1. मॉड्यूल और इसकी संरचना का विवरण

मॉड्यूल विस्तार	
विषय का नाम	रसायन विज्ञान
पाठ्यक्रम का नाम	रसायन विज्ञान 01 (कक्षा XI, सत्र r 01)
मॉड्यूल का नाम / शीर्षक	रसायन विज्ञान की कुछ मूलभूत संकल्पनाएँ : भाग 2
मॉड्यूल आईडी	kech_10102
आवश्यक पूर्व ज्ञान:	परमाणु, अणु, पदार्थ, पदार्थ के विभिन्न प्रकार के गुण
उद्देश्य	इस मॉड्यूल का अध्ययन करने के बाद आप सक्षम होंगे : · मापन की सामान्य पद्धति की आवश्यकता को समझाने में · मूल भौतिक मात्राओं को नाम देने और उनके प्रतीक लिखने और उनके मापन के लिए एसआई इकाइयों के नाम लिखने में · वैज्ञानिक संकेतकों का उपयोग करने और संख्याओं पर सरल गणितीय कार्य करने में · परिशुद्धता और यथार्थता में भेद करने में · सार्थक अंक ज्ञात करने में · एक पद्धति के मापन के मात्रकों को दूसरी पद्धति के मापन के मात्रकों में बदलने में
प्रमुख शब्द (की वर्ड्स)	मात्रकों की अंतरराष्ट्रीय पद्धति, अंतरराष्ट्रीय पद्धति (एसआई) मात्रक, मूल भौतिक मात्रा, द्रव्यमान, आयतन, घनत्व, ताप, अनिश्चितता, वैज्ञानिक संकेतक, यथार्थता, परिशुद्धता, विमीय विश्लेषण।

2. विकास दल

भूमिका	नाम	संबद्धता
राष्ट्रीय एमओओसी समन्वयक (एनएमसी)	प्रो. अमरेन्द्र पी. बेहरा	CIET, NCERT, नई दिल्ली
कार्यक्रम समन्वयक	डॉ. मो. मामूर अली	CIET, NCERT, नई दिल्ली
पाठ्यक्रम समन्वयक (CC) / पी.आई.	प्रो. आर. के. पराशर	DESM, NCERT, नई दिल्ली
पाठ्यक्रम समन्वयक / सह-पी.आई.	डॉ. एरुम खान	CIET, NCERT, नई दिल्ली
विषय-वस्तु विशेषज्ञ (SME)	डा. कोमल एस. खत्री	जी. बी. पंत इन्स्टीच्यूट ऑफ पॉलिटेक्निक-II,नई दिल्ली

समीक्षा टीम	डा. अल्का मेहरोत्रा डॉ. एरुम खान	CIET, NCERT, नई दिल्ली CIET, NCERT, नई दिल्ली
अनुवादक	डॉ. कमलेश कुमार शर्मा	

विषय सारणी :

1. पदार्थ के गुण और उनका मापन

आपने पिछली कक्षाओं में आपने सीखा है कि हर पदार्थ के विशिष्ट अभिलाक्षणिक गुण होते हैं। इन गुणों को भौतिक गुणों और रासायनिक गुणों के रूप में वर्गीकृत किया जा सकता है। रंग, गंध, गलनांक, क्वथनांक, घनत्व, आयतन आदि भौतिक गुणों के उदाहरण हैं और दहनशीलता, संघटन, अम्लों या क्षारकों आदि के साथ अभिक्रिया रासायनिक गुणों के उदाहरण हैं। रसायनज्ञ पदार्थों के व्यवहार का वर्णन, व्याख्या और भविष्यवाणी उनके भौतिक और रासायनिक गुणों के आधार पर करते हैं, जिन्हें सावधानी पूर्वक मापन और प्रयोग द्वारा निर्धारित किया जाता है। इसलिए, वैज्ञानिक जाँचों में गुणों के मात्रात्मक मापन की आवश्यकता होती है। पहले मापन के दो अलग-अलग प्रणालियाँ - अंग्रेजी प्रणाली और मीट्रिक प्रणाली विश्व के विभिन्न हिस्सों में उपयोग में ली जा रही थी।

अठारहवीं शताब्दी के अंत में फ्रांस में प्रारंभ होने वाली मीट्रिक प्रणाली अधिक सुविधाजनक थी क्योंकि यह दशमलव प्रणाली पर आधारित थी। बाद में, वैज्ञानिक समुदाय द्वारा एक उभयनिष्ठ मानक प्रणाली की आवश्यकता महसूस की गई। इस तरह की प्रणाली 1960 में स्थापित की गई थी और इसे मात्रकों की अंतरराष्ट्रीय प्रणाली [इंटरनेशनल सिस्टम ऑफ यूनिट्स (SI)] नाम दिया गया था।

