1. મોડ્યુલ અને તેની રચનાની વિગતો

મોડ્યુલની વિગત	
વિષયનું નામ	રસાયણવિજ્ઞાન
કોર્સનું નામ	રસાયણવિજ્ઞાન 01 (ધોરણ XI સિમેસ્ટર 01)
મોડ્યુલનું નામ / શીર્ષક	રસાયણવિજ્ઞાનની કેટલીક પાયાની સંકલ્પનાઓ: ભાગ I
મોડ્યુલ Id	kech_10102
પૂર્વજ્ઞાન	પરમાણુ, અણુ, દ્રવ્ય, દ્રવ્યના વિવિધ પ્રકારના ગુણધર્મો
હેતુઓ	આ મોડ્યુલના અભ્યાસથી તમે ..... • માપનની સામાન્ય પદ્ધતિ અંગેની જરૂરીયાત સમજાવી શકશો. • પાયાની ભૌતિક રાશિઓના નામ અને તેમની સંજ્ઞાઓ તથા તેમના માપન માટે વપરાતા SI એકમોના નામ લખી શકશો. • વૈજ્ઞાનિક સંકેતોનો ઉપયોગ અને અંકો પર સાદા ગાણિતીય કારકોનો ઉપયોગ કરી શકશો. • પરિશુદ્ધતા અને ચોકસાઈ પર્યાયને વિભેદિત કરી શકશો • અર્થસૂચક અંક (સાર્થક અંક) નક્કી કરી શકશો. • એક પદ્ધતિના માપનના એકમોને અન્ય પદ્ધતિના માપનના એકમોમાં પરિવર્તિત કરી શકશો.
ચાવીરૂપ શબ્દો	એકમોની આંતરરાષ્ટ્રીય પદ્ધતિ, SI એકમો, પાયાની ભૌતિક રાશિ, દળ, કદ, ઘનતા, તાપમાન, અનિશ્ચિતતા, વૈજ્ઞાનિક સંકેત, ચોકસાઈ, પરિશુદ્ધતા, પરિમાણાત્મક પૃથક્કરણ

2. વિકાસ ટીમ

કામગીરી	નામ	સંસ્થા
રાષ્ટ્રીય MOOC સંયોજક (NMC)	પ્રો. અમરેન્દ્ર પી. બેહેરા	CIET,NCERT, ન્યુ દિલ્હી
કાર્યક્રમ સંયોજક	ડૉ. મોહમદ મામુર અલી	CIET, NCERT, ન્યુ દિલ્હી
અભ્યાસક્રમ સંયોજક (CC)/ PI	પ્રો. આર. કે. પરાશર	DESM, NCERT, ન્યુ દિલ્હી
અભ્યાસક્રમ સહ સંયોજક / Co-PI	ડૉ. એરૂમખાન	CIET, NCERT, ન્યુ દિલ્હી
વિષય વસ્તુ નિષ્ણાંત (SME)	ડૉ. કોમલ એસ. ખત્રી	જી.બી. પંત ઇન્સ્ટીટ્યુટ ઓફ પોલીટેકનીક, ઓખલા-II, ન્યુ દિલ્હી
સમીક્ષા ટીમ	ડૉ. અલકા મેહરોત્ર ડૉ. એરૂમખાન	DESM, NCERT, ન્યુ દિલ્હી CIET, NCERT, ન્યુ દિલ્હી

અનુવાદક	Dr. Mayur C. Shah	Professor (Chemistry) Department of Biogas Research and Microbiology Faculty of Science & Applied Science Gujarat Vidyapith, Sadra, Dist. - Gandhinagar - 382320

