है। फिर मूल भौतिक राशियों के मात्रकों को प्रतिस्थापित कर वांछित व्युत्पन्न मात्रक को ज्ञात किया जाता है। कुछ उदाहरणों द्वारा जानने की कोशिश करते हैं कि किस प्रकार मूल मात्रकों के पदों में भौतिक राशियों के मात्रकों को व्युत्पन्न किया जाता है।

mnkgj.k 1 % fdlh i"B dk {ks=Qy dk SI ek=d O;qRiUu djukA

क्षेत्रफल के मात्रक को व्युत्पन्न करने के लिए उसके क्षेत्रफल और मूल भौतिक राशियों के आपसी संबंध को जानना जरूरी है। जैसा कि आप जानते हैं, किसी पृष्ठ के क्षेत्रफल को उसकी लम्बाई व चौड़ाई के गुणनफल के रूप में व्यक्त किया जाता है। अतः प्रथम चरण के रूप में हम क्षेत्रफल को निम्न प्रकार से लिखते हैं-

$$\text{क्षेत्रफल} = \text{लम्बाई} \times \text{चौड़ाई}$$

क्योंकि चौड़ाई भी एक प्रकार की लम्बाई ही है, इसलिए हम लिख सकते हैं

$$\text{क्षेत्रफल} = \text{लम्बाई} \times \text{लम्बाई}$$

अतः क्षेत्रफल के व्युत्पन्न मात्रक को ज्ञात करने के लिए हम मूल भौतिक राशियों के मात्रकों को निम्नानुसार प्रतिस्थापित करते हैं –

क्षेत्रफल का मात्रक = मीटर × मीटर = (मीटर)^2 = m^2

इस प्रकार क्षेत्रफल का SI मात्रक m^2 और इसे वर्ग मीटर बोला जाता है। इसी प्रकार आप जांच सकते हैं कि आयतन का SI मात्रक m^3 या घन मीटर है।

mnkgj.k 2 % cy dk 0;qRiUu ek=d Kkr djuk

आप जानते हैं कि बल को निम्न प्रकार से परिभाषित करते हैं –

बल = द्रव्यमान × त्वरण = द्रव्यमान × (वेग में परिवर्तन/समय)

क्योंकि गति में परिवर्तन = लम्बाई/समय

अतः बल = द्रव्यमान × (लम्बाई/समय) × (1/समय) = द्रव्यमान × (लम्बाई/समय^2)

बल के SI मात्रक को व्यंजक के दक्षिण पक्ष में आने वाली मूल भौतिक राशियों के SI मात्रकों को प्रतिस्थापित करके ज्ञात किया जा सकता है।

अतः ⇒ बल का SI मात्रक = kgm/s^2 = kg ms^{-2}

मूल भौतिक राशियों के अतिरिक्त सामान्य उपयोग में आने वाली कुछ भौतिक राशियों, उनका मूल भौतिक राशियों से संबंध और उनके SI मात्रक सारणी 1.2 में दिए गए हैं।

lkj.kh 1-2 lkekU; mi;ksx esa vkus okyh dqN Hkkfrd jkf'k;ksa dh 0;qRiUu ek=dksa dh dqN mnkgj.k

0;qRiUu jkf'k	foek	Ekk=d dk uke	Ekk=d dk izrhd
क्षेत्रफल	लम्बाई × लम्बाई	वर्ग मीटर	m^2
आयतन	लम्बाई × लम्बाई × लम्बाई	घन मीटर	m^3
चाल, वेग	लम्बाई/समय	मीटर प्रति सेकण्ड	ms^{-1}
त्वरण	(लम्बाई/समय)/समय	मीटर प्रति वर्ग सेकण्ड	ms^{-2}
तरग-संख्या	1/लम्बाई	व्युत्क्रम मीटर	m^{-1}
घनत्व	द्रव्यमान/(लम्बाई)^3	किलोग्राम प्रति घन मीटर	kgms^{-3}
कार्य	(द्रव्यमान × लम्बाई^2)/(समय)^2	किलोग्राम वर्ग मीटर प्रति वर्ग सेकण्ड	kgm^2/s^2