1.1 मात्रकों की अंतरराष्ट्रीय पद्धति [द इंटरनेशनल सिस्टम ऑफ यूनिट्स (SI)] : मात्रकों की अंतरराष्ट्रीय प्रणाली (फ्रांसीसी भाषा में Le Systeme International d'Unités - संक्षिप्त रूप में SI) भार और माप के 11 वें सर्व-सम्मेलम (CGPM from Conference Generale des Poids et Measures) द्वारा स्थापित किया गया था। सीजीपीएम एक राजनयिक संधि संस्था द्वारा रचित एक सरकारी संधि संगठन है जो मीटर कन्वेंशन के रूप में जाना जाता है जिसे 1875 में पेरिस में हस्ताक्षरित किया गया था। एसआई पद्धति में सात आधारभूत वैज्ञानिक मात्राएँ हैं और ये सारणी-1 में सूचीबद्ध हैं। ये इकाइयाँ सात मूलभूत वैज्ञानिक मात्राओं से संबंधित हैं।

पदार्थ के गुणों का मापन: मात्रात्मक मापनों में, विश्व के विभिन्न भागों में दो पद्धतियाँ उपयोग में ली जा रही हैं, (1) अंग्रेजी पद्धति और (2) मीट्रिक पद्धति। मीट्रिक पद्धति जो फ्रांस में अठारहवीं शताब्दी के अंतिम भाग में प्रारंभ हुई, दशमलव प्रणाली पर आधारित होने के कारण अधिक सुविधाजनक थी। बाद में, वैज्ञानिक समुदाय द्वारा एक सार्व मानक पद्धति की आवश्यकता महसूस की जा रही थी। ऐसी पद्धति 1960 में स्थापित की गई और इसे मात्राओं की अंतरराष्ट्रीय पद्धति (SI) नाम दिया गया।

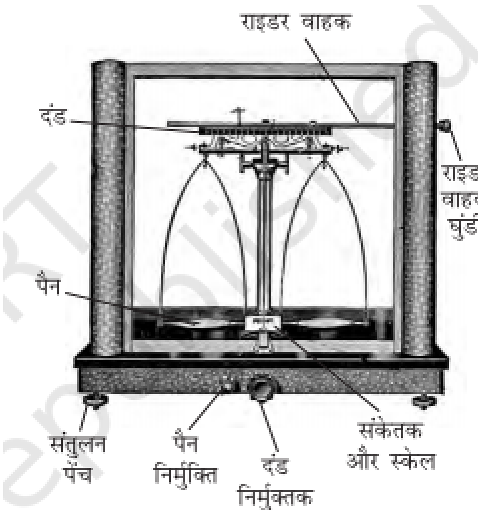
आधार भौतिक राशि	राशि के लिए प्रतीक	**SI** मात्रक का नाम	**SI** मात्रक का प्रतीक
लंबाई	L	मीटर	m
द्रव्यमान	M	किलोग्राम	kg
समय	T	सेकंड	s
विद्युतधारा	I	ऐम्पीयर	A
ऊष्मागतिक ताप	T	केल्विन	K
पदार्थ की मात्रा	N	मोल	mol
ज्योति तीव्रता	Iv	केंडेला	cd

सारणी 1 : आधार भौतिक राशियाँ और उनके मात्रक

अन्य भौतिक राशियों जैसे चाल, आयतन, घनत्व, आदि के लिए मात्रक इन मात्रकों से व्युत्पितकिए जा सकते हैं। **SI** आधार मात्रकों की परिभाषाएँ सारणी 2 में दी गई हैं :