વિષયવસ્તુનું કોષ્ટક

1. દ્રવ્યના ગુણધર્મો અને તેમનું માપન

તમે અગાઉના ધોરણોમાં શીખી ગયા છો કે દરેક પદાર્થને વિશિષ્ટ લાક્ષણિક ગુણધર્મો હોય છે. આ ગુણધર્મોને ભૌતિક ગુણધર્મો અને રાસાયણિક ગુણધર્મોમાં વર્ગીકૃત કરી શકાય છે. રંગ, વાસ, ગલનબિંદુ, ઉત્કલનબિંદુ, ઘનતા, કદ વગેરે ભૌતિક ગુણધર્મોના ઉદાહરણો છે અને દહનશીલતા, સંઘટન, એસિડ અથવા બેઇઝ સાથેની પ્રક્રિયા વગેરે રાસાયણિક ગુણધર્મોના ઉદાહરણો છે. રસાયણવિજ્ઞાની પદાર્થોની વર્તણૂકનું વર્ણન, અર્થઘટન અને અનુમાન તેમના ભૌતિક ગુણધર્મો અને રાસાયણિક ગુણધર્મો કે જે કાળજીપૂર્વકના પ્રયોગો દ્વારા માપવામાં આવે છે તેના જ્ઞાનના આધારે કરે છે. તેથી વૈજ્ઞાનિક અભ્યાસમાં ગુણધર્મોનું જથ્થાત્મક માપન જરૂરી છે. પહેલાના સમયમાં દુનિયાના જુદા-જુદા ભાગોમાં માપનની બે જુદી-જુદી પદ્ધતિઓ ઈંગ્લીશ પદ્ધતિ અને મેટ્રિક પદ્ધતિ વપરાઈ રહી હતી. મેટ્રિક પદ્ધતિ જેનો ઉદભવ ફ્રાન્સમાં અઢારમી સદીના ઉતરાર્ધમાં થયેલો તે ઘણી જ અનુકૂળ હતી, કારણકે તેનો આધાર દશાંશ પદ્ધતિ હતો. ત્યારબાદ વૈજ્ઞાનિક સમાજને સમાન પ્રમાણિત પદ્ધતિની જરૂરીયાત જણાઈ. આવી પદ્ધતિ 1960 માં પ્રસ્થાપિત થઇ અને તેને એકમોની આંતરરાષ્ટ્રીય પદ્ધતિ (SI) નામ આપવામાં આવ્યું હતુ.

1.1 એકમોની આંતરરાષ્ટ્રીય પદ્ધતિ (SI)

એકમોની આંતરરાષ્ટ્રીય પદ્ધતિ(ફ્રેંચ ભાષામાં Le Systeme International d'Unités -ટૂંકાણમાં દર્શાવતા SI) ને વજન અને માપનની અગિયારમી સામાન્ય સભા દ્વારા સ્થાપિત કરવામાં આવી હતી. (CGPM એ Conference Generale des Poids et Measures માંથી). CGPM એ ડીપ્લોમેટિક સંધિ દ્વારા રચાયેલ ઇન્ટર ગવર્મેન્ટલ ટ્રીટી ઓર્ગેનાઈઝેશન, જે મીટર કન્વેશન તરીકે ઓળખાય છે જેના પર 1875 માં હસ્તાક્ષર કરવામાં આવ્યા હતા તે છે.. SI પદ્ધતિમાં પાયાના સાત એકમો છે જેની યાદી કોષ્ટક -1 માં આપેલ છે. આ એકમો સાત મૂળભૂત વૈજ્ઞાનિક રાશિઓને લગતા એકમો છે.

દ્રવ્યના ગુણધર્મોનું માપન

જથ્થાત્મક માપનમાં દુનિયાના જુદા-જુદા ભાગોમાં માપનની બે જુદી-જુદી પદ્ધતિઓ (1) ઈંગ્લીશ પદ્ધતિ અને (2)મેટ્રિક પદ્ધતિ વપરાઈ રહી છે. મેટ્રિક પદ્ધતિ જેનો ઉદભવ ફ્રાન્સમાં અઢારમી

સદીના ઉતરાર્ધમાં થયેલો તે ઘણી જ અનુકૂળ હતી, કારણકે તેનો આધાર દશાંશ પદ્ધતિ હતો. ત્યારબાદ વૈજ્ઞાનિક સમાજને સમાન પ્રમાણિત પદ્ધતિની જરૂરીયાત જણાઈ. આવી પદ્ધતિ 1960 માં પ્રસ્થાપિત થઇ અને તેને એકમોની આંતરરાષ્ટ્રીય પદ્ધતિ (SI) નામ આપવામાં આવ્યું હતું.

એકમોની આંતરરાષ્ટ્રીય પદ્ધતિ (SI) : એકમોની આંતરરાષ્ટ્રીય પદ્ધતિ(ફ્રેંચ ભાષામાં Le Systeme International d'Unités –ટૂંકાણમાં દર્શાવતા SI) ને વજન અને માપનની અગિયારમી સામાન્ય સભા દ્વારા સ્થાપિત કરવામાં આવી હતી. (CGPM એ Conference Generale des Poids et Measures માંથી). CGPM એ ડીપ્લોમેટિક સંધિ દ્વારા રચાયેલ ઇન્ટર ગવર્નમેન્ટલ ટ્રીટી ઓર્ગેનાઈઝેશન, જે મીટર કન્વેશન તરીકે ઓળખાય છે જેના પર 1875 માં હસ્તાક્ષર કરવામાં આવ્યા હતા તે છે.. SI પદ્ધતિમાં પાયાના સાત એકમો છે જેની યાદી કોષ્ટક –1 માં આપેલ છે. આ એકમો સાત મૂળભૂત વૈજ્ઞાનિક રાશિઓને લગતા એકમો છે.

