

अंक

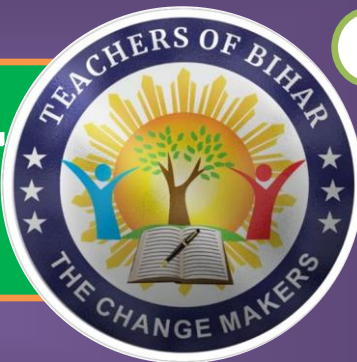
9

मई 2020

हरिधर उज्ज्वल

ज्ञान दृष्टि

मापन



प्रिय पाठकों,

'ज्ञान दृष्टि' का नौवां अंक 'मापन' आपके समक्ष प्रस्तुत है। 'टीचर्स ऑफ बिहार' ज्ञान दृष्टि अंक के माध्यम से पाठ्यचर्या से जुड़ी किसी एक खास टॉपिक पर आपका ज्ञानवर्द्धन तथा रोचक तथ्यों को प्रस्तुत करने को प्रयासरत है। उम्मीद है यह अंक बच्चों और पाठकों के ज्ञानवर्द्धन में मददगार सिद्ध होगा।

सभ्यता के शुरूआती दौर में मनुष्य के पास कोई मानक इकाई नहीं थी। आकाश में सूर्य-चन्द्र की स्थिति को देखकर वह समय का अंदाज लगाता था। लेकिन बादलों वाले दिनों में या अंधेरी रातों में समय ज्ञात करना मुश्किल था। वस्तुओं के विनिमय के लिए चुटकी, मुट्ठी या बर्तन, दूरी मापने के लिए कदम, हाथ, बाँस आदि का इस्तेमाल करता था। छोटी लम्बाइयों को मापने के लिए बिता, अँगुली ही उसके मापन इकाई बन जाते थे। आप भी अपने घरों में मुट्ठी भर अनाज, चुटकी भर नमक, एक चम्मच घी, अँजुरी भर चावल, एक गिलास दूध, एक बिता कपड़ा आदि मापन शब्दों का इस्तेमाल जरूर करते होंगे।

दैनिक जीवन में मापन का महत्व इतना अधिक है कि 0.01 सेकेण्ड के अंतर के कारण धावक स्वर्ण पदक से चूक जाता है। 1 मिनट की देरी होने पर आपकी ट्रेन छूट जाती है। भोजन में थोड़ी अधिक नमक आपके जायके का स्वाद खराब कर सकता है। थोड़ा विलम्ब होने पर आप परीक्षा से वंचित हो सकते हैं। एक परमाणु का अंतर होने से दूसरे यौगिक का निर्माण हो सकता है।

इस अंक में मापन के प्राचीन मात्रक से लेकर आधुनिक मात्रक तक की चर्चा की गई है। इसके अलावे मापन के विभिन्न वैज्ञानिक यंत्रों से भी आप परिचित होंगे।



'एक चुटकी सिन्दूर की कीमत तुम क्या जानो रमेश बाबू...' यह फिल्मी डायलॉग तो आपने जरूर सुना होगा और 'पल भर के लिए कोई मुझे प्यार कर ले झूठा ही सही...' इस गाने को भी आपने जरूर गुनगुनाया होगा। है न?

आप अपने घर में लम्बाई का अनुमान लगाने के लिए डंडा, हाथ, बिता या बालिश्त, अँगुल, कदम, पाँव का प्रयोग करते होंगे। इसी तरह किसी चीज की मात्रा को बताने के लिए मुट्ठी भर, चुटकी भर, सुई की नोक भर, अँजुरी भर, एक चम्मच, एक कप, एक गिलास, मटर के दाना भर आदि शब्दों का प्रयोग करते होंगे। गहराई मापने के लिए घुटना भर, कमर तक, गले तक, सिर से ऊपर जैसे मापन शब्द का प्रयोग करते होंगे।

किसी दी हुई राशि को उसके मात्रक से तुलना करने की क्रिया को **मापन** कहते हैं।

बच्चे कीत्-कीत् के खेल में कदम या पैर से नाप कर घर बनाते हैं। बच्चे घोंघा-पानी के खेल में गहराई का नाप 'इतना-पानी' करके इशारों में बताते हैं। किसान अपने खेतों की मेड़ बनाने या बीजों को रोपने के लिए कदम, बिता, हाथ आदि का इस्तेमाल करता है। इस तरह से वह एक अनुमान के जरिये अपना कार्य करता है। अनुमान भी एक तरह से मापन ही है जो दिमागी तौर पर किसी जानी-पहचानी या गैर-मानक इकाई के संदर्भ में किया जाता है।

गैर-मानक मापन इकाईयां अविश्वसनीय होते हैं। उदाहरण के लिए, सोनु 10 वर्ष का लड़का है। उसने अपने घर की एक खिड़की की चौड़ाई अपने बित्ते से नापा। उसने अपने बित्ते से इसका नाप 8 बिता दो अंगुल बताया। इसी खिड़की के नाप को उसके पिता ने उनके बित्ते से 6 बिता बताया। जबकि सोनु के 5 साल की बहन के बित्ते से उसी खिड़की की चौड़ाई का नाप 10 बिता था। अब आप सोच सकते हैं कि एक ही खिड़की की चौड़ाई की नाप अलग-अलग कैसे हो गयी।

एक और दूसरा उदाहरण लेते हैं। आप अपनी माता जी से पाँच मुट्ठी चावल किसी बर्तन में देने को कहें। अब आप अपनी मुट्ठी से उसे नापें। क्या आपके और आपके माता जी दोनों के मुट्ठी की माप बराबर है?

एक तीसरा उदाहरण से आप समझ सकते हैं कि एक ही परिवार में अलग-अलग लोगों के चप्पल की साइज भी समान या अलग हो सकती है। एक चार वर्ष के बच्चे की चप्पल का साइज एक व्यस्क बच्चे की चप्पल के साइज से अलग होता है। भिन्न व्यक्तियों के आकार, हाथ की लम्बाई, पैर की लम्बाई आदि में भी भिन्नता होती है। इससे स्पष्ट है कि पैर, कदम, हाथ, अंगुल आदि को मानक इकाई नहीं माना जा सकता। अतः ये मापन के अमानक इकाई हैं।

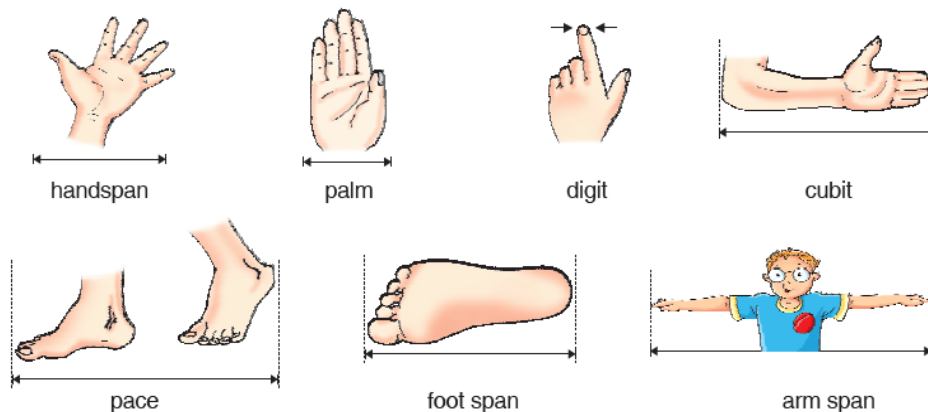
हालांकि हम माप के अपने-अपने इकाई या मात्रक तय कर सकते हैं लेकिन इससे आपसी व्यवहार में न केवल असुविधा होगी, बल्कि कई गड़बड़ियां भी उत्पन्न होगी। उदाहरण के लिए, एक ही व्यक्ति द्वारा मुट्ठी से दिया गया अनाज का वजन अलग-अलग बार में अलग-अलग हो सकता है। सोचें यदि दूकानदार मुट्ठी से चावल की माप करने लगे तो किसी को चावल थोड़ी अधिक भी मिल सकती है या फिर थोड़ा कम भी हो सकता है। अतः **भौतिक राशियों को मापने के लिए एक निर्धारित मात्रक की नाप का पैमाना बनाया जाता है जिसे 'मानक' कहते हैं।**

किसी भी राशि की माप करने के लिए उसी राशि के एक निश्चित परिमाण को मानक (**standard**) मान लिया जाता है और उसे कोई नाम दे दिया जाता है, जिसे उस राशि का **मात्रक** या **इकाई (unit)** कहते हैं।

किसी भौतिक राशि को मापने के लिए उसी प्रकार की राशि को **प्रमाण/मानक** माना जाता है जिसे उस माप की इकाई कहते हैं।

Units of Length

Non-standard Units:



अब जरा सोचें, यदि कोई आपसे पूछे कि आपका विद्यालय आपके घर से कितना दूर है? तो आप क्या कहेंगे? आपका जबाब सौ मीटर, आधा किलोमीटर, एक कोश, दो मील, चार किलोमीटर, 50 फीट आदि हो सकता है। उपरोक्त प्रश्न का जवाब आप ये तो नहीं कह सकते कि बीस सेकेण्ड, आधा घंटा, दो घंटा, पैंतालिस मिनट, चार लीटर या फिर दो किलोग्राम। आप सोच रहे होंगे कैसी बेतुकी बात है। लम्बाई या दूरी को मीटर, कोश, मील आदि लम्बाई के इकाईयों में व्यक्त किया जाता है। घंटा, मिनट, सेकेण्ड समय के इकाई हैं और किलोग्राम द्रव्यमान का। इससे स्पष्ट है कि लम्बाई या दूरी की इकाई, समय या द्रव्यमान की इकाई से अलग होता है। दूसरे शब्दों में, लम्बाई का मात्रक अलग, द्रव्यमान का मात्रक अलग और समय का मात्रक अलग होता है।