लंबाई का मात्रक	*मीटर*	मीटर, जिसका संकेत m है, लंबाई का SI मात्रक है। इसकी परिभाषा, निर्वात् में प्रकाश के चाल c के नियत संख्यात्मक मान को 299792458 लेकर, जिसे ms^{-1} मात्रक में व्यक्त किया जाता है, जहाँ सेकंड को सीज़ियम आवृत्ति ΔV_{Cs} के पदों में परिभाषित किया जाता है, दी गई है।
द्रव्यमान का मात्रक	*किलोग्राम*	किलोग्राम, जिसका संकेत kg है, द्रव्यमान का SI मात्रक है। इसकी परिभाषा, प्लांक नियतांक h का नियत संख्यात्मक मान $6.62607015 \times 10^{-34}$ लेकर जिसे Js मात्रक में व्यक्त किया जाता है, जो $kg\,m^2s^{-1}$ के समान होता है जहाँ मीटर और सेकंड को c और ΔV_{Cs} के पदों में परिभाषित किया जाता है, दी गई है।
समय का मात्रक	*सेकंड*	सेकंड, जिसका संकेत s है, समय का SI मात्रक है। इसकी परिभाषा, सीजियम आवृत्ति ΔV_{Cs}, जो सीजियम-133 परमाणु की अक्षुब्ध मूल अवस्था अतिसूक्ष्म संक्रमण आवृत्ति है, का नियत संख्यात्मक मान 9192631770 लेकर जिसे Hz मात्रकों, जो s^{-1} के बराबर होता है, में व्यक्त किया जाता है, दी गई है।
विद्युत धारा का मात्रक	*ऐम्पियर*	ऐम्पियर जिसका संकेत A है, विद्युत-धारा का SI मात्रक है। इसकी परिभाषा, मूल आवेश e का नियत संख्यात्मक मान $1.602176634 \times 10^{-19}$ लेकर, जिसे C मात्रक जो As के बराबर होता है, जहाँ सेकंड को ΔV_{Cs} के पदों में परिभाषित किया जाता है, में व्यक्त किया जाता है, दी जाती है।
ऊष्मागतिक ताप का मात्रक	*केल्विन*	केल्विन जिसका संकेत K है, ऊष्मागतिक ताप का SI मात्रक है। इसकी परिभाषा, बोल्ट्समान नियतांक, k का नियत संख्यात्मक मान 1.380649×10^{-23} लेकर, जिसे JK^{-1} मात्रक में, जो $kg\,m^2s^{-2}k^{-1}$ के बराबर होता है जहाँ किलोग्राम, मीटर और सेकंड को h, c और ΔV_{Cs} के पदों में परिभाषित किया जाता है, व्यक्त किया जाता है, दी गई है।
पदार्थ की मात्रा का मात्रक	*मोल*	मोल (mole) जिसका संकेत मोल (mol) है, पदार्थ की मात्रा का SI मात्रक है। एक मोल में ठीक $6.02214076 \times 10^{23}$ ही मूलभूत कण होते हैं। सह संख्या, आवोगाद्रो स्थिरांक, N_A का नियत संख्यात्मक मान होता है जब उसे mol^{-1} मात्रक में व्यक्त किया जाता है और इसे आवोगाद्रो संख्या कहा जाता है। किसी निकाय के पदार्थ की मात्रा, संकेत n, विशिष्ट मूल कणों की संख्या का आमाप होती है। ये मूल कण एक परमाणु, अणु, आयन, इलेक्ट्रॉन, कोई अन्य कण या कणों का विशिष्ट समूह हो सकते हैं।
ज्योति-तीव्रता का मात्रक	*कैंडेला*	कैंडेला जिसका संकेत cd है, दी गई दिशा में ज्योति-तीव्रता का SI मात्रक है। इसकी परिभाषा, 540×10^{12} Hz आवृत्ति वाले एकवर्णी विकिरण की दीप्त प्रभाविकता, K_{cd} का नियत संख्यात्मक मान 683 लेकर जब उसे $lm \cdot W^{-1}$ के मात्रकों में व्यक्त किया जाए जो $cd \cdot sr \cdot W^{-1}$ या $cd\,sr\,kg^{-1}\,m^{-2}s^{3}$ के बराबर होता है। जहाँ किलोग्राम, मीटर और सेकंड को h, c और ΔV_{Cs} के पदों में परिभाषित किया जाता है, दी गई है।

1.2 **द्रव्यमान और भार:** किसी पदार्थ का द्रव्यमान उसमें उपस्थित पदार्थ की मात्रा है जबकि भार किसी वस्तु पर गुरुत्वाकर्षण द्वारा लगाया गया बल होता है। किसी पदार्थ का द्रव्यमान स्थिर होता है जबकि उसका भार गुरुत्वाकर्षण में परिवर्तन के कारण एक स्थान से दूसरे स्थान पर भिन्न हो सकता है। किसी पदार्थ का द्रव्यमान एक वैश्लेषिक तुला (चित्र 1) का उपयोग करके प्रयोगशाला में बहुत यथार्थता के साथ निर्धारित किया जा सकता है।



द्रव्यमान का SI मात्रक किलोग्राम है।

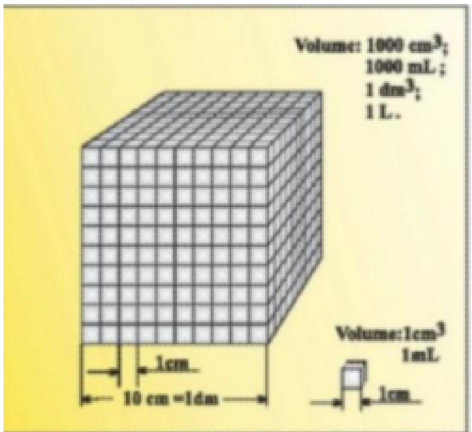
परंतु इसका अंश जिसका नाम ग्राम है (1 kg = 1000 g), प्रयोगशालाओं में उपयोग में लिया जाता है क्योंकि रासायनिक अभिक्रियाओं में रसायनों की थोड़ी मात्राओं का उपयोग किया जाता है (सारणी 3)।

सारणी 3 : **SI** पद्धति में प्रयुक्त पूर्वलग्न

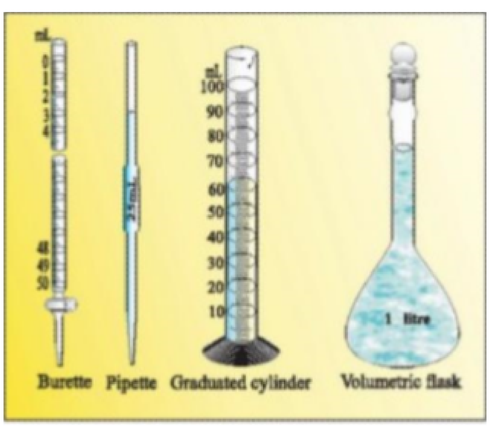
गुणक	पूर्वलग्न	संकेत
10^{-24}	योक्टो	y
10^{-21}	जेप्टो	z
10^{-18}	ऐटो	a
10^{-15}	फेम्टो	f
10^{-12}	पिको	p
10^{-9}	नैनो	n
10^{-6}	माइक्रो	µ
10^{-3}	मिली	m
10^{-2}	सेंटी	c
10^{-1}	डेसी	d
10	डेका	da
10^{2}	हेक्टो	h
10^{3}	किलो	k
10^{6}	मेगा	M
10^{9}	गीगा	G
10^{12}	टेरा	T
10^{15}	पेटा	P
10^{18}	एक्सा	E
10^{21}	जेटा	Z
10^{24}	योटा	Y