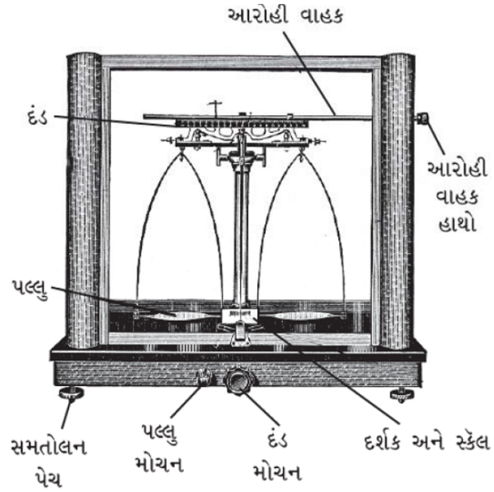
પાયાની ભૌતિક રાશિઓ	રાશિની સંજ્ઞા	**SI** એકમનું નામ	**SI** એકમની સંજ્ઞા
લંબાઈ	L	મીટર	m
દળ	M	કિલોગ્રામ	Kg
સમય	T	સેકન્ડ	S
વિદ્યુત પ્રવાહ	I	એમ્પિયર	A
ઉષ્માગતિકીય તાપમાન	T	કેલ્વિન	K
પદાર્થનો જથ્થો	N	મોલ	Mol
પ્રદીપ્ત તીવ્રતા	Iv	કેન્ડેલા	cd

અન્ય ભૌતિક રાશિઓ જેવી કે ઝડપ, કદ, ઘનતા વગેરે આ રાશિઓમાંથી ઉપજાવી શકાય છે. SI આધારિત એકમોની વ્યાખ્યાઓ કોષ્ટક –2 માં આપેલી છે.

કોષ્ટક **–2: SI** પદ્ધતિના પાયાના એકમોની વ્યાખ્યા

લંબાઈનો એકમ	**મીટર**	એક સેકન્ડના 1/299 792 458મા ભાગના સમયગાળા દરમિયાન પ્રકાશે શૂન્યાવકાશમાં કાપેલા પથની લંબાઈને મીટર કહે છે.
દળનો એકમ	**કિલોગ્રામ**	દળનો એકમ કિલોગ્રામ છે. એક કિલોગ્રામના આંતરરાષ્ટ્રીય આદિરૂપ (પ્રોટોટાઇપ) જેટલું દળ.
સમયનો એકમ	**સેકન્ડ**	એક સેકન્ડ સીઝીયમ-133 પરમાણુની ધરા અવસ્થાના બે અતિસૂક્ષ્મ સ્તરોની વચ્ચે થતી સંક્રાંતિના અનુવર્તી વિકિરણના 9192631770 આવર્તોનો સમયગાળો છે.
વિદ્યુત પ્રવાહનો એકમ	**એમ્પિયર**	એમ્પિયર એક એવો અચળ પ્રવાહ છે જે બે અનંત લંબાઈના બે સીધા સમાંતર વાહકો જેમના આડછેદ નહિવત્ અને શૂન્યાવકાશમાં એક મીટર અંતરે ગોઠવેલા છે અને આ વાહકોની વચ્ચેનું બળ 2×10^{-7} ન્યૂટન પ્રતિ મીટર લંબાઈ પર હોય છે.
ઉષ્માગતિકીય તાપમાનનો એકમ	**કેલ્વિન**	ઉષ્માગતિકીય તાપમાનનો એકમ કેલ્વિન કે જે પાણીના ત્રિબિંદુ*ના ઉષ્માગતિકીય તાપમાનનો 1/273.16 મો ભાગ છે.
પદાર્થના જથ્થાનો એકમ	**મોલ**	(1) પ્રણાલીના પદાર્થનો જથ્થો કે જે 0.012 કિલોગ્રામ કાર્બન-12માં રહેલા પરમાણુઓ જેટલી પ્રાથમિક સ્પીસિઝ ધરાવે છે તેને મોલ કહે છે. તેની સંજ્ઞા મોલ (mol) છે. (2) જ્યારે મોલનો ઉપયોગ કરવામાં આવે ત્યારે પ્રાથમિક સ્પીસિઝનો નિર્દેશ થવો જ જોઈએ. પ્રાથમિક સ્પીસિઝ તરીકે પરમાણુઓ, અણુઓ, આયનો, ઇલેક્ટ્રૉન, અન્ય કણો અથવા આવા કોઈપણ કણોનો નિર્દેશિત સમૂહ હોઈ શકે.
પ્રદીપ્ત તીવ્રતાનો એકમ	**કેન્ડેલા**	કેન્ડેલા 540×10^{12} હર્ટ્ઝ આવૃત્તિવાળા સ્રોતની જ્યોતિ તીવ્રતા છે. જે એકવર્ણી (monochromatic) વિકિરણનું આપેલ દિશામાં ઉત્સર્જન કરે છે અને તેની વિકિરણ તીવ્રતા 1/683 વૉટ પ્રતિ સ્ટર્ડિયન તે દિશામાં હોય છે.