दुनिया में अलग-अलग प्रकार के भौतिक राशियों के मापन के लिए उसी प्रकार की राशि को प्रमाण माना जाता है, जिसे उस माप की **इकाई** कहते हैं। किसी भौतिक राशि को व्यक्त करने के लिए यह आवश्यक है कि व्यवहृत इकाई का नामकरण किया जाय। उदाहरण के लिए, यदि किसी वस्तु का द्रव्यमान व्यक्त करना हो तो सबसे पहले द्रव्यमान की इकाई भी निर्धारित करनी होगी। यदि द्रव्यमान की इकाई को किलोग्राम मान लिया जाए और किसी वस्तु का द्रव्यमान 5 किलो बताया जाय तो इसका अर्थ होगा कि एक किलोग्राम की इकाई से उस वस्तु में 5 गुणा द्रव्यमान शामिल है।

लम्बाई, द्रव्यमान और समय के इकाइयों को मूल इकाई कहते हैं, क्योंकि दूसरी इकाईयां इन्हीं पर निर्भर हैं। ये तीनों इकाईयां परस्पर भिन्न हैं और इन तीनों का आपस में कोई संबंध नहीं है।

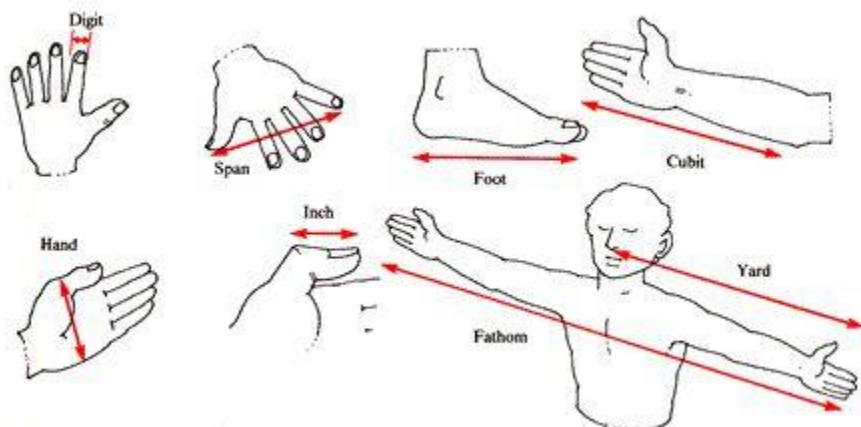
जिन मात्रकों में आपस में कोई संबंध नहीं होता उसे **मूल मात्रक (Fundamental units)** कहते हैं। मूल मात्रक को आधारिक मात्रक भी कहते हैं।

दुनिया के अलग-अलग हिस्सों में मापन की कई प्रणालियां विकसित हुईं। इनमें से कुछ प्रसिद्ध प्रणाली ब्रिटिश या फुट-पौंड-सेकेण्ड प्रणाली (F.P.S. System) है तथा सेन्टीमीटर-ग्राम-सेकेण्ड (C.G.S. System) तथा गिओर्गी प्रणाली (M.K.S. System) है।

- ब्रिटिश या फुट-पौंड-सेकेण्ड प्रणाली (F.P.S. System)**— इस प्रणाली में लम्बाई की इकाई फुट, द्रव्यमान की इकाई पौंड और समय की इकाई सेकेण्ड होता है। लन्दन के व्यापारिक समिति के कार्यालय में रखी एक पीतल की छड़ पर अंकित दो निशानों के बीच की दूरी को 62°F ताप पर एक गज माना जाता है। एक फुट एक गज का एक तिहाई भाग है। उसी कार्यालय में रखे हुए प्लैटिनम के टुकड़े के द्रव्यमान को एक पौंड के बराबर माना जाता है। एक सेकेण्ड एक मध्यमान सौर दिन के 86,400वें भाग के बराबर होता है। जब सूर्य द्वारा किसी वस्तु की छाया सबसे छोटी बनती है तो उस समय सूर्य उस स्थान के मध्याह्न पर स्थित होता है तथा उस समय को दोपहर (noon) कहते हैं। दो क्रमागत दोपहरों के बीच का समय एक सौर दिन (Solar Day) कहलाता है। सभी सौर दिनों की अवधि एक समान नहीं होती है, क्योंकि पृथ्वी सूर्य के चारों ओर दीर्घ वृताकार पथ (elliptic path) में परिवर्तनशील गति से घूमती है। एक मध्यमान सौर दिन एक वर्ष के सभी सौर दिनों का औसत होता है।

इस प्रणाली में व्यवहार में आने वाली कुछ इकाइयों के बीच परस्पर संबंध निम्न हैं—

लम्बाई की इकाई	द्रव्यमान की इकाई	समय की इकाई
12 इंच (Inch) = 1 फुट (Foot)	16 औंस (Oz) = 1 पौंड (lb.)	60 सेकेण्ड = 1 मिनट (Minute)
3 फीट (Feet) = 1 गज (Yard)	28 पौंड (lb.) = 1 क्वार्टर (Qr.)	60 मिनट = 1 घंटा (Hour)
220 गज (Yard) = 1 फर्लांग (Furlong)	4 क्वार्टर (Qr.) = 1 हण्डरवेट (Cwt.)	24 घंटा = 1 सौर दिन (Solar Day)
8 फर्लांग (Furlong) = 1 मील (Mile)	20 हण्डरवेट (Cwt.) = 1 टन (Ton)	$365\frac{1}{4}$ सौर दिन = 1 सौर वर्ष (Solar Year)
	14 पौंड (lb.) = 1 स्टोन (Stone)	



- सेन्टीमीटर-ग्राम-सेकेण्ड (C.G.S. System)**— इस प्रणाली में लम्बाई की इकाई सेन्टीमीटर, द्रव्यमान की इकाई ग्राम और समय की इकाई सेकेण्ड है। “ब्रिटिश एसोसियेशन फॉर द एडवांसमेंट ऑफ साइंस” ने प्रसिद्ध वैज्ञानिक मैक्सवेल एवं थॉमसन द्वारा प्रतिपादित मूल एवं व्युत्पन्न मात्रकों की एक सम्बद्ध मात्रक पद्धति की आवश्यकता के आधार पर वर्ष 1874 में तीन यांत्रिक मात्रकों सेंटीमीटर, ग्राम एवं सेकेण्ड की ‘सीजीएस पद्धति’ प्रवर्तित की। सीजीएस मात्रक विद्युत चुम्बकत्व के क्षेत्र में असुविधाजनक साबित हुआ।

3. **एम के एस पद्धति (M.K.S. System)**— इस प्रणाली में लम्बाई का मात्रक मीटर, द्रव्यमान का मात्रक किलोग्राम और समय का मात्रक सेकेण्ड होता है। 20 जून 1875 को 17 यूरोपीय देशों ने एक संधि पर हस्ताक्षर कर मात्रकों के मानक स्थापित करने के उद्देश्य से तथा नाप-तौल की एकसमान पद्धति विकसित करने के लिए “अंतर्राष्ट्रीय नाप-तौल ब्यूरो” की स्थापना की। जिसका मुख्यालय पेरिस के निकट सेवरेस में है। इसी सम्मेलन में समय के मात्रक के लिये ‘सेकेण्ड’ मूल मात्रक स्वीकार किया गया। समय के मात्रक को पृथ्वी की दैनिक गति से सम्बद्ध करते हुए एक माध्य सौर दिवस के 86400 के भाग को ‘एक सेकेण्ड’ माना गया। इस तीन मूल मात्रकों मीटर, किलोग्राम और सेकेण्ड के प्रथमाक्षर को लेकर ‘एम के एस पद्धति’ कहा गया।

मानक मात्रक का निर्धारण कौन करता है?