1.3 **आयतन** : किसी पदार्थ का आयतन उस पदार्थ द्वारा ग्रहण स्थान की मात्रा है।इसका मात्रक (लंबाई)**3** और SI पद्धति में यह m **3** है। जैसा कि आम तौर पर रसायन विज्ञान प्रयोगशालाओं छोटे आयतनों का उपयोग किया जाता है। इसलिए, आयतन को अक्सर cm^3 या dm^3 इकाइयों में दर्शाया जाता है। एक सामान्य इकाई, लीटर (L) जो SI इकाई नहीं है, का उपयोग द्रवों के आयतन के मापने के लिए किया जाता है।

1 L = 1000 mL या 1 dm^3 = 1000 cm^3



चित्र 2 इन संबंधों की कल्पना करने में मदद करता है। प्रयोगशाला में, द्रवों या विलयनों की मात्रा को अंशांकित सिलिंडर, ब्यूरेट, पिपेट आदि द्वारा मापा जा सकता है। एक आयतनमापी फ्लास्क को विलयन का ज्ञात आयतन तैयार करने के लिए उपयोग लिया जाता है। इन मापन उपकरणों को चित्र 3 में दिखाया गया है।



घनत्व का SI मात्रक = द्रव्यमान का SI मात्रक / आयतन का SI मात्रक

=kg / m^3 या kg m^{-3}

घनत्व: किसी पदार्थ का घनत्व इसकी प्रति इकाई आयतन की मात्रा है। घनत्व के SI मात्रकों को निम्नानुसार प्राप्त कर सकते हैं:

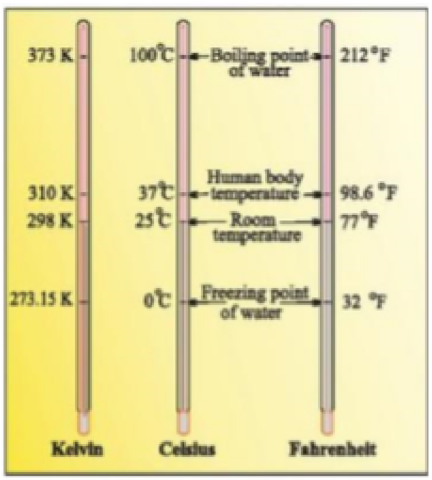
यह मात्रक काफी बड़ा है और रसायनज्ञ घनत्व को अक्सर g cm^{-3} में व्यक्त करते हैं, जहाँ द्रव्यमान को ग्राम में और आयतन को cm**3** में व्यक्त किया गया है। ऊपर चर्चित तीनों गुण निम्नानुसार परस्पर जुड़े हुए हैं:

घनत्व = द्रव्यमान / आयतन

ठोस पदार्थ उच्चतम घनत्व वाले पदार्थ होते हैं जिसका अर्थ है कि ठोस पदार्थों में उनके कण सघनता पूर्वक संकुलित होते हैं, जबकि द्रवों में अणु कम सघनता से संकुलित होते हाइनौर इस कारण उनका घनत्कम होता है। गैस में भी, अणुओं में आकर्षण बल कम होता है और उनके बीच दूरी अधिक होती हैजिसके परिणामस्वरूप उनका घनत्व बहुत कम होता है।

1.5 ताप :

ताप मापने के लिए तीन सामान्य पैमाने हैं - °C (डिग्री सेल्सियस), °F (डिग्री फ़ारेनहाइट) और K (केल्विन)। यहाँ, K SI इकाई है। इन पैमानों पर आधारित तापमापी चित्र 4 में दिखाए गए हैं।



चित्र 4 : ताप के भिन्न पैमाने वाले तापमापी

(Source: Chapter 1, page no. 7, XI Textbook, NCERT)

सामान्यता, सेल्सियस पैमाने वाले तापमापी को 0° से 100° तक अंशांकित किया जाता है, जहाँ ये दोनों ताप क्रमशः जल के हिमांक और क्वथनांक हैं। फ़ारेनहाइट पैमाने को 32° से 212° के बीच दर्शाया गया है। दोनों पैमानों पर ताप निम्नलिखित रूप में एक दूसरे से संबंधित होता है :

$$°F = 9/5 (°C) + 32$$

केल्विन पैमाना सेल्सियस पैमाने से इस प्रकार संबंधित है:

$$K = °C + 273.15$$

यह जानना रुचिकर है कि 0 °C से कम ताप (अर्थात ऋणात्मक मान) सेल्सियस पैमाने पर तो संभव है,