अनेक भौतिक मात्रक जैसे, दाब, बल आदि अक्सर प्रयोग में लाई जाती हैं लेकिन इनके SI मात्रक काफी जटिल हैं। इस कारण उन्हें बार-बार प्रयोग में जाना असुविधाजनक होता है। ऐसी भौतिक राशियों के व्युत्पन्न SI मात्रकों की कुछ विशिष्ट नाम दिए गए हैं। सारणी 1.3 में ऐसे कुछ भौतिक मात्रकों की सूची दी गई है।

टिप्पणी

lkj.kh 1-3 0;RiUu SI ek=kdk dk fof'k"V uke mudk i rhdk dk lkFk

Hkkfrd jkf'k	0;RiUu SI ek=d	Ekk=d dk fn;k x;k fof'k"V uke	fof'k"V uke dk fn;k x;k i rhd
आवृत्ति	s^{-1}	हर्ट्ज	Hz
बल	$m.kg.s^{-2}$	न्यूटन	N
दाब या प्रतिबल	$m^{-1}.kg.s^{-2}$	पास्कल	Pa
ऊर्जा या कार्य	$kg.m^2.s^{-2}$	जूल	J
शक्ति	$kg.m^2.s^{-3}$	वाट	W

ikBxr i'u 1-3

1. मूल मात्रक व व्युत्पन्न मात्रक में अंतर कीजिए।
2. द्रव्यमान और पदार्थ की मात्रा में क्या अन्तर होता है?
3. दाब के मात्रक को व्युत्पन्न कीजिए। (दाब = बल/क्षेत्रफल)
4. आपके पसंद के रेडियो कार्यक्रम का उद्घोषक भाषा की किस राशि का सामान्यतः प्रयोग करता है।
5. अपने घर के बल्ब/ट्यूबलाइट का अवलोकन उस पर अंकित मापन के मात्रक के लिए कीजिए। सारणी 1.3 देखकर पता लगाइए कि यह किस भौतिक राशि का मापन करता है?
6. वीना, मोहिन्दर व आलम बाजार गए। वीना ने लीटर से मापकर दूध लिया, मोहिन्दर ने टेबल पर बने मापन चिह्नों से मापकर रिबन लिया और आलम ने पत्थर से बने बाटों से तोलकर सब्जियाँ लीं। किसने उपयुक्त माप को काम में लेकर वस्तुएँ नहीं खरीदीं। उनके सही माप का नाम बताते हुए समझाइए।

1.4.2 SI iolyXu

जब हम भौतिक राशियों का मापन करते हैं तो अक्सर भौतिक राशि के मूल मात्रक की तुलना में मापी जाने वाली राशि बहुत बड़ी होती है। निम्नलिखित उदाहरणों को देखें,

पृथ्वी का द्रव्यमान = 5,970,000,000,000,000,000,000,000 kg

सूर्य की त्रिज्या = 6,96,000,000 m

मुम्बई व दिल्ली के मध्य की सन्निकट दूरी = 1,400,000 m

एक अन्य सम्भावना यह है कि भौतिक राशि के मात्रक की तुलना में भौतिक राशि बहुत छोटी होती है। निम्नलिखित उदाहरणों को देखें :

हाइड्रोजन के एक परमाणु की त्रिज्या = 0.000,000,000,05 m

एक इलेक्ट्रॉन का द्रव्यमान (m_e) = 0.000,000,000,000,000,000,000,911 kg

इन उदाहरणों द्वारा यह ज्ञात होता है कि जब मापी जाने वाली भौतिक राशि छोटी या बहुत बड़ी होती है तो उस संख्या को व्यक्त करना बहुत कठिन होता है। ऐसी संख्याओं को वैज्ञानिक अंकन पद्धति द्वारा सरलीकृत किया जा सकता है। इस अंकन पद्धति में संख्या को 10 की घात के रूप में लिखा जाता है। इस अंकन पद्धति में उपरोक्त उदाहरणों को निम्न प्रकार से लिख सकते हैं-