वर्तमान में अंतर्राष्ट्रीय स्तर पर मानक मात्रक तय करने का दायित्व एक “अंतर्राष्ट्रीय नाप-तौल ब्यूरो” CGPM (*Conference Generale des Poids et Mesure*) अथवा General Conference on Weight and Measures का है। उसके द्वारा प्रदान किया गया सर्वमान्य मात्रक एस आई मात्रक कहलाता है, जो मूल रूप से मीट्रिक प्रणाली का व्यापक और विस्तृत रूप है। अंतर्राष्ट्रीय नाप-तौल संस्थान(1875) जो की पेरिस के सेवर्स शहर में स्थित है, ने 1875 में आधुनिक नाप-पद्धति को स्वीकार किया।

प्रत्येक राशि को मापने के लिए माप का मात्रक निर्धारित करना जरूरी है लेकिन सभी राशियां एक-दूसरे से स्वतंत्र नहीं हैं। अतः सभी भौतिक राशियों के लिए अलग-अलग मात्रक की आवश्यकता नहीं है। जैसे लम्बाई का मात्रक निर्धारित करने पर क्षेत्रफल का मात्रक भी स्वतः प्राप्त हो जाता है। अर्थात् यदि किसी वर्गाकार कक्ष की भुजा मीटर में मापी जाये तो उसका क्षेत्रफल का परिणाम भी वर्ग मीटर में प्राप्त किया जा सकता है।

किसी राशि में उसका मात्रक जितनी बार शामिल होता है, वह संख्या उस राशि का **परिमाण (Magnitude)** कहलाता है। किसी भी मापन के परिणाम को दो पदों में व्यक्त किया जाता है। पहला पद संख्यात्मक होता है, जो यह बतलाता है कि राशि निर्धारित मात्रक की कितनी गुनी है। जबकि दूसरा पद मात्रक का नाम बतलाता है। जैसे—

5 किलो मीटर

250 ग्राम

3 घंटा

45 मिनट

10 लीटर

उपरोक्त सभी परिमाणों में पहला पद संख्यात्मक है। दूसरा पद क्रमशः मीटर, ग्राम, घंटा, मिनट, लीटर राशि का मात्रक है।

कुछ राशियों के मात्रकों को **मूल मात्रक (Fundamental or Basic units)** माना जा सकता है तथा अन्य राशियों के मात्रक इन मूल राशियों से व्युत्पन्न किये जा सकते हैं। ऐसे मात्रकों को जो मूल मात्रकों से व्युत्पन्न होते हैं, उन्हें व्युत्पन्न मात्रक कहा जाता है। व्युत्पन्न मात्रक, मूल मात्रकों के एक उच्च घातों पर निर्भर करते हैं। क्षेत्रफल, घनत्व, आयतन आदि के मात्रक **व्युत्पन्न मात्रक (Derived Units)** हैं।

SI पद्धति

यद्यपि तीन मूल मात्रकों— मीटर, किलोग्राम और सेकेण्ड के आधार पर अन्य सभी राशियों के मात्रक व्युत्पन्न किये जा सकते थे। परन्तु वैज्ञानिकों ने अनुभव किया कि इन मूल मात्रकों पर आधारित मापन पद्धति न तो अधिक सुविधाजनक होगी और न ही इससे मापन में यथार्थता प्राप्त की जा सकेगी। इसलिए कुछ और भौतिक राशियों के मात्रकों को मूल मात्रक मानने का विचार किया गया।

वर्ष 1901 में गिओवानि गिओर्गी ने प्रस्तावित किया कि तीन यांत्रिक मूल मात्रकों के अलावे विद्युत धारा का मात्रक एम्पीयर को संयुक्त कर चार मूल मात्रकों पर आधारित संशोधित मात्रक पद्धति निर्धारित की जाये। गिओर्गी के प्रस्ताव पर अंतर्राष्ट्रीय विद्युत आयोग, शुद्ध अनुप्रयोग भौतिकी के अंतर्राष्ट्रीय संगठन, आदि अंतर्राष्ट्रीय संस्थाओं में हुये व्यापक विचार विमर्श के आधार पर समिति ने वर्ष 1939 में चार मूल मात्रकों मीटर, किलोग्राम, सेकेण्ड तथा एम्पियर पर आधारित चतुर्विमीय मात्रक पद्धति एम के एस पद्धति अपनाने की अनुशंसा की जिसे वर्ष 1948 में 9वीं नाप-तौल की जनरल कॉन्फ्रेंस में स्वीकार कर लिया गया।

इसी कॉन्फ्रेंस में अंतर्राष्ट्रीय समिति (CIPM) को वैज्ञानिक, तकनीक, शैक्षिक क्षेत्र में मापन को और अधिक सुगम बनाने के लिए कुछ और मात्रक के खोज करने का निर्देश दिया गया। CIPM द्वारा की गई अधिकारिक खोजबीन के आधार पर वर्ष 1954 में 10वीं नाप-तौल की जनरल कॉन्फ्रेंस ने विद्युत धारा के लिए ‘एम्पीयर’, उष्मागतिक ताप के लिए ‘डिग्री केल्विन’ (जिसे अब केवल

केल्विन कहते हैं) तथा ज्योति तीव्रता के लिए 'कैन्डेला' को मूल मात्रक स्वीकार कर लिया गया। वर्ष 1960 में 11वीं जनरल कॉन्फ्रेंस में मूल मात्रकों मीटर, किलोग्राम, सेकेण्ड, एम्पियर, केल्विन व कैन्डेला पर आधारित मात्रक पद्धति को फ्रांसीसी भाषा में “**Le System International d' Units**” (अर्थात् **मात्रकों की अंतर्राष्ट्रीय पद्धति**) नाम देकर इसे संक्षेप में सभी भाषाओं में **SI Units** कहने एवं लिखने का निर्णय लिया गया। वर्ष 1971 में 14वीं नाप-तौल की जनरल कॉन्फ्रेंस में पदार्थ की मात्रा मापने के लिए सातवां मूल मात्रक 'मोल' जोड़ दिया गया।

Basic SI units-

	भौतिक राशि	मात्रक	संकेत
1	लम्बाई	मीटर (Meter)	m
2	द्रव्यमान	किलोग्राम (Kilogram)	kg
3	समय	सेकेण्ड (Second)	s
4	विद्युत धारा	एम्पियर (Ampere)	A
5	तापमान	केल्विन (Kelvin)	K
6	ज्योति तीव्रता	कैन्डेला (Candela)	cd.
7	पदार्थ की मात्रा	मोल (Mole)	mol.

Supplementary SI units-

	भौतिक राशि	मात्रक	संकेत
1	तलीय कोण	रेडियन (Radian)	rad.
2	ठोस कोण	स्टेरेडियन (Steradian)	sr.

SI मात्रकों को लिखने की विधि-

नाप-तौल की जनरल कॉन्फ्रेंस द्वारा एस आई मात्रकों को लिखने की पद्धति भी निश्चित की गई है। अतः इनको सही रूप में लिखने के लिए निम्न बातों को ध्यान में रखना चाहिए।

- एस आई मात्रकों के प्रतीक चिह्न रोमन अक्षर है। केवल उपगुणांक माइक्रो के लिए ग्रीक अक्षर μ है।
- मात्रकों का पूरा शब्द लिखना चाहिए या फिर प्रतीक चिह्न। जैसे मीटर (meter) या m.
- प्रतीक चिह्नों को अंग्रेजी में बहुवचन बनाने के लिए “s” का प्रयोग कदापि नहीं करना चाहिए। जैसे 5 liter न कि 5 liters.
- सात में से दो मूल मात्रक एम्पियर (A) तथा केल्विन (K) के प्रतीक चिह्न बड़े अक्षरों में लिखे जाते हैं जबकि अन्य पाँच मात्रकों के प्रतीक चिह्न अंग्रेजी के छोटे अक्षरों में लिखे जाते हैं। ये प्रतीक चिह्न सभी भाषाओं में इसी प्रकार लिखे जाते हैं। उदाहरण के लिये, 3 किलोमीटर की दूरी को अंग्रेजी, हिन्दी, रूसी, जर्मन या अन्य किसी भाषा में 3 **ह** ही लिखा जायेगा। इन्हें प्रतीक चिह्न समझना चाहिए न कि अंग्रेजी भाषा के अक्षर।
- कई मात्रकों के नाम प्रसिद्ध वैज्ञानिकों के नाम पर हैं परन्तु जब मात्रक का नाम अंग्रेजी में पूरा-पूरा लिखना हो तो बड़ा अक्षर नहीं लिखते। उदाहरण के लिये, 4 newton या 4 N, 3 joule, 100 watt न कि 4 Newton, 3 Joule, 100 Watt.
- प्रतीक चिह्न के साथ पूर्ण विराम का चिह्न (.) न लगायें जब तक कि इसके साथ ही वाक्य समाप्त न हो।

मात्रकों के उपसर्ग

Prefix	Symbol	1000 ^m	10 ⁿ
yotta	Y	1000 ⁸	10 ²⁴
zetta	Z	1000 ⁷	10 ²¹
exa	E	1000 ⁶	10 ¹⁸
peta	P	1000 ⁵	10 ¹⁵
tera	T	1000 ⁴	10 ¹²
giga	G	1000 ³	10 ⁹
mega	M	1000 ²	10 ⁶
kilo	k	1000 ¹	10 ³
hecto	h	1000 ^{2/3}	10 ²
deca	da	1000 ^{1/3}	10 ¹
		1000 ⁰	10 ⁰
deci	d	1000 ^{-1/3}	10 ⁻¹
centi	c	1000 ^{-2/3}	10 ⁻²
milli	m	1000 ⁻¹	10 ⁻³
micro	μ	1000 ⁻²	10 ⁻⁶
nano	n	1000 ⁻³	10 ⁻⁹
pico	p	1000 ⁻⁴	10 ⁻¹²
femto	f	1000 ⁻⁵	10 ⁻¹⁵
atto	a	1000 ⁻⁶	10 ⁻¹⁸
zepto	z	1000 ⁻⁷	10 ⁻²¹
yocto	y	1000 ⁻⁸	10 ⁻²⁴