1.2. દળ અને વજન **:** પદાર્થનું દળ તેમાં રહેલા દ્રવ્યનો જથ્થો છે, જયારે વજન પદાર્થ પર લાગતું ગુરુત્વાકર્ષણ બળ છે. પદાર્થનું દળ અચળ હોય છે જયારે તેનું વજન એક સ્થળેથી બીજા સ્થળે બદલાય છે, કારણ કે ગુરુત્વાકર્ષણ બળ બદલાય છે. પ્રયોગશાળામાં પદાર્થનું દળ વૈશ્લેશિક તુલા વડે ખુબ ચોકસાઈપૂર્વક નક્કી કરી શકાય છે. (આકૃતિ 1)



આકૃતિ 1: વૈશ્લેશિક તુલા

દળનો SI એકમ કિલોગ્રામ છે.જોકે પ્રયોગશાળામાં તેનો આંશિક ભાગ ગ્રામ (1 કિગ્રા= 1000 ગ્રામ) વપરાય છે.

Multiple	Prefix	Symbol
10^{-24}	yocto	y
10^{-21}	zepto	z
10^{-18}	atto	A
10^{-15}	femto	F
10^{-12}	pico	P
10^{-9}	nano	N
10^{-6}	micro	μ
10^{-3}	milli	M
10^{-2}	centi	C
10^{-1}	deci	D
10	deca	Da
10^{2}	hecto	H
10^{3}	kilo	K
10^{6}	mega	M
10^{9}	giga	G
10^{12}	tera	T
10^{15}	peta	P
10^{18}	exa	E
10^{21}	zeta	Z
10^{24}	yotta	Y

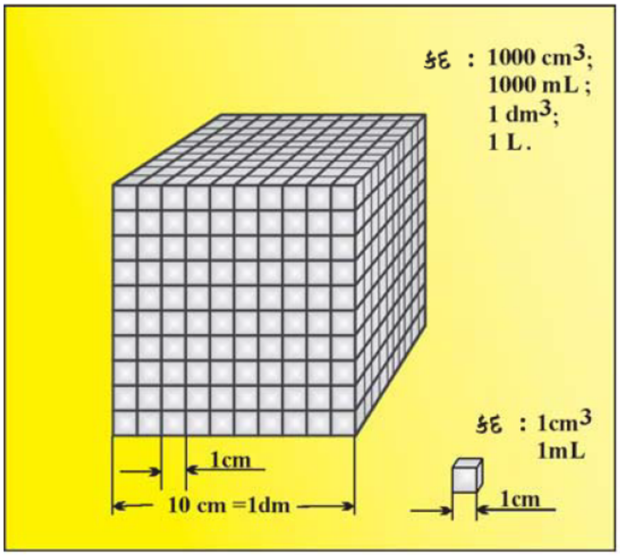
કોષ્ટક **3** SI પદ્ધતિમાં વપરાતા પૂર્વગો

ગુણક	પૂર્વગ	સંજ્ઞા
10^{-24}	યોક્ટો	y
10^{-21}	ઝેપ્ટો	z
10^{-18}	એટ્ટો	a
10^{-15}	ફેમ્ટો	f
10^{-12}	પિકો	p
10^{-9}	નેનો	n
10^{-6}	માઇક્રો	μ
10^{-3}	મિલિ	m
$10\ ^{2}$	સેન્ટિ	c
10^{-1}	ડેસિ	d
10	ડેકા	da
10^{2}	હેક્ટો	h
10^{3}	કિલો	k
10^{6}	મેગા	M
10^{9}	ગીગા	G
10^{12}	ટેરા	T
10^{15}	પેટા	P
10^{18}	એક્ઝા	E
10^{21}	ઝેટા	Z
10^{24}	યોટ્ટા	Y

1.3 કદ **:** પદાર્થનું કદ એટલે પદાર્થ દ્વારા રોકાયેલી જગ્યા. તેનો એકમ (લંબાઈ)3 છે અને SI પદ્ધતિમાં તે m3 છે. સામાન્ય રીતે પ્રયોગશાળામાં નાના કદનો ઉપયોગ થાય છે. આથી કદને માટે સેમી3 અથવા ડેસીમીટર 3 એકમ વપરાય છે.