पृथ्वी का द्रव्यमान = 5.97×10^{24} kg

सूर्य की त्रिज्या = 6.96×10^{8} m

दिल्ली व मुम्बई के बीच की सन्निकट दूरी= 1.4×10^{6} m

हाइड्रोजन के एक परमाणु की त्रिज्या = 5×10^{-11} m

एक इलेक्ट्रॉन का द्रव्यमान (m_e) = 9.11×10^{-31} kg

वैज्ञानिक अंकन पद्धति द्वारा संख्याओं को अपेक्षाकृत सरल रूप में व्यक्त किया जा सकता है परन्तु फिर भी यह सुविधाजनक नहीं है क्योंकि इनमें घातों का प्रयोग होता है। संख्याओं को और सरल करने के लिए मात्रकों की पद्धति SI ने कुछ पूर्वलग्नों के प्रयोग को अनुशंसित किया। इन पूर्वलग्नों का SI मात्रकों के साथ इस प्रकार प्रयोग किया जाता है कि मापी जानी वाली भौतिक राशि को सुविधाजनक संख्या के रूप में व्यक्त किया जा सके। SI पूर्वलग्नों को किसी मात्रक के 10^{-24} से लेकर 10^{+24} तक के व्यापक परिसर को समाविष्ट करने के लिए परिभाषित किया गया है और इन्हें सारणी 1.4 में दिया गया है।

Ikj.kh 1-4 % ek=dk d vioR;k vkj viordk d SI iolyXu

vioR;	iolyXu	irhd	viord	iolyXu	irhd
10^{24}	योटा	Y	10^{-1}	डेसी	d
10^{21}	जेटा	Z	10^{-2}	सेन्टी	c
10^{18}	एक्जा	E	10^{-3}	मिली	m
10^{15}	पेटा	P	10^{-6}	माइक्रो	μ
10^{12}	टेरा	T	10^{-9}	नैनो	n
10^{9}	गिगा	G	10^{-12}	पिको	p
10^{6}	मेगा	M	10^{-15}	फेमटो	f
10^{3}	किलो	k	10^{-18}	एटो	a
10^{2}	हेक्टो	h	10^{-21}	जेपटो	z
10^{1}	डेका	da	10^{-24}	योक्टो	y

1-4-3 vki SI iwoZyXuk dk mi;ksx dSls djsaxs

SI पूर्वलग्नों का प्रयोग करने के लिए हमें मूल नियम को ध्यान में रखना चाहिए। यह नियम यह है कि पूर्वलग्न को हमें इस प्रकार चुनना है कि भौतिक राशि का परिणामी मान 0.1 और 1000 के मध्य हो। इसकी व्याख्या निम्न उदाहरण द्वारा करते हैं-

सूर्य की त्रिज्या = 6.96×10^8 m = 696×10^6 m = 696 Mm (696 मेगा मीटर)

विकल्पतः = 6.96×10^8 m = 0.696×10^9 m = 0.696 Gm (0.696 गिगा मीटर)

ikBxr iz'u 1-4

निम्नलिखित के मापनों को उपयुक्त SI पूर्वलग्न लगाकर पुनः लिखिए-

(i) एक प्रोटॉन की प्रभावी त्रिज्या; 1.2×10^{-15}m ________

(ii) मानव की लाल रक्त कणिका की त्रिज्या; 3.7×10^{-6}m _

(iii) हमारी मंदाकिनी की त्रिज्या; 6×10^{19}m ______________

SI पूर्वलग्न लगाते समय आपको निम्न नियमों का पालन करना चाहिए।

uksV %

- मात्रक के पूर्वलग्न और प्रतीक के बीच कोई स्थान छोड़ने की जरूरत नहीं, जैसे नैनोग्राम को ng लिखते हैं न कि n g।
- पूर्वलग्नों का प्रयोग केवल मात्रकों के साथ होता है, अकेले नहीं। जैसे 10μ का कोई अर्थ नहीं है, इसे 10 μm, 10 μg आदि लिखना चाहिए।
- आप एक समय में एक ही पूर्वलग्न का प्रयोग कर सकते हैं, जैसे 10^{-12} g को 1 pg से प्रदर्शित करते हैं न कि 1 mmg से।
- SI पूर्वलग्न को °C मात्रक के साथ नहीं लगाया जाता है।
- पूर्वलग्नित मात्रक की जो घात ली जाती है वह पूर्वलग्न समेत संपूर्ण मात्रक पर लागू होती है। उदाहरणार्थ, 1 $km^2 = (1000m)^2 = 10^6$ m^2 न कि 1000 m^2।