परंतु केल्विन पैमाने पर ताप का ऋणात्मक मान संभव नहीं है।

2. माप में अनिश्चितता

रसायन विज्ञान परमाणुओं और अणुओं का अध्ययन है जिनमें बहुत कम द्रव्यमान होते हैं और ये बहुत बड़ी संख्या में मौजूद होते हैं। उदाहरण के लिए, एक रसायनज्ञ को 2 ग्राम हाइड्रोजन गैस में उपस्थित अणुओं की   602, 200,000,000,000,000,000,000,000 जैसी बड़ी संख्या या एक H परमाणु के द्रव्यमान के लिए 0.00000000000000000000000166g जैसी छोटी संख्या के साथ काम करना पड़ सकता है। इसी तरह अन्य नियतांकों जैसे प्लांक नियतांक, प्रकाश का वेग, कणों पर आवेश, आदि में भी ऊपर दिए गए परिमाण वाली संख्याएँ होती हैं। जोड़, घटाव, गुणा या भाग के गणितीय प्रचालनों के लिए बार-बार ऐसी संख्याएँ लिखना एक कठिन कार्य होगा और इसके परिणामस्वरूप त्रुटियाँ हो सकती हैं। आप ऊपर दी गई जैसी किन्हीं दो संख्याओं के साथ किसी भी सरल गणितीय प्रचालन को आजमा सकते हैं। तब आप ऐसी संख्याओं के साथ काम करने की कधीनाई को समझ पाएँगे। सुविधाजनक और यथार्थ गणनाओं के लिए ऐसी संख्याओं को एक बेहतर तरीके से प्रस्तुत करना आवश्यक है। वैज्ञानिक संकेतन इस तरह का एक तरीका प्रदान करता है।

2.1 वैज्ञानिक संकेत

वैज्ञानिक संकेतन में संख्याओं को घातीय संकेतन अर्थात, $N \times 10^n$ रूप में दर्शाया जाता है, , जहाँ N एक संख्या है (जिसे अंक शब्द कहा जाता है) जिसका मान 1.000 ... और 9.999 ... के बीच होता है तथा नंबर n जिसे चरघातांक कहा जाता है, जिसका मान धनात्मक या ऋणात्मक हो सकता है। 9.999.....से बड़ी संख्या को वैज्ञानिक संकेतन में रूपान्तरण करने के लिए दशमलव बिंदु को बाईं ओर ले जाया जाता है जब तक दशमलव बिंदु से पहले एक गैर शून्य अंक नहीं आ जाता। अगर दशमलव बिंदु को 'x' स्थानों तक ले जाया जाता है तब घातांक में x वृद्धि होती है। उदाहरण नीचे दिया गया है।

उदाहरण: संख्या 232.508 को वैज्ञानिक संकेतन में लिखने के लिए हम दशमलव को दो स्थान बाईं ओर ले जाते हैं और फिर घातांक 2 हो जाता है (n = 2)। इस संख्या को वैज्ञानिक संकेतन में 2.32508×10^2 के रूप में लिखा जा सकता है।

1.000 से छोटी संख्या को वैज्ञानिक संकेतन में बदलने के लिए दशमलव बिंदु को दाईं ओर स्थानांतरित किया जाता है जब तक कि दशमलव बिंदु से पहले एक गैर शून्य अंक न आ जाए। अगर दशमलव बिंदु दाईं ओर 'x' स्थानों तक ले जाया गया है, तो घातांक n = - x होगा। उदाहरण नीचे दिया गया है।

उदाहरण: 0.00016 को 1.6×10^{-4} के रूप में लिखा जा सकता है। यहाँ वैज्ञानिक संकेतन में दशमलव को चार स्थान दाईं ओर स्थानांतरित कर दिया गया है और 10 का चरघातांक (- 4) है। इसी प्रकार ऊपर दिए गए 2g हाइड्रोजन में अणुओं की संख्या को 6.022×10^{-23} के रूप में व्यक्त किया जा सकता है और ऊपर दिए गए एकल हाइड्रोजन परमाणु के द्रव्यमान को वैज्ञानिक संकेतन में 1.66×10^{-24} g के रूप में व्यक्त किया जा सकता है।

वैज्ञानिक संकेतन में व्यक्त संख्याओं पर गणितीय प्रचालन करते समय हमें निम्नलिखित बातों को ध्यान में रखना चाहिए।

गुणन और भाग

ये दोनों कार्य उन्हीं नियमों का पालन करते हैं जो चरघातांकी संख्याओं के लिए लागू होते हैं। गुणन में, अंकों (संख्या N) को गुणा किया जाता है और चरघातांकों (n) को जोड़ा जाता है। विभाजन करते समय, अंकों (संख्या N) को भाग दिया जाता हैऔर चरघातांक (n) घटाए जाते हैं।

Example-1:

$$(5.6\times10^{5})\times(6.9\times10^{8})=(5.6\times6.9)\times(10^{5+8})$$
$$= (5.6 \times 6.9) \times (10^{13})$$
$$= 38.64 \times 10^{13}$$
$$= 3.864 \times 10^{14}$$