સામાન્ય એકમ લિટર (L) જે SI એકમ નથી પણ પ્રવાહીઓના કદના માપનમાં ઉપયોગમાં લેવાય છે

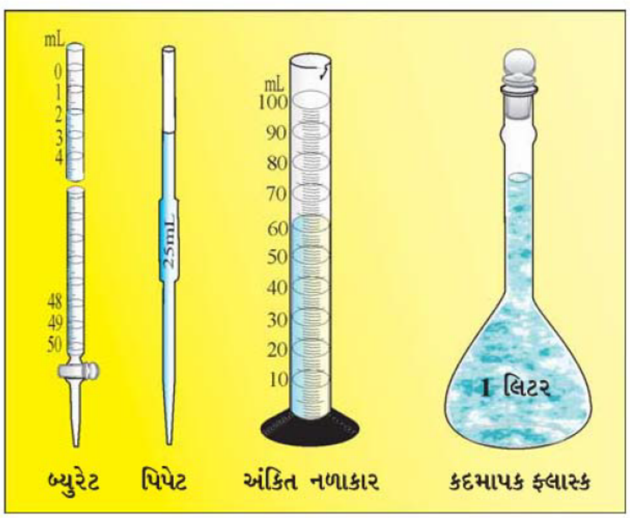
1 L = 1000 mL or 1dm3 =1000 cm3



આકૃતિ 2. કદ દર્શાવવા વપરાતા જુદા-જુદા એકમો

(સ્રોત: પ્રકરણ 1, પૃષ્ઠ નં. 7, પાઠ્યપુસ્તક ધો.-XI, NCERT)

આકૃતિ 2 આ સંબંધોને તાદ્દ્શ કરવામાં મદદરૂપ થાય છે. પ્રયોગશાળામાં પ્રવાહી કે દ્રાવણના કદ અંકિત નળાકાર, બ્યુરેટ, પિપેટ, વગેરેથી માપી શકાય છે. કદમાપક ફ્લાસ્કનો ઉપયોગ દ્રાવણનું જ્ઞાત કદ તૈયાર કરવામાં ઉપયોગી છે. આ માપનના સાધનો આકૃતિ 3 માં દર્શાવેલ છે.



આકૃતિ 3 કેટલાક કદમાપક સાધનો

(સ્રોત: પ્રકરણ 1, પૃષ્ઠ નં. 7, પાઠ્યપુસ્તક ધો-XI, NCERT)

ઘનતા**:** પદાર્થની ઘનતા પ્રતિ એકમ કદના જથ્થાનું દળ છે. આથી ઘનતાનો SI એકમ નીચે પ્રમાણે મેળવી શકાય.

$$\text{ઘનતાનો SI એકમ} = \frac{\text{દળનો SI એકમ}}{\text{કદનો SI એકમ}}$$

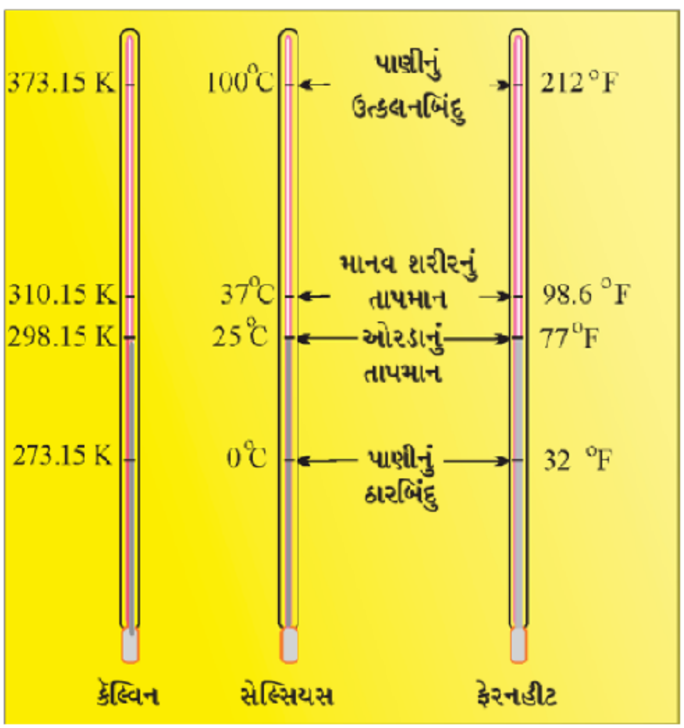
$$= \frac{kg}{m^3} \text{ અથવા } kg\ m^{-3}$$

આ એકમ ઘણો મોટો હોવાથી રસાયણશાસ્ત્રી મુખ્યત્વે ઘનતાને g cm-3 માં દર્શાવે છે, જ્યાં દળ ગ્રામમાં અને કદ cm3 માં દર્શાવેલ છે. ઉપર ચર્ચા કરેલા ત્રણેય ગુણધર્મો નીચે દર્શાવ્યા મુજબ આંતરસંબંધિત છે.