‘मीटर’ की परिभाषा

- फ्रांसीसी वैज्ञानिकों ने लम्बाई के मात्रक को ‘मीटर’ कहा। उन्होंने इसे पृथ्वी की परिधि से सम्बद्ध किया। पृथ्वी के उत्तरी ध्रुव से पेरिस से होकर गुजरने वाली याम्योत्तर के अनुदिश भूमध्य रेखा तक की दूरी को एक करोड़ मीटर माना। अर्थात् पृथ्वी के ध्रुव और विषुवत रेखा के बीच सबसे कम दूरी के एक करोड़वें भाग को ‘एक मीटर’ कहा जाता था। यह सबसे पहले फ्रांसीसी गणराज्य द्वारा 1808 में परिभाषित किया गया था। इस मीटर का मान कुछ अंश तक गलत होता है।
- अंतर्राष्ट्रीय माप संस्थान पेरिस में 0°C पर रखी गयी मिश्र धातु (90% प्लैटिनम एवं 10% इरीडियम) के छड़ के ऊपर बने दो निशानों के बीच की दूरी एक मानक मीटर कहलाती है। इसे “Meter de archives” कहते हैं जिसे 22 जून 1799 को फ्रांस के अभिलेखागार में जमा करा दिया गया।
- मानक मीटर वह दूरी है जिसे प्रकाश निर्वात में $\frac{1}{299,792,458}$ सेकेण्ड में तय करता है। (1983 में यह निर्णय लिया गया कि कृत्रिम मानक मात्रकों के नष्ट या क्षय होने की संभावना रहती है। अतः ऐसा परिभाषा तय किया जाये जो अक्षय हो, सर्वव्यापी हो तथा सर्वमान्य हो।)
- अक्टूबर 1960 में वैज्ञानिकों की माप एवं तौल की अंतर्राष्ट्रीय सभा में दी गई आधुनिक परिभाषा के अनुसार— मानक मीटर वह दूरी है जो शुद्ध गैस क्रिप्टन-36 (Kr^{36}) से भरी ट्यूब में विद्युत विसर्जन द्वारा उत्पन्न नारंगी रंग के प्रकाश के तरंगदैर्घ्य का 1,650,763.73 गुनी है।
- मीटर की परिभाषा नीचे जैसे भी दी जा सकती है—
 - कैडमियम लाल रेखा के तरंगदैर्घ्य की 1,553,163.5 गुनी लम्बाई मीटर है।
 - कैडमियम हरी रेखा के तरंगदैर्घ्य की 1,966,249.7 गुनी लम्बाई मीटर है।
 - कैडमियम नीली रेखा के तरंगदैर्घ्य की 2,083,372.1 गुनी लम्बाई मीटर है।
 - पारा की हरी रेखा के तरंगदैर्घ्य की 1,831,249.2 गुनी लम्बाई मीटर है।

‘किलोग्राम’ की परिभाषा

- द्रव्यमान के मात्रक को लम्बाई के साथ सम्बद्ध करते हुए पानी के अधिकतम घनत्व के ताप पर 1 घन सेंटीमीटर पानी के द्रव्यमान को ‘ग्राम’ परिभाषित किया गया। परन्तु ग्राम बहुत छोटा इकाई होने के कारण इसे यथार्थता से मापना बहुत कठिन था। अतः द्रव्यमान का मात्रक 1 घन डेसीमीटर (1000 घन सेंटीमीटर) पानी के द्रव्यमान के बराबर मानने का निर्णय लिया गया। मात्रक ग्राम से 1000 गुना होने के कारण इस मात्रक को ‘किलोग्राम’ कहा गया।
- व्यावहारिक तौर पर 4°C ताप तथा सामान्य वायुमंडलीय दाब पर 1 लीटर शुद्ध जल का द्रव्यमान 1 किलोग्राम होता है।
- माप-तौल के अंतर्राष्ट्रीय संस्थान पेरिस में रखे प्लैटिनम एवं इरीडियम के बेलन जिसका व्यास 39 मिमी तथा ऊँचाई 39 मिमी है, का द्रव्यमान एक मानक किलोग्राम है। इसे “Kilogram de archives” कहते हैं जिसे 22 जून 1799 को फ्रांस के अभिलेखागार में जमा करा दिया गया।
- आधुनिक परिभाषा के अनुसार— मानक किलोग्राम C^{12} ($_{6}\text{C}^{12}$) के 5.0188×10^{25} परमाणुओं के द्रव्यमान के तुल्य होता है।

‘सेकेण्ड’ की परिभाषा

- एक सेकेण्ड एक मध्यमान सौर दिन के 86,400वें भाग के बराबर होता है।
- आधुनिक परिभाषा के अनुसार— सेकेण्ड वह समयान्तराल है जिसमें सीजियम-133 परमाणु का विशिष्ट विकिरण 9,192,631,770 बार कंपन करता है। (1967 में परिभाषित)
- यह समय का मात्रक है।

‘एम्पियर’ की परिभाषा

- एम्पियर वह धारा है जो निर्वात में एक मीटर दूर रखे दो पतले एवं लम्बे समानान्तर तारों में बहने पर चुम्बकीय प्रेरण के कारण तार की प्रतिमीटर लम्बाई पर 2×10^{-7} न्यूटन बल उत्पन्न करती है। (1948 में परिभाषित)
- यह विद्युत धारा का मात्रक है। इस मात्रक का नामकरण विद्युत चुम्बकत्व को खोजने वाले फ्रांसीसी वैज्ञानिक आंद्रे-मैरी एम्पियर के नाम पर रखा गया है।



‘केल्विन’ की परिभाषा

- जल के त्रिक बिन्दु के उष्मागतिक ताप के $1/273.16$ वें भाग को केल्विन कहते हैं। (1967 में परिभाषित)
- यह तापमान के मापन का एस आई मात्रक है। इस मात्रक का नाम एक आयरिश-स्कॉटिश गणितीय भौतिक विज्ञानी सर विलियम थॉमसन, 1 बैरन केल्विन के नाम पर रखा गया है।

‘कैन्डेला’ की परिभाषा

- कैन्डेला उस स्रोत की एक निश्चित दिशा में ज्योति तीव्रता है जो 540×10^{12} हर्ट्ज आवृत्ति का एकवर्णीय विकिरण उत्सर्जित करता है तथा उसी दिशा में जिसकी विकिरण तीव्रता $1/683$ वाट प्रति स्टेरेडियन है। (1979 में परिभाषित)
- यह ज्योति तीव्रता का मात्रक है।

‘मोल’ की परिभाषा

- मोल किसी पदार्थ की वह मात्रा है जिसमें उतने ही तात्विक कण हों जितने कि कार्बन के समस्थानिक $C-12$ के 0.012 kg में होते हैं।
- यह पदार्थ की मात्रा का मात्रक है।

Derived SI unit-

	भौतिक राशि	मात्रकों विशिष्ट नाम	संकेत	मूल मात्रकों के रूप में	अन्य मात्रकों के रूप में
1	बल (Force)	न्यूटन (newton)	N	Kg m s^{-2}	Dyne (C.G.S.)
2	कार्य/ऊर्जा/उष्मा (Work/Energy /Heat)	जूल (joule)	J	$\text{Kg m}^2 \text{s}^{-2}$	N m
3	शक्ति (Power)	वॉट (watt)	W	$\text{Kg m}^2 \text{s}^{-3}$	J s^{-1}
4	विद्युत आवेश (Electric charge)	कूलॉम (coulomb)	C		A s
5	धारिता (Capacity)	फैराड (farad)	F	$\text{Kg}^{-1} \text{m}^{-2} \text{s}^4 \text{A}^2$	C/V
6	प्रेरकत्व (Inductance)	हेनरी (henry)	H	$\text{Kg m}^2 \text{s}^{-2} \text{A}^{-2}$	Wb/A
7	प्रतिरोध (Resistance)	ओम (ohm)	Ω	$\text{Kg m}^2 \text{s}^{-3} \text{A}^{-2}$	V/A
8	विद्युत विभव (Electric potential)	वोल्ट (volt)	V	$\text{Kg m}^2 \text{s}^{-3} \text{A}^{-1}$	WA^{-1}
9	आवृत्ति (Frequency)	हर्ट्ज (hertz)	Hz	s^{-1}	
10	चुम्बकीय फ्लक्स (Magnetic flux)	वेबर (weber)	Wb	$\text{Kg m}^2 \text{s}^{-2} \text{A}^{-1}$	V s or J A^{-1}
11	चुम्बकीय फ्लक्स घनत्व (Magnetic flux density)	टेसला (tesla)	T	$\text{Kg s}^{-2} \text{A}^{-1}$	Wb/m^2
12	ज्योति फ्लक्स (Luminous flux)	ल्यूमेन (lumen)	lm	cd	Cd sr
13	दीप शक्ति (Illumination)	लक्स (lux)	lx	cd m^{-2}	lm/m^2
14	दाब (Pressure)	पास्कल (pascal)	pa	$\text{Kg m}^{-1} \text{s}^{-2}$	N/m^2

लम्बाई का मापन

लम्बाई का मानक मात्रक 'मीटर' है। इसके अलावे लम्बाई को मिलीमीटर, सेंटीमीटर, किलोमीटर, फीट, इंच, मील में भी मापते हैं।

मिलीमीटर— एक मानक मीटर के 1000वें भाग को एक मिलीमीटर कहते हैं।

सेंटीमीटर— एक मानक मीटर के सौवें भाग को एक सेंटीमीटर कहते हैं।

किसी सीधी रेखा की लम्बाई मापने के लिए स्केल (Scale) या इंच स्केल का उपयोग किया जाता है। साधारणतः ऐसे स्केल के एक किनारे पर इंच में तथा दूसरी किनारे पर सेंटीमीटर में अंशांकित रहते हैं।