Example- 2 :

$$(9.8 \times 10^{-2})\times(2.5 \times 10^{-6}) = (9.8 \times 2.5) \times [10^{(-2)+(-6)}]$$
$$= (9.8 \times 2.5) \times (10^{-8})$$
$$= 24.50 \times 10^{-8}$$
$$= 2.450 \times 10^{-8}$$

Example -3:

$$(2.7 \times 10^{-3}) \div (5.5 \times 10^{4}) = (2.7 \div 5.5) \times [10^{(-3)-(4)}]$$
$$= 4.909 \times 10^{-7}$$

Example- 4:

$$(5.7 \times 10^{-6}) \div (4.2 \times 10^{-3}) = (5.7 \div 4.2) \times [10^{(-6)-(-3)}]$$
$$= (5.7 \div 4.2) \times (10^{-3})$$
$$= 1.357 \times 10^{-7}$$

जोड़ और घटाव

इन दो प्रचालनों के लिए, पहले संख्याओं को इस तरह से लिखा जाता है कि उनके चरघातांक समान हों। उसके बाद, गुणांक (अंक) जोड़े या घटाए जाते हैं जैसा भी मामला हो।

Example 1: Addition of 6.65×10^4 and 8.95×10^3

$$(6.65 \times 10^4) + (8.95 \times 10^3) = (6.65 \times 10^4) + (0.895 \times 10^4)$$
$$= (6.65 + 0.895) \times 10^4$$
$$= 7.545 \times 10^4$$

Example 2: Addition of 4.56×10^3 and 2.62×10^2

$$(4.56 \times 10^3) + (2.62 \times 10^2) = (45.6 \times 10^2) + (2.62 \times 10^2)$$
$$= (45.6 + 2.62) \times 10^2$$
$$= 58.22 \times 10^2$$

Example 3: Subtraction of 4.5×10^{-3} and 2.6×10^{-4}

$$(4.5 \times 10^{-3}) - (0.26 \times 10^{-3}) = (4.5 - 0.26) \times 10^{-3}$$
$$= 4.24 \times 10^{-3}$$

4. सार्थक अंक

गणना के अलावा हर प्रयोगात्मक माप में उसके साथ अनिश्चितता की कुछ मात्रा होती है। मान लीजिए कि हम प्लेटफ़ॉर्म तुला पर किसी वस्तु के द्रव्यमान को मापते हैं और उसका मान 12.3 ग्राम प्राप्त करते हैं । फिर हम वैश्लेषिक तुला पर उसी वस्तु के द्रव्यमान को मापते हैं और अब 12.3028 ग्राम मान प्राप्त करते हैं। इसका अर्थ है कि वैश्लेषिक तुला पर द्रव्यमान प्लेटफ़ॉर्म तुला पर तौलने से प्राप्त मान से थोड़ा अधिक है। इसलिए, इस उदाहरण में दशमलव के बाद रखे गए अंक 3 के बारे में अनिश्चितता है अगर माप प्लेटफॉर्म तुला पर किया जाता है। इसी तरह वैश्लेषिक तुला का उपयोग करके माप में अंतिम अंक के बारे में अनिश्चितता है जो ऊपर दिए गए द्रव्यमान के मान में 8 है। परंतु, कोई भी व्यक्तिपरिणाम हमेशा परिशुद्ध और यथार्थ होना पसंद करेगा। परिशुद्धता और यथार्थता को अक्सर संदर्भित किया जाता है जब हम माप के बारे में बात करते हैं।

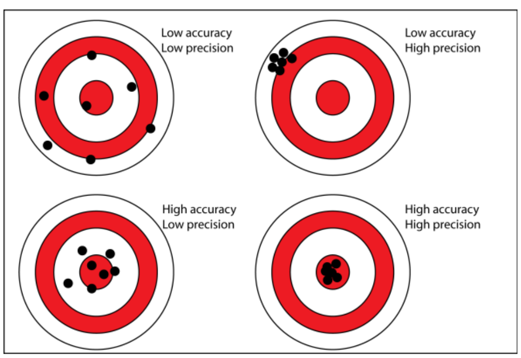
परिशुद्धता किसी भी राशि के लिए विभिन्न मापनों के सामीप्य को व्यक्त करता है। परंतु, यथार्थता किसी

परिणाम के किसी विशिष्ट मान के वास्तविक मान से मेल रखने को व्यक्त करती है। उदाहरण के लिए: किसी परिणाम के लिए सही मान 2.00 g है और एक विद्यार्थी 'A' दो मापन करता है और परिणामों को 1.95 g और 1.93 ग के रूप में रिपोर्ट करता है। ये मान परिशुद्ध हैं क्योंकि वे एक दूसरे के करीब हैं लेकिन यथार्थ नहीं है। एक अन्य विद्यार्थी प्रयोग को दोहराता है और परिणाम स्वरूप दो मान 1.94 g और 2.05 g को प्राप्त करता है। ये प्रेक्षण न तो परिशुद्ध हैं और न ही यथार्थ हैं। जब एक तीसरा विद्यार्थी इन मापनों को दोहराता है और परिणाम के रूप में 2.01 g और 1.99 g रिपोर्ट करता है, ये मान परिशुद्ध और यथार्थ दोनों हैं।