ઘનતા = દળ / કદ

ઘન પદાર્થ સૌથી વધુ ઘનતા ધરાવતો પદાર્થ છે. એટલેકે ઘન પદાર્થમાં કણો એકબીજાની વધુ નજીક રહેલા હોય છે, જ્યારે પ્રવાહીમાં અણુઓ ઓછા આકર્ષણબળથી જોડાયેલા હોય છે તેથી તે ઓછી ઘનતા ધરાવે છે. વાયુમાં પણ અણુઓ વચ્ચે ઓછું આકર્ષણબળ અને વધુ અંતર હોય છે,જેથી તેમની ઘનતા વધુ ઓછી હોય છે.

1.5 તાપમાન**:** તાપમાન માપવા માટે ત્રણ સામાન્ય માપક્રમ – °C (અંશ સેલ્સિયસ), °F (અંશ ફેરનહીટ) અને K (કેલ્વિન) છે. અહિયાં K, SI એકમ છે. આ માપક્રમ આધારિત થર્મોમીટર આકૃતિ 4 માં દર્શાવેલ છે.



આકૃતિ **4** જુદા જુદા તાપમાન માપક્રમના થર્મોમીટર

સામાન્ય રીતે સેલ્સિયસ માપક્રમવાળા થર્મોમીટર 0° થી 100° સુધી માપાંકિત કરેલા હોય છે. જેમાં આ બંને તાપમાનો અનુક્રમે પાણીના ઠારબિંદુ અને ઉત્કલનબિંદુ છે. ફેરનહીટ માંપક્રમ 32° થી

212° વચ્ચે દર્શાવેલ છે. બંને માપક્રમના તાપમાન એકબીજા સાથે નીચેના સંબંધ ધરાવે છે:

$$°F = \frac{9}{5}(°C) + 32$$

કેલ્વિન માપક્રમ સેલ્સિયસ માપક્રમ સાથે નીચે પ્રમાણે સંબંધિત છે:

K = ℃ + 273.15

અહી એ નોંધવું રસપ્રદ છે કે 0° C થી નીચેનું તાપમાન (ઋણ મૂલ્યો) સેલ્સિયસ માપક્રમમાં શક્ય છે, પરંતુ કેલ્વિન માપક્રમમાં તાપમાનનું ઋણ મૂલ્ય શક્ય નથી.

2. માપનમાં અનિશ્ચિતતા

રસાયણવિજ્ઞાન ખુબ મોટી સંખ્યા ધરાવતા અને અતિ ઓછું દળ ધરાવતા પરમાણુઓ અને અણુઓ અંગેનો અભ્યાસ હોવાથી રસાયણવિજ્ઞાનીઓએ 2 ગ્રામ હાઇડ્રોજન વાયુમાં રહેલા 602, 200,000,000,000,000,000,000 અણુઓ જેટલી મોટી સંખ્યા તથા H પરમાણુનું વજન 0.00000000000000000000000166 g જેટલી નાની સંખ્યાઓ સાથે કામ કરવાનું હોય છે. આ જ પ્રમાણે અન્ય અચળાકો જેવા કે પ્લાન્ક અચળાંક, પ્રકાશની ગતિ, કણો પરનો ભાર વગેરે. સરવાળા, બાદબાકી, ગુણાકાર, ભાગાકાર જેવા સાદા ગણિતીય કારકો માટે આવી સંખ્યાને પુનરાવર્તિત સ્વરૂપે લખવું તે કંટાળાજનક બને છે જેના કારણે પરિણામમાં ત્રુટી આવવાની શક્યતા રહે છે. ઉપર મુજબની કોઈ પણ બે સંખ્યાઓને કોઈ એક સાદો ગાણિતીય કારક લાગુ પાડવાનો પ્રયત્ન કરવામાં આવે તો તમને ચોક્કસ ખ્યાલ આવશે કે તે કેટલું મુશ્કેલ છે. અનુકૂળ અને ચોક્કસ ગણતરીઓ માટે આવી સંખ્યાઓને વધુ સારી રીતે રજૂ કરવી આવશ્યક છે. આવી રીત વૈજ્ઞાનિક સંકેતો દ્વારા પ્રાપ્ત થાય છે.