मूल मात्रक, किसी दी गई भौतिक राशि के लिए व्युत्पन्न SI मात्रक को ज्ञात करने की विधि तथा SI मात्रकों को पूर्वलग्नित करने की आवश्यकता और उपयोग को जानने के बाद, आइए अब व्यापक रूप से SI मात्रकों के प्रयोग करने के व्याकरणीय नियमों के बारे में जानें।

1-4-4 SI ek=dksa dks fu:fir djus ds fu;e

समानता के लिए विश्व के सभी वैज्ञानिक विभिन्न राशियों को मापने के लिए एक सर्वमान्य अन्तर्राष्ट्रीय मानक मात्रक पद्धति के उपयोग पर सहमत हुए हैं। इसी का परिणाम SI मात्रक है। इसमें यह महत्त्वपूर्ण है कि शब्दावली और व्याकरण तर्कपूर्ण और परिभाषित हो तथा एक

ही अर्थ वाला हो। इस मात्रक पद्धति का प्रत्येक व्यक्ति समान अर्थ में उपयोग करे। उस दिशा में यह इस उद्देश्य को प्राप्त करे जिसके लिए संख्यात्मक भाषाई नियम बनाए गए हैं। इसके कुछ सामान्य नियम नीचे दिए गए हैं-

- भौतिक राशि की मात्रा लिखते समय उसकी संख्या और उसके मात्रक को एक खाली स्थान द्वारा अलग करते हैं। उदाहरणार्थ- 100 mg सही है जबकि 100mg गलत।
- संख्या और °C के बीच में तथा एक कोण के डिग्री, मिनट, सेकण्ड के बीच में भी कोई खाली स्थान नहीं होना चाहिए।
- मात्रक के चिह्न/प्रतीक को बहुवचन में लिखते समय बदलना नहीं है, जैसे 10 mg लिखना सही है जबकि 10 mgs लिखना गलत।
- वाक्य की समाप्ति के अतिरिक्त मात्रक के प्रतीकों के बाद पूर्ण विराम का प्रयोग नहीं होता है, जैसे 10 mg यौगिक लिखना गलत है।
- SI पद्धति में मात्रक लिखते समय प्रतीकों के मध्य कुछ रिक्त स्थान छोड़ना चाहिए, जैसे m s मीटर सेकण्ड को जबकि ms सेकण्ड को प्रदर्शित करता है। इस प्रकार यदि मात्रकों को बिना रिक्त स्थान छोड़े लिखा जाए तो प्रथम अक्षर को पूर्वलग्न के रूप में लिया जा सकता है।
- एक से कम संख्या के लिए दशमलव बिन्दु से बायीं तरफ शून्य लिखा जाता है, जैसे- 0.928 लिखना सही है जबकि .928 गलत।
- यदि मात्रक किसी व्यक्ति के नाम पर है तो उनके प्रतीक को अंग्रेजी के बड़े अक्षरों से व्यक्त किया जाएगा। पूरा नाम लिखने पर मात्रक को बहुवचन में नहीं लिखना चाहिए, जैसे- 30.5 जूल या 30.5 J लिखना सही है परन्तु 30.5 जूल्स अथवा 30.5 j लिखना गलत है।
- मात्रक नाम के साथ घातों का उपयोग करने पर मात्रक नाम के बाद अपरिवर्तक (malifier) स्क्वेयर्ड या क्यूब्ड लिखा जाता है, जैसे- सेकण्ड स्क्वेयर्ड, ग्राम क्यूब्ड आदि। लेकिन क्षेत्रफल एवं आयतन के संदर्भ में घात पहले लिखा जाता है, जैसे वर्ग किलोमीटर या घन सेन्टीमीटर आदि।
- मात्रक के प्रतीकों को ऋणात्मक घात के साथ प्रदर्शित करने पर सॉलिडस (/) चिह्न का प्रयोग नहीं करना चाहिए। यदि उपयोग किया जाता है तो एक से अधिक सॉलिडस का प्रयोग नहीं करते हैं, जैसे गैस की इकाई के स्थिरांक (JK^{-1} mol^{-1}) को J/K mol की तरह प्रदर्शित किया जा सकता है J/K/mol की तरह नहीं।
- यह उपरोक्त वर्णित नियमों में पहले से ही लागू है कि SI पूर्वलग्न का प्रयोग करने पर इन नियमों को मानना पड़ेगा।