यह सारणी 4 में दिए गए आँकड़ों से अधिक स्पष्ट रूप से समझा जा सकता है।

Measurements/g						
	1	2	Average (g)	True Value (g)	Accuracy	Precision
Student A	1.95	1.93	1.940	2.000	low	high
Student B	1.94	2.05	1.995	2.000	low	low
Student C	2.01	1.99	2.000	2.000	high	high

परिशुद्धता और यथार्थता की संकल्पना को समझने के लिए एक अन्य उदाहरण चित्र 5 में दिया गया है



चित्र 5 : परिशुद्धता के मुक़ाबले में यथार्थता

(Source: http://cdn.antarcticglaciers.org/wp-content/uploads/2013/11/precision_accuracy.png)

प्रयोगिक या परिकलितमानों में अनिश्चितता को सार्थक अंकों की संख्या द्वारा व्यक्त किया जाता है। सार्थक अंक अर्थपूर्ण अंक होते हैं, जो निश्चितता के साथ एक अतिरिक्त अंक के साथ जाने जाते हैं, जो अनिश्चित होता है। यह माना जाता है कि जब एक संख्या लिखी जाती है तो अंतिम से पहले वाले सभी अंकों को निश्चितता के साथ जाना जाता है और अंतिम अंक में लगभग एक इकाई की अनिश्चितता होती है।

उदाहरण के लिए यदि हम 11.2 mL के रूप में परिणाम लिखते हैं, तो हम कहते हैं कि 11 निश्चित है और 2 अनिश्चित है और इस अंतिम अंक में अनिश्चितता ± 1 होगी। जब तक अन्यथा न कहा जाए, ± 1 की अनिश्चितता अंतिम अंक में हमेशा समझी जाती है।

सार्थक अंकों की संख्या निर्धारित करने के लिए कुछ नियम हैं। ये नीचे बताए गए हैं:
(1) सभी गैर-शून्य अंक सार्थक हैं।
उदाहरण के लिए 285 cm, 0.25 mL, 5004 और 2.05 में क्रमशः तीन, दो, चार और तीन सार्थक अंक हैं।

(2) प्रथम गैर-शून्य अंक से पहले आने वाले शून्य सार्थक नहीं होते। शून्य शून्य अंक के लिए आगे बढ़ना महत्वपूर्ण नहीं है। ऐसे शून्य दशमलव बिंदु की स्थिति इंगित करता है।

उदाहरण के लिए 0.03 और 0.0052 में क्रमशः एक और दो सार्थक अंक हैं।
(3) दो गैर-शून्य अंकों के मध्य शून्य सार्थक होते हैं। उदाहरण के लिए 2.005 में चार सार्थक अंक हैं।
(4) किसी संख्या के अंत या दाईं ओर आने वाले शून्य सार्थक होते हैं बशर्ते कि वे दशमलव के दाईं ओर स्थित हों। उदाहरण के लिए 0.200 ग्राम में तीन सार्थक अंक हैं। आखिरी शून्य सार्थक नहीं है अगर कोई दशमलव बिंदु नहीं है, अर्थात, 100 में केवल एक सार्थक अंक है, लेकिन 100. मैँ तीन सार्थक अंक हैं और 100.0 में चार सार्थक अंक हैं।
(5) वैज्ञानिक संकेतन में ऐसी संख्याओं का बेहतर प्रस्तुतीकरण है। हम संख्या 100 को एक सार्थक अंक के लिए 1×10^2 के रूप में , दो सार्थक अंकों के लिए 1.0×10^2 के रूप में और तीन सार्थक अंकों के लिए 1.00×10^2 के के रूप में व्यक्त कर सकते हैं। वैज्ञानिक संकेतन में लिखे गए अंकों के लिए, सभी अंक सार्थक हैंजैसे, 4.01×10^2 में तीन सार्थक अंक हैं, और 8.256×10^{-3} में चार सार्थक अंक हैं।

(6) वस्तुओं की संख्या की गिनती, उदाहरण के लिए, 2 गेंदों या 20 अंडों में सार्थक अंकों की संख्या अनंत है, क्योंकि ये दोनों ही यथार्थपरक संख्याएँ हैं और इन्हें दशमलव लिखकर उसके बाद अनंत लिखकर व्यक्त किया जा सकता है,

जैसे 2 = 2.000000 या 20 = 20.000000

(7) सार्थक अंकों का जोड़ और घटाव: जोड़ने या घटाने पर प्राप्त परिणाम में दशमलव के दाईं ओर जोड़ने या घटाने वाली किसी भी संख्या से अधिक अंक नहीं होने चाहिए।
उदाहरण के लिए:
12.11 (2 दशमलव स्थान)
18.0 (एक दशमलव स्थान)
1.012 (तीन दशमलव स्थान)
31.122 (तीन दशमलव स्थान)