2.1 વૈજ્ઞાનિક સંકેત

વૈજ્ઞાનિક સંકેતમાં સંખ્યાઓને ઘાતાંકીય સંકેતમાં દર્શાવવામાં આવે છે, એટલે કે N X 10n સ્વરૂપ. જ્યાં N (આંકડાકીય પદ કહેવાય છે) 1.000......અને 9.999........ ની વચ્ચેની સંખ્યા તથા n ને ઘાતાંક કહેવાય છે જે ધન કે ઋણ મૂલ્ય ધરાવે છે. 9.999 થી મોટી સંખ્યાને વૈજ્ઞાનિક સંકેતમાં રૂપાંતરિત કરવા માટે દશાંશ ચિહ્નને ડાબી બાજુ એવી રીતે ખસેડવામાં આવે છે કે જેથી દશાંશ ચિહ્ન પહેલા એક બિનશૂન્ય અંક રહે. જો દશાંશ ચિહ્ન 'x' જેટલા સ્થાનો ડાબી બાજુ ખસે તો તે 'x' ઘાતાંક જેટલુ વધે છે. ઉદાહરણ નીચે આપેલું છે.

ઉદાહરણ: 232.508 ને વૈજ્ઞાનિક સંકેતમાં લખવા માટે આપણે દશાંશ ચિહ્નને બે સ્થાન ડાબી બાજુ ખસેડવું પડે અને તેથી ઘાતાંક n=2 થાય. આમ, આ સંખ્યાને વૈજ્ઞાનિક સંકેતમાં 2.32508 X 102 તરીકે લખી શકાય.

1.000...થી નાની સંખ્યાને વૈજ્ઞાનિક સંકેતમાં રૂપાંતરિત કરવા માટે દશાંશ ચિહ્નને જમણી બાજુ એવી રીતે ખસેડવામાં આવે છે કે જેથી દશાંશ ચિહ્ન પહેલા એક બિનશૂન્ય અંક રહે. જો દશાંશ

ચિહ્ન 'x' જેટલા સ્થાનો જમણી બાજુ ખસે તો ઘાતાંક n=–x થાય. ઉદાહરણ નીચે આપેલું છે.

ઉદાહરણ**:** 0.000 16 ને 1.6 X 10–4 તરીકે લખી શકાય છે. અહિયાં વૈજ્ઞાનિક સંકેતમાં દશાંશ ચિહ્ન ચાર સ્થાન જમણી બાજુ ખસે છે તેથી 10 નો ઘાતાંક -4 થયો છે. આ જ પ્રમાણે 2g હાઈડ્રોજનમાં રહેલા અણુઓની સંખ્યાને ઉપર મુજબ વૈજ્ઞાનિક સંકેતમાં 6.0 22 X 10–23 તરીકે લખી શકાય અને એક હાઇડ્રોજન પરમાણુના દળને 1.66 X 10–24 તરીકે લખી શકાય છે.

વૈજ્ઞાનિક સંકેતમાં દર્શાવેલ સંખ્યાઓ પર કોઈ પણ ગાણિતીય ક્રિયા કરતા પહેલા નીચેના મુદ્દાઓ ધ્યાનમાં રાખવાના હોય છે.

આ બે ક્રિયાઓ માટે ઘાતાંકીય સંખ્યા માટેના જે નિયમો છે તે જ લાગુ પડે છે. ગુણાકારમાં અંક વાળા પદો(સંખ્યા N) નો ગુણાકાર થાય છે અને ઘાતાંકો(n) નો સરવાળો થાય છે. જ્યારે ભાગાકારમાં અંક વાળા પદો(સંખ્યા N) નો ભાગાકાર થાય છે અને ઘાતાંકો(n) ની બાદબાકી થાય છે

સરવાળો અને બાદબાકી

આ બંને ક્રિયાઓ માટે સૌપ્રથમ સંખ્યાઓને એવી રીતે લખવામાં આવે છે જેથી તેમના ઘાતાંક સરખા રહે, ત્યારબાદ ગુણાંક (અંક પદ) ઉમેરવામાં કે બાદ કરવામાં આવે છે.