vkiu D;k lh[kk g

- मापन हमारे दैनिक जीवन के क्रियाकलापों का आवश्यक मूल कौशल है।
- यह तुलना की प्रक्रिया है और किसी मापन को करने में एक चयनित पैमाने का कितनी बार प्रयोग होता है उस संख्या को निरूपित करता है।

- भौतिक राशि के यथार्थ निर्धारण के लिए मापन आवश्यक है। यह दैनिक जीवनचर्या, व्यापार और वैज्ञानिक कार्यों में सहायक है।
- किसी भौतिक राशि का मात्रक एक मानक मान है जिसके पदों में उसी प्रकार की अन्य राशियों को व्यक्त किया जाता है।
- उपयोगी होने के लिए किसी मात्रक को मापी जाने वाली राशि के संगत, सुविधाजनक और सुपरिभाषित होना चाहिए ताकि प्रत्येक व्यक्ति इसे स्पष्ट रूप से समझ सके।
- प्राचीन काल में मापन के लिए मानव शरीर के अंगों का उपयोग किया जाता था परन्तु इससे विरोध तथा दुविधाएं उत्पन्न होती थीं क्योंकि ये स्वेच्छ होने और एक रूप मे न होने के कारण उन परिणामों को प्रदान करते थे जो पुनःप्राप्य नही थे।
- वर्तमान में हम मात्रक की अन्तर्राष्ट्रीय पद्धति का अनुसरण करते हैं जिसे SI मात्रक कहा जाता है। यह पद्धति सात मूल भौतिक राशियों लम्बाई, द्रव्यमान, समय, ताप, पदार्थ की मात्रा, ज्योति तीव्रता तथा विद्युत धारा के साथ संगति रखने वाले सात मूल मात्रकों पर आधारित है।
- अन्य सभी भौतिक राशियों के मात्रकों को मूल SI मात्रकों के पदों में व्युत्पन्न किया जा सकता है और इन्हें व्युत्पन्न मात्रक कहते हैं। कुछ व्युत्पन्न मात्रकों को विशिष्ट नाम दिए गए हैं।
- SI पूर्वलग्नों का उपयोग तब किया जाता है जब भौतिक राशि के मूल मात्रक की तुलना में मापी जानेवाली राशि बड़ी या बहुत छोटी होती है।
- ऐसी संख्याओं को लिखते समय SI मात्रकों के व्याकरण का अनुसरण करना चाहिए।

ikBkr i'u

1. निम्न में से कौन SI इकाई नहीं है?

   (अ) मीटर (ब) पौंड

   (स) किलोग्राम (द) सेकण्ड

2. यदि किसी विलयन का द्रव्यमान 10μg है तो यह किसके समान है:

   (अ) 10^{-6} g (ब) 10^{-12} g

   (स) 10^{-9} g (द) 10^{-3} g

3. बताइए कि नीचे लिखे वाक्य सही हैं या गलत। सही के लिए (√) और गलत के लिए (×) चिन्ह लगाइए।

   (अ) SI मात्रक स्वेच्छ होते हैं ( ) (ब) $1\ mm^2 = 10^{-3}\ m^2$ ( )

   (स) 10^{-15} g = 1 mpg ( ) (द) दाब के लिए SI मात्रक पास्कल है। ( )

4. उपयुक्त SI पूर्वलग्नों का प्रयोग कर निम्नलिखित मापनों को निरूपित कीजिए।

(अ) 2×10^{-8} s (ब) 1.54×10^{-10} m

(स) 1.98×10^{-6} mol (द) 200 000 kg

5. निम्न वस्तुओं को खरीदते समय कौन से SI मात्रक का उपयोग होता है?