- | | |
|----------------------------------|--------------------|
| • 1000 नैनो मीटर = 1 माइक्रोमीटर | 72 बिन्दु = 1 इंच |
| • 1000 माइक्रोमीटर = 1 मिलीमीटर | 3 लम्बे जौ = 1 इंच |
| • 10 मिलीमीटर = 1 सेंटीमीटर | 9 इंच = 1 बिता |
| • 10 सेंटीमीटर = 1 डेसीमीटर | 2 बिता = 1 हाथ |
| • 10 डेसीमीटर = 1 मीटर | 2 हाथ = 1 गज |
| • 10 मीटर = 1 डेका मीटर | 1 हाथ = 18 इंच |
| • 10 डेका मीटर = 1 हेक्टोमीटर | 1 लाठा = 9 इंच |
| • 10 हेक्टोमीटर = 1 किलोमीटर | 16 गिरह = 1 गज |
| • 1000 किलोमीटर = 1 मेगामीटर | 3 गिरह = 1 गड्ढा |
| | 20 गड्ढा = 2 जरीब |

प्राचीन भारतीय लम्बाई की माप

- 8 यव = 1 अंगुल
- 1 अंगुल = 16 मिमी से 21 मिमी
- 4 अंगुल = 1 धनु ग्रह या 1 गिरह = 62 मिमी से 83 मिमी
- 8 अंगुल = 1 धनु मुष्टि (अंगुष्ठ उठा के) = 125 मिमी से 167 मिमी
- 12 अंगुल = 1 वितस्ति (अंगुष्ठ के सिरे से पूरे हाथ को खोल कर कनिष्ठा अंगुली के सिरे तक की दूरी) = 188 मिमी से 250 मिमी
- 2 वितस्ति = 1 अरत्नि (हस्त) = 375 मिमी से 500 मिमी
- 4 अरत्नि = 1 दण्ड = 1.5 से 2.0 मीटर
- 2 दण्ड = 1 धनु = 3 से 4 मीटर
- 5 धनु = 1 रज्जु = 15 मीटर से 20 मीटर
- 2 रज्जु = 1 परिदेश = 30 से 40 मीटर
- 100 परिदेश = 1 कोश = 3 से 4 किमी.
- 4 कोस = 1 योजन = 13 से 16 किमी
- 1000 योजन = 1 महायोजन = 13000 से 16000 किमी

- 1 फीट = 12 इंच = 0.3048 मीटर
- 1 सेंटीमीटर = 0.3937 इंच
- 1 मीटर = 39.37 इंच = 3.28 फीट
- 1 किलोमीटर = 0.6213 मील = 32080.8 फीट
- 1 इंच = 2.540 सेंटीमीटर
- 1 फुट = 30.47997 सेंटीमीटर
- 1 मील = 1.60934 किलोमीटर = $\frac{8}{5}$ किलोमीटर
- 1 मील = 5280 फीट = 1760 यार्ड = 8 फर्लांग
- 1 किलोमीटर = 0.6214 मील = $\frac{5}{8}$ मील
- 1 गज = 3 फीट = 0.914399 मीटर
- 1 मीटर = 39.37 इंच = 3.2802 फीट
- 1 फर्लांग = 10 चैन
- 1 यार्ड (गज) = 3 फीट
- 1 मील = 29 जरीब

समुद्री दूरी मापने की इकाई— नॉटिकल मील या समुद्री मील समुद्र में लम्बाई की इकाई है। यह अक्षांश रेखा के एक मिनट के बराबर है। यह गैर एस आई मात्रक है। इसका उपयोग नौका-संचालन और वैमानिकी में होता है।

- 1 नॉटिकल मील = 1,852 मीटर = 1.15 मील
- 1 नॉटिकल मील = 6076.11 फीट

फैदम— समुद्री गहराई मापने की इकाई है जो 6 फुट या 1.829 मीटर के बराबर होता है। 100 फैदम का एक केबिल और 10 केबिल का एक समुद्री मील होता है। यानी 1000 फैदम एक समुद्री मील के बराबर होता है।

- खगोलिय दूरी के मापन के लिए प्रकाश वर्ष का इस्तेमाल किया जाता है।
- **प्रकाश वर्ष**— प्रकाश द्वारा एक वर्ष में निर्वात में तय की गयी दूरी को प्रकाश वर्ष कहते हैं।
 $1 \text{ प्रकाश वर्ष} = (3 \times 10^8 \text{ मी./से.}) \times (3.1536 \times 10^7 \text{ से.})$
 $= 9.46 \times 10^{12} \text{ किमी. लगभग}$
 नोट: एक वर्ष में सेकेण्डों की संख्या = $365 \times 24 \times 60 \times 60 = 3153600 = 3.1536 \times 10^7 \text{ सेकेण्ड}$
- **पारसेक**— खगोलीय दूरी का एक दूसरा मात्रक पारसेक है। एक पारसेक = $3.084 \times 10^{13} \text{ किमी.} = 3.26 \text{ प्रकाश वर्ष}$
- **एस्ट्रॉनामिकल यूनिट**— एक अन्य प्रचलित मात्रक खगोलिय इकाई भी है। पृथ्वी और सूर्य के बीच की मध्यमान दूरी को एक एस्ट्रॉनामिकल यूनिट कहा जाता है। 1 खगोलिय इकाई अथवा एस्ट्रॉनामिकल यूनिट = $1.496 \times 10^{11} \text{ मीटर}$ अथवा $1.496 \times 10^8 \text{ किमी.}$ यानी 14 करोड़ 96 लाख किमी.
 $1 \text{ खगोलिय इकाई अथवा एस्ट्रॉनामिकल यूनिट} = 6.324 \times 10^4 \text{ प्रकाश वर्ष}$

द्रव्यमान का मापन

ग्राम— एक किलोग्राम के एक हजारवें भाग को एक ग्राम कहते हैं।

- 10 मिलीग्राम = 1 सेंटीग्राम
- 10 सेंटीग्राम = 1 डेसीग्राम
- 10 डेसीग्राम = 1 ग्राम
- 10 ग्राम = 1 डेकाग्राम
- 10 डेकाग्राम = 1 हेक्टाग्राम
- 10 हेक्टाग्राम = 1 किलोग्राम
- 1 क्विंटल = 100 किलोग्राम

अंग्रेजी पद्धति में तौल प्रणाली

- 16 ड्राम = 1 औंस
- 16 औंस = 1 पौंड
- 28 पौंड = 1 क्वार्टर
- 4 क्वार्टर = 1 हण्डर
- 20 हण्डर = 1 टन
- 1 स्टोन = 14 पौंड

भारतीय और अंग्रेजी तौल प्रणाली में संबंध

- 1 पौंड = 453.5924 ग्राम = 0.4535924 किलोग्राम
- 1 किलोग्राम = 2.2046 पौंड
- 1 ग्राम = 0.0353 औंस
- 1 हण्डर = 50.8 किलोग्राम
- 1 स्टोन = 6.35 किलोग्राम
- 1 टन = 1016 किलोग्राम

रस्ती— भारत में पारंपरिक भार मापन का एक इकाई है जिसे अब 0.12125 ग्राम पर मानकीकृत किया गया है। यह रस्ती के बीज के भार के बराबर होता है।

- 8 खसखस = 1 चावल
- 8 चावल = 1 रस्ती
- 8 रस्ती = 1 माशा = 0.97 ग्राम
- 4 माशा = 1 टंडक
- 12 माशा = 1 तोला = 11.67 ग्राम
- 5 तोला = 1 छँटाक
- 20 तोला = 1 पाव
- 4 पाव = 1 सेर
- 5 सेर = 1 पसेरी
- 8 पसेरी = 1 मन = 37.3242 किलोग्राम
- 1 धरनी = 2.3325 किलोग्राम = 12 पाव (लगभग 5.142 पाउण्ड)
- 1 सेर = 1 लीटर = 1.06 क्वार्ट = 80 तोला चावल का भार
- 1 किला = 1.072 सेर
- 1 पसेरी = 4.677 किलोग्राम (10.3 पाउण्ड)

लकड़ी संबंधी मापन

- 40 घनफुट नातराश लकड़ी (unhewn timber) = 1 टन
- 50 घनफुट तराशी लकड़ी (squared timber) = 1 टन
- 42 घनफुट लकड़ी = 1 शिपिंग टन (shipping ton)
- 108 घनफुट लकड़ी = 1 स्टैक (stavk)
- 128 घनफुट लकड़ी = 1 कॉर्ड (cord)

संख्या की माप

- 12 इकाईयां = 1 दर्जन
- 12 दर्जन = 1 गुरुस
- 20 इकाईयां = 1 कोड़ी या स्कोर

- 1 लीटर = 61 घन इंच
- 1 घन फीट = 28.8 लीटर
- 1 गैलन = 4.546 लीटर

द्रव के आयतन की माप—

प्रयोगशाला में द्रव का आयतन अंशांकित बेलन, प्लास्क, ब्यूरेट तथा पीपेट द्वारा ज्ञात किया जाता है।

- 1000 घन मिलीमीटर = 1 घन सेंटीमीटर
- 1000 घन सेंटीमीटर = 1 घन डेसीमीटर
- 1000 घन डेसीमीटर = 1 घन मीटर
- 1000 घन मीटर = 1 घन डेकामीटर
- 1000 घन डेकामीटर = 1 घन हेक्टामीटर
- 1000 घन हेक्टामीटर = 1 घन किलोमीटर