यहाँ, दशमलव बिंदु के बाद 18.0 में केवल एक अंक है:, अतः परिणाम भी दशमलव के बाद केवल एक अंक तक रिपोर्ट किया जाना चाहिए जो कि 31.1 है।

सार्थक अंकों को गुणा या भाग करना

गुणन और विभाजन कार्यों में, परिणाम को सार्थक अंकों की उतनी संख्या में रिपोर्ट करना चाहिए, जितनी न्यूनतम सार्थक अंक वाली संख्या में होती है।

उदाहरण:

$2.5 \times 1.25 = 3.125$

चूँकि 2.5 में दो सार्थक अंक हैं जो कि संख्या 1.25 के सार्थक अंकों की संख्या से कम है, इसलिए परिणाम में दो से अधिक सार्थक अंक नहीं होने चाहिए। इस प्रकार, परिणाम 3.1 के रूप में रिपोर्ट किया जाना चाहिए

परिणाम को उपरोक्त संख्या में किए गए सार्थक अंकों की संख्या तक सीमित करते हुए, जैसा ऊपर गणितीय प्रचालन में किया गया है, किसी को भी संख्याओं के निकटन (rounding off) के लिए निम्नलिखित बिंदुओं को ध्यान में रखना होगा।

1. यदि सबसे दाईं ओर वाला हटाया जाने वाला अंक 5 से अधिक है, तो उससे पहले वाले अंक का मान एक अधिक कर दिया जाता है।

उदाहरण के लिए : यदि 1.386 से हमें 6 को हटाना है, तो हम निकटन के बाद इसे 1.39 लिखेंगे।

2. यदि सबसे दाईं ओर वाला हटाया जाने वाला अंक 5 से कम है, तो उससे पहले वाले अंक को बदला नहीं जाएगा।

उदाहरण के लिए: 4.334 में यदि 4 को हटाया जाना है, तो परिणाम को 4.33 के रूप में लिखा जाएगा। यदि सबसे दाईं ओर वाला हटाया जाने वाला अंक 5 है, तो उससे पहले वाला अंक सम होने की स्थिति में बदला नहीं जाएगा, परंतु विषम होने पर एक बढ़ा दिया जाता है। अगर सही है हटाए जाने वाले अधिकांश अंक 5 हैं, तो यदि पूर्ववर्ती संख्या सम संख्या है तो इसे बदला नहीं जाता है।

उदाहरण के लिए : यदि 6.35 को 5 हटाकर निकटतम करना हो, तो हमें परिणाम 6.4 के रूप में देना चाहिए। परंतु, यदि 6.25 का निकटन करना है तो परिणाम 6.2 होना चाहिए।

अब जिस मात्रक कारक से गुणा करना है, वह इकाई कारक है जो वांछित मात्रक देता है अर्थात, अंश के पास वह भाग होना चाहिए जो कि वांछित परिणाम में चाहिए।

उपरोक्त उदाहरण में यह भी ध्यान दिया जाना चाहिए कि मात्रकों का भी अन्य संख्यात्मक भाग की तरह प्रबंधन किया जा सकता है। इसे रद्द, विभाजित, गुणा, वर्ग आदि किया जा सकता है।

6. सारांश:

इस मॉड्यूल में, हमने पदार्थ के विभिन्न गुणों के मापन पर बल दिया है। जब किसी पदार्थ के गुणों का अध्ययन किया जाता है, तो मापन निहित होता है। गुणों के प्रमात्रीकरण के लिए मापन की एक पद्धति और मात्रकों की आवश्यकता होती है जिसमें मात्राएँ व्यक्त की जानी हैं। मापन की कई प्रणालियाँ मौजूद हैं जिनमें से अंग्रेजी और मीट्रिक पद्धतियों का व्यापक रूप से प्रयोग किया जाता है। परंतु वैज्ञानिक समुदाय इस बात पर सहमत हुआ कि पूरे विश्व में एक समान और सर्वमान्य पद्धति लागू होनी चाहिए, जिसे इंटरनेशनल सिस्टम ऑफ यूनिट्स अर्थात अंतरराष्ट्रीय मात्रक पद्धति (संक्षेप में एसआई मात्रक) के रूप में जाना गया। चूंकि मापन में आँकड़ों की रिकार्डिंग शामिल होती है, जो हमेशा अनिश्चितता की एक निश्चित मात्रा लिए होते हैं, अत: राशियों के मापन से प्राप्त आँकड़ों का उचित

प्रबंधन बहुत महत्वपूर्ण है। रसायन शास्त्र में राशियों का मापन एक विस्तृत श्रृंखला में फैले हुए हैं। इसलिए, संख्याओं को व्यक्त करने की एक सुविधाजनक पद्धति वैज्ञानिक संकेतन का उपयोग किया जाता है। सार्थक अंकों की संख्या निर्दिष्ट करके अनिश्चितता का ध्यान रखा जाता है जिनमें प्रेक्षण रिपोर्ट किए जाते हैं। विमीय विश्लेषण मापी गई राशियों को विभिन्न पद्धतियों में व्यक्त करने में मदद करता है । इसलिए, परिणामों को एक पद्धति से दूसरी में परस्पर बदलना संभव होता है।