(अ) रेशम का फीता (ब) दूध

(स) आलू

6. शरीर के ताप को मापने के लिए साामन्य मात्रक बताइए तथा इसका SI मात्रक लिखिए।

7. SI मात्रक के क्या लाभ हैं?

ifjf'k"V - I

¼v½ n0;eku % द्रव्यमान का SI मात्रक किलोग्राम है। एक किलोग्राम एक विशिष्ट सिलिण्डर का द्रव्यमान होता है जो प्लेटिनम-इरीडियम मिश्रधातु का बना है एवं इसे फ्रांस में स्थित मापतोल के अन्तर्राष्ट्रीय ब्यूरो में रखा गया है। इस मानक को 1887 में स्थापित किया गया था तथा इसमें कोई परिवर्तन नहीं हुआ है क्योंकि यह असाधारण रूप से एक स्थायी मिश्रधातु का बना है। इस मिश्रधातु के किलोग्राम के आदि - प्रारूप बनवाकर सदस्य देशों में वितरित किए गए। भारत का राष्ट्रीय आदि - प्रारूप किलोग्राम संख्या 57 है। इसे राष्ट्रीय भौतिक प्रयोगशाला, नई दिल्ली में संरक्षित रखा गया है।

¼c½ yEckbZ % लम्बाई का SI मात्रक मीटर है। पहले मीटर को पेरिस से होकर गुजरने वाली उत्तर ध्रुव तक के बीच की दूरी के $1/10^7$ गुना के रूप में परिभाषित किया गया था। इस मानक को व्यावहारिक कारणों से त्यागना पडा। सन् 1875 में नए मीटर को नियंत्रित अवस्थाओं में एक प्लेटिनम-इरीडियम की छड़ की दो रेखाओं के बीच की दूरी के रूप में परिभाषित किया गया। इस प्रकार के मानकों को कठिन नियंत्रित अवस्थाओं में रखा जाना आवश्यक है परन्तु इतना होने पर भी प्राकृतिक आपदाओं से इनकी सुरक्षा की कोई गारंटी नहीं है तथा विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी की वर्तमान आवश्यकताओं के लिए इनकी यथार्थता भी सीमित हैं। सन् 1983 में मीटर को पुनः परिभाषित किया गया। इस बार इसे निर्वात में प्रकाश द्वारा 1/299792458 सेकण्ड के समयांतराल में तय की दूरी के रूप में परिभाषित किया गया। यह परिभाषा स्थापित करती है कि निर्वात में प्रकाश की चाल 299792458 मीटर प्रति सेकण्ड है।

¼l½ le; % समय का SI मात्रक सेकण्ड है। पृथ्वी के अपने अक्ष पर घूर्णन के समय के पदों में समयान्तराल सेकण्ड को मूल रूप से परिभाषित किया गया था। पृथ्वी के घूर्णन की 24 भागों में बाँटा गया है, प्रत्येक भाग को एक 'घंटा' कहा जाता है। एक घंटे को पुनः 60 मिनट और प्रत्येक 60 मिनट को 60 सेकण्ड में बाँटा जाता है। इस प्रकार 1 सेकण्ड सोलर दिवस के 1/86460 वें भाग के बराबर होता है। परन्तु यह ज्ञात है कि पृथ्वी की घूर्णन गति में समय के साथ बदलाव होता रहता है। अतः एक दिन की लम्बाई शायद बहुत धीमी गति से बदलने वाली राशि अर्थात एक चर राशि है।

सन् 1967 में मापतोल पर आयोजित 13वीं सामान्य कान्फ्रेंस में एक सेकण्ड को सीजियम-133 के परमाणु के 9192631770 कंपनों में लगने वाले समय के रूप में परिभाषित किया गया। इस परिभाषा के मूल में एक ऐसी युक्ति है जिसे परमाणु घड़ी कहा जाता है।

¼n½ rki ¼ ताप का SI मत्रिका केल्विन (K) है। ताप मापन में प्रयोग में लाए जाने वाले ऊष्मागतिक मापक्रम में शून्य परम शून्य पर होता है तथा इसका निम्न नियत बिंदु पानी के त्रिक बिंदु (0°C) के तदनुरूपी 273.15K होता है। ऊष्मागतिक ताप का 1 मात्रक (1K) पानी के त्रिक बिंदु के ऊष्मागतिक ताप के 1/273.15 वें भाग के बराबर होता है।