धारिता का मात्रक—

- 10 मिलीलीटर = 1 सेंटीलीटर
- 10 सेंटीलीटर = 1 डेसीलीटर
- 10 डेसीलीटर = 1 लीटर
- 10 लीटर = 1 डेकालीटर
- 10 डेकालीटर = 1 हेक्टोलीटर
- 10 हेक्टोलीटर = 1 किलोलीटर

धारिता की मापन

(जो द्रव तथा ठोस सामानों के लिये प्रयोग में लायी जाती है)

- 4 गिल = 1 पाइंट
- 2 पाइंट = 1 क्वार्ट (quart)
- 4 क्वार्ट = 1 गैलन (gallon)
- 2 गैलन = 1 पेक (peck)
- 4 पेक = 1 बुशल (bushel)
- 3 बुशल = 1 बैग (bag)
- 5 बुशल = 1 सैक (sack)
- 8 बुशल = 1 क्वार्टर (quarter)
- 5 क्वार्टर = 1 लोड (load)
- 2 लोड = 1 लास्ट (last)
- 36 बुशल = 1 चालड्रोन (chaldron)

समय की माप—

प्रयोगशाला में समय की माप के लिए स्टॉप वॉच या स्टॉप क्लॉक का उपयोग किया जाता है।

- 1 मिनट = 60 सेकेण्ड
- 1 घंटा = 60 मिनट
- 1 घंटा = 3600 सेकेण्ड
- 24 घंटा = 1 दिन-रात
- 7 दिन = 1 सप्ताह
- 1 महीना = 30 या 31 दिन (फरवरी में 28 या 29 दिन)
- 1 वर्ष = 365 दिन
- 1 अधिवर्ष (लीप ईयर) = 366 दिन
- 1 महीना = 4 सप्ताह 2 दिन (सामान्यतः)
- 1 दिन = 86,400 सेकेण्ड
- 1 वर्ष = 3.156×10^7 सेकेण्ड



हिन्दू सभ्यता में प्राचीन काल से ही काल-गणना की जाती रही है जिसका प्रमाण हमें वेदों, पुराणों, धर्मग्रन्थों में मिलता है। हिन्दू धर्मानुसार परमाणु समय की सबसे सुक्ष्मतम इकाई है। यही से समय मापन की शुरुआत मानी जा सकती है। आधुनिक परमाणु घड़ी भी परमाणु पर ही आधारित है। तो आइये जानते हैं पुराणों में वर्णित कुछ काल गणनाओं के बारे में।

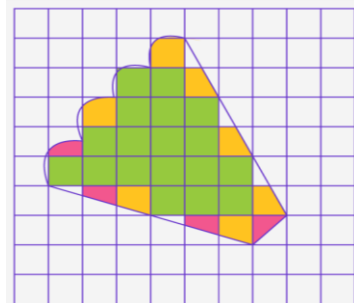
- 1 परमाणु = काल की सबसे सुक्ष्मतम इकाई
- 2 परमाणु = 1 अणु
- 3 अणु = 1 त्रसरेणु
- 3 त्रसरेणु = 1 त्रुटि
- 10 त्रुटि = 1 प्राण
- 10 प्राण = 1 वेध
- 3 वेध = 1 लव या 60 रेणु
- 3 लव = 1 निमेष
- 1 निमेष = 1 पलक झपकने का समय
- 2 निमेष = 1 विपल
- 3 निमेष = 1 क्षण
- 60 विपल = 1 पल
- 5 निमेष = 1 सेकेण्ड
- 5 क्षण = 1 काष्ठा
- 15 काष्ठा = 1 दंड, 1 लघु, 1 नाडी
- 2 दंड = 1 मुहूर्त
- 3 मुहूर्त = 1 प्रहर
- 15 लघु = 1 घटी
- 1 घटी = 24 मिनट
- 2 घटी = 1 मुहूर्त = 48 मिनट
- 60 घटी = 1 अहोरात्र (दिन-रात)
- 15 दिन-रात = 1 पक्ष
- ब्रह्मा जी की आयु (जो कि एक ब्रह्मांड की आयु माना गया है) को 100 वर्ष यानी 100 कल्प माना गया है। इस प्रकार ब्रह्मांड की आयु लगभग 31 नील 10 खरब 40 अरब वर्ष (31,10,40,00,00,00,000 वर्ष) के बराबर माना जाता है।
- पक्ष दो होते हैं— कृष्ण पक्ष और शुक्ल पक्ष। हिन्दू कैलेंडर के किसी मास का पहला 15 दिन कृष्ण पक्ष कहलाता है और अगला 15 दिन शुक्ल पक्ष कहलाता है। कृष्ण पक्ष को 'पितरों का दिन' कहते हैं और शुक्ल पक्ष को 'पितरों का रात' कहते हैं।
- 2 पक्ष = 1 मास (पितरों का एक दिन-रात)
- 2 मास = 1 ऋतु (वर्ष में कुल 6 ऋतुएं होती हैं)
- 6 मास = 1 अयन (देवताओं का एक दिन-रात)
- अयन दो होते हैं— उत्तरायन और दक्षिणायन। हिन्दू मान्यताओं के अनुसार उत्तरायन को 'देवताओं का दिन' और दक्षिणायन को 'देवताओं का रात' कहा गया है।
- 2 अयन = 1 वर्ष
- 1 वर्ष = 1 संवत्सर = 1 अब्द
- 10 अब्द = 1 दशाब्द (दशक)
- 100 अब्द = 1 शताब्द (शताब्दी)
- 360 वर्ष = 1 दिव्य वर्ष अर्थात् 1 देवताओं का वर्ष
- देवताओं का एक वर्ष पूरा होने पर सप्तर्षियों का एक दिन माना गया है।
- 12000 दिव्य वर्ष = 1 महायुग (चार युगों को मिलाकर)
- 71 महायुग = 1 मन्वन्तर
- 14 मन्वन्तर = 1 कल्प
- 1 कल्प = 1 ब्रह्मा जी का दिन

अन्य वस्तुओं का मापन

क्षेत्रफल की माप-

समतल सतह (आयत, वर्ग, त्रिभुज, वृत्त) का क्षेत्रफल ज्यामिति के सूत्रों से ज्ञात किया जा सकता है। परन्तु किसी भी समतल का क्षेत्रफल चाहे वह नियमित हो या नहीं, ग्राफ या लेखा चित्र से भी ज्ञात किया जा सकता है।

ग्राफ पेपर पर अनेक तथा लगातार छोटे-छोटे वर्ग बने रहते हैं। जिस सतह का क्षेत्रफल ज्ञात करना हो उसे ग्राफ पेपर पर रखकर पेन्सिल से उसके घेरे का ठीक-ठीक चित्र उतार लिया जाता है। फिर सावधानीपूर्वक यह गिन लिया जाता है कि सम्पूर्ण घेरे के भीतर कितने छोटे वर्ग हैं। घेरे के किनारे कुछ ऐसे भी वर्ग मिलेंगे जिनके कुछ भाग घेरे के भीतर होंगे और शेष बाहर। वर्गों की गिनती करते समय उस वर्ग को जिसके आधे से अधिक भाग घेरे के भीतर हो, एक पूर्ण वर्ग मान लें तथा जिस वर्ग के आधे से अधिक भाग घेरे से बाहर हो उसकी गिनती नहीं की जाती है। इस प्रकार गिने हुए वर्गों की कुल संख्या को एक वर्ग के क्षेत्रफल से गुना कर देने पर उस सतह का कुल क्षेत्रफल ज्ञात हो जाएगा। क्षेत्रफल की लम्बाई की इकाई के पहले 'वर्ग' जोड़कर लिख दिया जाता है।



जमीन की मापन इकाई

- 1 बीघा = 20 कट्ठा
- 1 कट्ठा = 20 धुर
- 1 बीघा = 13.9 रोपनी
- 1 वर्ग हाथ = 1 वर्ग गण्डा
- 20 गण्डा = 1 छंटाक
- 121 बिगहा = 40 एकड़
- 1 वर्ग लग्गी = 1 धूर
- 1 वर्ग इंच = 6.4516 वर्ग सेंटीमीटर
- 1 वर्ग सेंटीमीटर = 0.155 वर्ग इंच
- 1 एकड़ = 4840 वर्ग गज
- 1 एकड़ = 4046.8 वर्ग मीटर
- 1 एकड़ = 1.6 बीघा
- 1 हेक्टेयर = 2.4711 एकड़ = 3.95 बीघा

सूती (cotton) धागे की मापन इकाई

- 120 गज = 1 लच्छी (skein)
- 7 लच्छी = 1 गुंडी (hank)
- 18 गुंडिया = 1 स्पिंडल (spindle)

लिनेन (linen) के धागे की माप

- 300 गज = 1 कट
- 2 कट = 1 हीर (heer)
- 6 हीर = 1 हास्प (hasp)
- 4 हास्प = 1 स्पिंडल

ऊन संबंधी मापों की इकाईयां

- 7 पाउंड = 1 क्लोव (clove)
- 2 क्लोव = 1 स्टोन (stone)
- 2 स्टोन = 1 टॉड (tod)
- $6\frac{1}{2}$ टॉड = 1 वे (wey)
- 2 वे = 1 सैक (sack)
- 12 सैक = 1 लास्ट (last)
- 240 पाउंड = 1 पैक (pack)

सर्वेक्षण में मापने की महत्वपूर्ण इकाई

- 7.92 इंच = 1 लिंक
- 100 लिंक = 22 गज = 1 चेन
- 80 चेन = 1760 गज = 1 मील

बल का मापन- फुट-पौंड-सेकेण्ड प्रणाली में बल की इकाई वह बल है जो एक पौंड द्रव्यमान की वस्तु पर आरोपित होने पर एक फुट प्रति सेकेण्ड प्रति सेकेण्ड का त्वरण उत्पन्न करता है। इस बल को एक पौण्डल (Poundal) कहते हैं।

से. ग्रा. से. प्रणाली में बल की इकाई वह बल है जो एक द्रव्यमान की वस्तु पर आरोपित होने पर एक सेंटीमीटर प्रति सेकेण्ड प्रति सेकेण्ड का त्वरण उत्पन्न करता है। इस बल को डाइन (Dyne) कहते हैं।

एस आई प्रणाली में बल का मात्रक न्यूटन (newton) है। एक न्यूटन वह बल है जो एक किलोग्राम की वस्तु पर लगकर 1 मीटर प्रति सेकेण्ड प्रति सेकेण्ड का त्वरण उत्पन्न कर दे। बल का आधुनिक मात्रक न्यूटन महान वैज्ञानिक सर आइजक न्यूटन के सम्मान में रखा गया है।

$$1 \text{ N} = 1 \frac{\text{kg.m}}{\text{s}^2}$$

$$1 \text{ न्यूटन (newton)} = 105 \text{ डाइन}$$

कार्य की इकाई- फुट-पौंड-सेकेण्ड प्रणाली में एक पौंडल का बल किसी वस्तु को 1 फुट स्थानांतरित करता है, तो सम्पन्न कार्य 1 फुट-पौंडल कहलाता है।

से. ग्रा. से. प्रणाली में यदि एक डाइन का बल किसी वस्तु को 1 सेंटीमीटर स्थानांतरित करता है, तो सम्पन्न कार्य 1 अर्ग (Erg) कहलाता है।

चूँकि अर्ग बहुत इकाई है, इसलिए व्यवहार में प्रयुक्त इकाई जूल है। जहाँ 1 जूल (Joule) = 10^7 अर्ग। कार्य का आधुनिक मात्रक जूल अंग्रेज भौतिक विज्ञानी जेम्स प्रेस्कॉट जूल के नाम पर रखा गया है।

शक्ति की इकाई— फुट-पौंड-सेकेण्ड प्रणाली में शक्ति की इकाई फुट-पौंडल प्रति सेकेण्ड तथा से. ग्रा. से. प्रणाली में अर्ग प्रति सेकेण्ड है। शक्ति की व्यावहारिक इकाई एस आई प्रणाली में वाट (Watt) है।

1 वाट (Watt) = 1 जूल प्रति सेकेण्ड = 10^7 अर्ग प्रति सेकेण्ड

1 किलोवाट (Kilowatt) = 1000 वाट

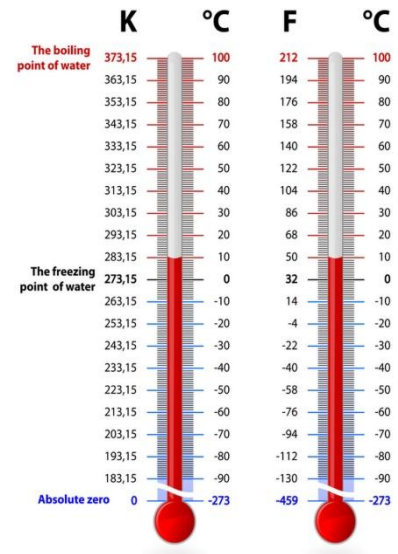
1 अश्व शक्ति (Horse Power) = 550 फुट-पौंड/सेकेण्ड

1 अश्व शक्ति = 746 वाट

अश्व शक्ति (Horse Power) शब्द का इस्तेमाल सबसे पहले 18वीं शताब्दी में स्कॉटलैण्ड के इंजीनियर जेम्स वॉट ने किया।

ताप की मापन इकाई— ताप मापने के चार पैमाने हैं—

1. **सेंटीग्रेड पैमाना (Celsius)** — यह पैमाना सेल्सियस (Celcius) द्वारा प्रस्तावित किया गया था। इस पैमाने में निम्न बिन्दु 0 तथा उच्च नियत बिन्दु 100 माना जाता है। इन दोनों बिन्दुओं के बीच की दूरी को सौ बराबर भागों में बाँट दिया जाता है जिसे डिग्री कहा जाता है। निम्न नियत बिन्दु से नीचे के भागों को ऋणात्मक तथा ऊपर के भागों को धनात्मक कहा जाता है। इस पैमाने को ($^{\circ}\text{C}$) से दर्शाया जाता है।
2. **फारेनहाइट पैमाना (Fahrenheit Scale)** — यह पैमाना फारेनहाइट द्वारा प्रस्तावित किया गया था। इस पैमाने में निम्न बिन्दु 32 तथा उच्च नियत बिन्दु 212 माना जाता है। इन दोनों बिन्दुओं के बीच की दूरी को 180 बराबर भागों में बाँट दिया जाता है। इस पैमाने पर शून्य निम्न नियत बिन्दु 32° से नीचे रहता है तथा यह माना जाता है कि इस पैमाने का शून्य ताप बर्फ और नमक के मिश्रण का ताप है। इस पैमाने पर ताप $^{\circ}\text{F}$ द्वारा निरूपित होता है।
3. **रोमर पैमाना (Reamer Scale)** — इस पैमाने पर नियत बिन्दु 0 तथा उच्च नियत बिन्दु 80 माना जाता है तथा इनके बीच की दूरी 80 समान अंशों में बाँटा जाता है। रोमर पैमाना घरेलू कार्यों के लिए यूरोप के कुछ देशों में प्रचलित है। इसे R से निरूपित किया जाता है।
4. **केल्विन पैमाना—** यह ताप का SI मात्रक है। केल्विन पैमाने का शून्य -273°C पर होता है यानी यदि किसी वस्तु का ताप सेल्सियस पैमाने पर t डिग्री हो तो केल्विन पैमाने पर यह $273 + t$ केल्विन होगा।



सेल्सियस, फारेनहाइट और रोमर में संबंध—

$$\frac{C}{100} = \frac{F-32}{180} = \frac{R}{80}$$

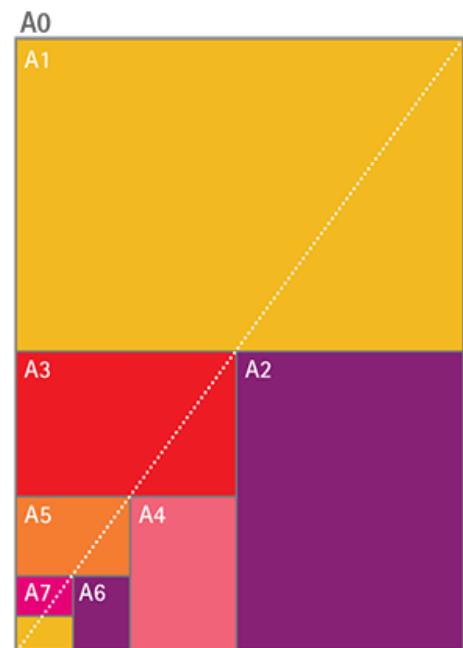
मानव शरीर का सामान्य ताप 37°C या 98.6°F या 310K होता है। शरीर के ताप को मापने के लिए डॉक्टरी थर्मामीटर का प्रयोग किया जाता है। इसमें पारा (mercury- Hg) भरा होता है।

कागज की मापन—

कागज की मापन इकाईयां

- 24 ताव (sheets) = 1 दस्ता (quire)
- 20 दस्ता = 1 रीम (ream)
- 516 ताव = 1 प्रिंटर रीम (printer's ream)
- 2 रीम = 1 बंडल
- 5 बंडल = 1 बेल (bale)

Size	Height x Width (mm)	Height x Width (in)
4A0	2378 x 1682 mm	93.6 x 66.2 in
2A0	1682 x 1189 mm	66.2 x 46.8 in
A0	1189 x 841 mm	46.8 x 33.1 in
A1	841 x 594 mm	33.1 x 23.4 in
A2	594 x 420 mm	23.4 x 16.5 in
A3	420 x 297 mm	16.5 x 11.7 in
A4	297 x 210 mm	11.7 x 8.3 in
A5	210 x 148 mm	8.3 x 5.8 in
A6	148 x 105 mm	5.8 x 4.1 in
A7	105 x 74 mm	4.1 x 2.9 in
A8	74 x 52 mm	2.9 x 2.0 in
A9	52 x 37 mm	2.0 x 1.5 in
A10	37 x 26 mm	1.5 x 1.0 in



वृत्तीय तथा कोणीय मापों की इकाईयां

- 60 थडर्स = 1 सेकेण्ड
- 60 सेकेण्ड = 1 मिनट
- 60 मिनट = 1 डिग्री
- 30 डिग्री = 1 साइन (sign)
- 45 डिग्री = 1 ऑक्टेंट (octant)
- 60 डिग्री = 1 सेक्सटेंट (sextant)
- 90 डिग्री = 1 क्वाड्रेंट या समकोण

- 1 डिग्री = 0.01745 रेडियन
- 30 डिग्री = 0.52360 रेडियन
- 45 डिग्री = 0.78540 रेडियन
- 60 डिग्री = 1.0472 रेडियन
- 90 डिग्री = 1.57080 रेडियन
- 1 मिनट = 0.00029 रेडियन
- 30 मिनट = 0.00873 रेडियन