¼;½ fo|qr /kkjk ¼ विद्युत धारा का SI मात्रक एम्पियर (I) है। एक एम्पियर धारा का वह मान है जो निर्वात में एक दूसरे में 1 मीटर दूरी पर स्थित अनन्त लम्बाई के दो सीधे व समांतर तारों के प्रवाहित होने पर तारों के बीच प्रति मीटर लंबाई पर 2×10^{-7} न्यूटन का बल उत्पन्न करता है।

¼j½ inkFkZ dh ek=k ¼ पदार्थ की मात्रा का SI मात्रक मोल है। किसी भी पदार्थ का एक मोल पदार्थ की वह मात्रा है जो कि कार्बन-12 के आइसोटोप SI के 0.012 kg के बराबर होता है।

¼y½ T;kfr rhozrk ¼ दीप्तिमान तीव्रता का SI मात्रक केन्डेला (cd) है। एक केन्डेला को दी गई दिशा में किसी स्रोत की ज्योति तीव्रता के रूप में परिभाषित करते हैं जो उस दिशा में 540×10^{12} हट्र्ज आवृत्ति के एकवर्णीय विकिरण को उत्सर्जित करता हो तथा उसी दिशा में जिसकी विकिरण तीव्रता 1/6827 वाट प्रति स्टिरेडियन हो।

ikBxr iz'uksa ds mÙkj

1.1

1. मापन को हम एक प्रकार की गणना के रूप में परिभाषित कर सकते हैं। गणना में चयनित पैमाने का कितनी बार प्रयोग होता है उसकी गिनती को यह सूचित करता है।

   उदाहरणार्थ : एक इंचटेप से लम्बाई को मापना या एक मापांकित बेलन से आयतन को मापना।

2. किसी माप, युक्ति या पैमाना जिसके पदों में हम भौतिक मापन को करते हैं, को मात्रक कहते हैं।

3. एक मानक मात्रक का उपयोगी होने के लिए उसमें निम्नलिखित अभिलक्षण होने चाहिए
   - सुसंगत
   - सुविधाजनक
   - सुपरिभाषित

1.2

1. परमाणु।
2. भुजा, अंगुल, क्यूबिट आदि।
3. क्योंकि प्रत्येक व्यक्ति के शरीर के अंगों का माप अलग-अलग होता है, इसलिए परिशुद्ध तथा यथार्थ मापन के लिए हम अपनी ज्ञानेंद्रियों पर भरोसा नहीं कर सकते।
4. मुगल बादशाह अकबर के शासन काल में।

1.3

1 (a) मूल मात्रक केवल सात हैं जबकि व्युत्पन्न मात्रकों की संख्या अत्यधिक है।

(b) मूल मात्रक एक-दूसरे पर निर्भर नहीं करते हैं लेकिन व्युत्पन्न मात्रक इन्हीं मूल मात्रकों से प्राप्त होते हैं।

2. किसी वस्तु का द्रव्यमान उस वस्तु में स्थित पदार्थ की मात्रा है जबकि पदार्थ की मात्रा उसके आण्विक द्रव्यमान के बराबर होती है।
3. दाब का मात्रक = बल का मात्रक/क्षेत्रफल का मात्रक = $kg\ ms^{-2} / m^2 = kg\ m^{-1}s^{-2}$
4. Hz
5. वाट
6. मोहिन्दर और आलम, मीटर पैमाना, किलोग्राम

1.4

(i) 1.2 fm (ii) 3.7 mm (iii) 60 E m

vf/kd tkudkjh ds fy, %

"कहानी मापतोल की", विज्ञान प्रसार प्रकाशन www.vigyanparsar.gov.in

ekWM~;wy - 2

gekjs vklikl ds n`';

2. gekjs vklikl ds n`';
3. ijek.kq vkSj v.kq
4. jklk;fud vfHkfØ;k,¡ vkSj lehdj.k
5. ijek.kq lajpuk
6. rRoksa dk vkorhZ oxhZdj.k
7. jklk;fud vkca/ku
8. vEy] {kkj vkSj yo.k