अन्य मात्रक

ध्वनि तीव्रता का मात्रक	डेसीबल
दाब	पास्कल
वायुमंडलीय दाब	बर
बादल	आक्टा
विद्युत आवेश	कूलॉम
विभवान्तर	वोल्ट
प्रकाश तरंग दैर्घ्य	एंग्स्ट्रॉम
संवेग	न्यूटन प्रति मीटर

लेंस की क्षमता	डायोप्टर
विद्युत प्रतिरोध	ओम
पृष्ठ तनाव	न्यूटन प्रति मीटर
रेडियो एक्टिव पदार्थ की सक्रियता	क्यूरी
विद्युत शक्ति	वाट
प्रकाश का परावर्तन	एल्बिडो
आवृत्ति	हर्ट्ज
आवेग	न्यूटन सेकेण्ड

प्राचीन भारत में मापन पद्धति

भारत में मापन की प्रणाली का इतिहास काफी पुराना है। सिन्धु घाटी सभ्यता के नगर-योजना से पता चलता है कि भवन का निर्माण काफी सुनियोजित ढंग से किया जाता था जिसमें मापन का प्रयोग अवश्य किया गया था। उस काल में भवन निर्माण के लिए प्रयुक्त ईंटों की लम्बाई, चौड़ाई और ऊँचाई की माप सुनिश्चित थी जो कि 4:2:1 के अनुपात में होती थी।

वैदिक ग्रंथों में 'शुल्ब सूत्र' का वर्णन मिलता है। 'शुल्ब' शब्द का अर्थ है, 'नापने की डोरी'। इसका इस्तेमाल यज्ञ-वेदियों को नापने नक्शा बनाने आदि कार्यों के लिए किया जाता था। समय मापन के लिए वृक्षों की छाया का इस्तेमाल से लेकर धूप घड़ी का भी इस्तेमाल होता था। प्राचीन भारतीय गणितज्ञ ब्रह्मगुप्त ने अपने पुस्तक 'ब्रह्मस्फुटसिद्धान्त' के 22वें अध्याय में इकाइयों एवं मापन यंत्रों का वर्णन किया है।

चंद्रगुप्त मौर्य के शासन काल में भी नाप-तौल की अच्छी पद्धति का वर्णन मिलता है उस काल में भार की सबसे छोटी इकाई परमाणु तथा लम्बाई की सबसे छोटी इकाई अंगुल थी। लम्बी दूरी के लिये 'योजन' का प्रयोग किया जाता था।

आपने हनुमान चालिसा में भी यह पंक्ति जरूर पढ़ा या सुना होगा—

“युग सहस्र योजन पर भानु...”

एक योजन की लम्बाई को 8 मील (13 किमी.) बताया गया है।

बहार— अरब व्यापारियों द्वारा समुद्री तटों पर तौल की इकाई।

कैण्डी— गोवा में प्रचलित तौल की इकाई।

दक्षिण भारत में अनाजों को मापने की एक प्रणाली कलम थी। 1 कलम 3 मन के बराबर था। 'वेलि' भूमि माप की इकाई थी। मध्यकाल में भी शेरशाह ने भूमि माप के लिए 'सिकन्दरी गज' (39 अंगुल या 32 इंच) एवं 'सन की डंडी' का प्रयोग करवाया था। अकबर के समय नाप तौल की एकरूप प्रणाली का विकास किया गया। अबुल फज़ल रचित आइने अकबरी के अनुसार उस काल में भूमि मापने की इकाई "इलाही गज" हुआ करती थी जो कि वर्तमान 33 इंच या 41 अंगुल (लगभग) के बराबर थी। वजन नापने के लिए "सेर" इकाई हुआ करता था। दक्षिण भारत में सूती एवं ऊनी वस्त्रों के माप की इकाई 'कोवाड़' थी।

ब्रिटिश काल में अंग्रेजों ने भी देश भर में एकरूप नापतौल की प्रणाली विकसित किया। वजन की इकाई मन, सेर, पसेरी, छंटाक, तोला, माशा, रत्ती आदि होती थी। भूमि मापने के लिए मील, एकड़, गज, फुट, इंच का प्रयोग किया जाता था। अंग्रेजों द्वारा विकसित प्रणाली का प्रयोग भारत की आजादी के बाद भी 1956 तक होता रहा। सन् 1956 में भारत सरकार ने नाप-तौल के नये मानक **मीटरी प्रणाली** स्थापित किया।

मापन यंत्र

क्रम सं.	मापन यंत्र	उपयोग
1	एक्टिनोमीटर (Actinometer)	विकिरण की तीव्रता मापने का यंत्र
2	दशरिखक (Alidade)	कोणीय मापों को लेने, दूरस्थ लक्ष्यों को देखने और रेखा खींचने के लिए
3	पवनवेग लेखी (Anemograph)	वायु के वेग या दिशा अथवा दोनों का सतत अभिलेख तैयार करता है।
4	पवनवेगमापी (Anemometer)	पवन के वेग और दिशा को ज्ञात करने में
5	वायुदाबमापी (Barometer)	वायुमण्डलीय दाब को मापने में
6	फैदममापी (Fathometer)	महासागरीय गहराई को मापने में
7	क्लाइनोमीटर (Clinometer)	ऊर्ध्वाधर कोणों के मापन में
8	आर्द्रतामापी (Hygrometer)	वायु की आर्द्रता के मापन में
9	लिसजलमापी (Lusimeter)	मृदा के अन्तःस्रावी जल की मात्रा के मापन में
10	मेघमापी (Nephoscope)	मेघों की दिशा और गति मापने में
11	पथमापी (Odometer)	गाड़ी द्वारा तय की गयी दूरी के मापन में
12	ऑपीसोमीटर (Opisometer)	मानचित्र पर दूरियां मापने के लिए
13	क्षेत्रफलमापी (Planimeter)	मानचित्रों और चार्टों पर प्रदर्शित क्षेत्रों को मापने के लिए
14	सूर्य विकिरणमापी (Pyreheliometer)	सूर्य विकिरण को मापने के लिए
15	बर्षामापी (Rain guage)	आकाश से बरसने वाले पानी की मात्रा को नापने के लिए
16	सेक्सटेन्ट (Sextant)	दो वस्तुओं के बीच कोणीय दूरी मापने के लिए
17	हिमप्रमापी (Snow guage)	हिमपात की गहराई मापने के लिए
18	धूपअभिलेखी (Sunshine recorder)	प्रतिदिन धूप की अवधि को मापने के लिए
19	तापमापी (Thermometer)	ताप मापने का यंत्र
20	अल्टीमीटर (Altimeter)	विमानों की ऊँचाई बतलाने के लिए
21	अमीटर (Ammeter)	विद्युत धारा मापन
22	एक्सिलरोमीटर (Accelerometer)	वाहन की चाल की वृद्धि मापने में
23	एयरोमीटर (Aerometer)	वायु तथा गैसों का भार तथा घनत्व मापने में
24	ऑडियोमीटर (Audiometer)	ध्वनि की तीव्रता मापने हेतु प्रयुक्त यंत्र
25	बोलोमीटर (Bolometer)	अवरक्त प्रकाश का मापन या उष्मीय विकिरण का मापन
26	कैलीपर्स (Callipers)	बेलनाकार वस्तुओं के अंदर तथा बाहर का व्यास मापने में
27	कैलोरीमीटर (Calorimeter)	उष्मा की मात्रा मापने में
28	कार्डियोग्राम (Cardiogram)	मनुष्य के हृदय की गति का मापन
29	क्रोनोमीटर (Chronometer)	पानी के जहाजों में सही समय ज्ञात करने में प्रयुक्त उपकरण
30	कम्पास-बॉक्स (Compass Box)	किसी स्थान पर उत्तर- दक्षिण दिशा ज्ञात करने में
31	क्रैस्कोग्राफ (Crescograph)	पौधों की वृद्धि को मापने में
32	डायनेमोमीटर (Dynamometer)	इंजन द्वारा उत्पन्न की गई शक्ति मापने का यंत्र
33	रडार (Radar)	वायुयान की गति और दिशा ज्ञात करने का यंत्र
34	इलेक्ट्रोमीटर (Electrometer)	विभवान्तर मापने का यंत्र
35	रिफ्रेक्टोमीटर (Refractometer)	पारदर्शक माध्यमों का अपवर्तनांक मापने में
36	सेक्रोमीटर (Sacrometer)	शर्करा की सांद्रता मापने का यंत्र
37	सिस्मोमीटर (Seismometer)	भूकम्पीय तीव्रता मापने में
38	स्फेरोमीटर (Spherometer)	किसी सतह की वक्रता मापने में
39	स्फिग्मोमैनोमीटर (Sphygmomanometer)	धमनियों से रूधिर दाब को मापने में
40	स्टॉप वॉच (Stop watch)	समय की सही अवधि मापने में
41	वेन्चुरीमीटर (Venturimeter)	द्रवों के प्रवाह की गति मापने में
42	मैनोमीटर (Manometer)	गैस दाब मापने का यंत्र
43	पोटोमीटर (Potometer)	पौधों में वाष्पोत्सर्जन दर मापने वाला यंत्र
44	ब्यूटाइरोमीटर (Butyrometer)	दूध में वसा की मात्रा मापन का यंत्र
45	ड्युरोमीटर (Durometer)	किसी पदार्थ की कठोरता ज्ञात करने का यंत्र