ઉદાહરણ**–1** 6.65 X 104 અને **8.95** X 103 નો સરવાળો કરો

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

ઉદાહરણ**–2**

4.56 X 103 અને **2.62 X 102** નો સરવાળો કરો

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

ઉદાહરણ**–3 4.5 X 103** અને **2.6 X 103** ની બાદબાકી કરો

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

4. અર્થ સૂચક (સાર્થક) અંકો

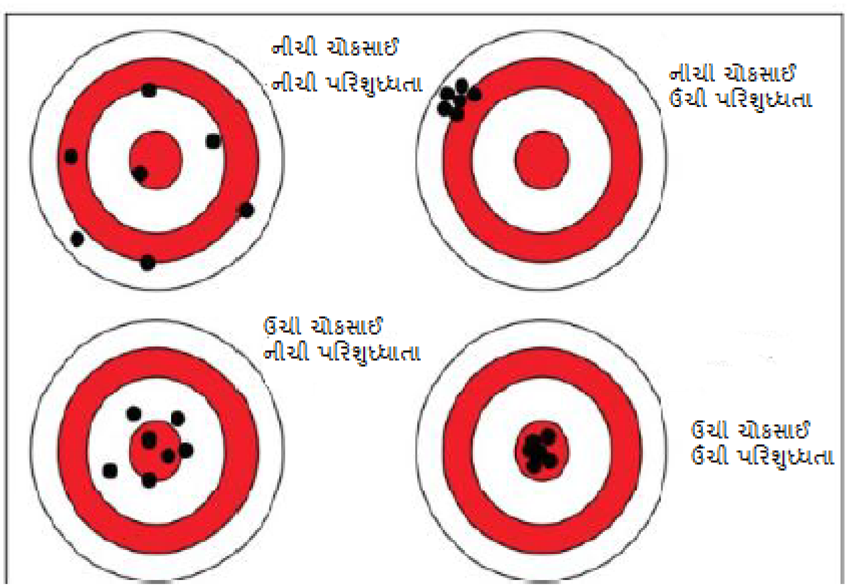
દરેક પ્રાયોગિક માપનમાં તેની સાથે કેટલાક પ્રમાણમાં અનિશ્ચિતતા સંકળાયેલી હોય છે. ધારો કે

આપણે કોઈ એક વસ્તુનું દળ સાદી તુલા વડે માપીએ તો તે 12.3 g મળે છે. ફરીથી તે જ વસ્તુનું દળ આપણે વૈશ્લેશિક તુલા વડે માપીએ તો તે 12.308 g મળે છે. આનો અર્થ એ થયો કે વૈશ્લેશિક તુલા વડે મેળવેલ દળ સાદી તુલા વડે મેળવેલ દળ કરતા સહેજ વધારે મળ્યું છે. તેથી સાદી તુલા વડે મેળવેલ માપનમાં દશાંશ ચિહ્ન પછી દર્શાવેલ અંક 3 માં અનિશ્ચિતતા છે. તેવી જ રીતે વૈશ્લેશિક તુલા વડે મેળવેલ માપનમાં ઉપર દર્શાવેલ દળના મૂલ્યમાં છેલ્લો અંક 8 અનિશ્ચિત હોય છે. જોકે આપણે હંમેશા ઈચ્છીએ છીએ કે પરિણામો પરિશુદ્ધ અને ચોક્કસ હોય. આપણે જ્યારે માપનની વાત કરતા હોઈએ છીએ ત્યારે વારંવાર પરિશુદ્ધતા અને ચોકસાઈનો ઉલ્લેખ કરતા હોઈએ છીએ.

પરિશુધ્ધતા એક જ જથ્થાના જુદા જુદા માપન વચ્ચેનું નજીકપણું દર્શાવે છે. જ્યારે ચોકસાઈ એ મેળવેલા પરિણામનું સાચા પરિણામ સાથેનું સહમતપણું દર્શાવે છે. ઉદાહરણ તરીકે એક પરિણામનું સાચું મૂલ્ય 2.00 g છે અને કોઈ એક વિદ્યાર્થી 'A' બે માપન કરે છે અને તે 1.95 g અને 1.93 g છે. આ મૂલ્યો એકબીજાના ઘણા નજીક હોવાના કારણે પરિશુદ્ધ છે, પણ તે ચોક્કસ નથી. બીજો વિદ્યાર્થી આ પ્રયોગ ફરીથી કરે છે અને તે માપનમાં 1.94 g અને 2.05 g પરિણામો મેળવે છે. આ પરિણામો પરિશુદ્ધ પણ નથી અને ચોક્કસ પણ નથી. જ્યારે ત્રીજો વિદ્યાર્થી આ માપન ફરીવાર કરે છે ત્યારે તે પરિણામ તરીકે 2.01 g અને 1.99 g રજૂ કરે છે. આ બન્ને મૂલ્યો પરિશુદ્ધ અને ચોક્કસ છે. આ બાબત કોષ્ટક 4 માં દર્શાવેલ માહિતી દ્વારા વધુ સારી રીતે સમજી શકાશે.

માપન / g						
	1	2	સરેરાશ (g)	સાચું મૂલ્ય	ચોકસાઈ	પરિશુધ્ધતા
વિદ્યાર્થી A	1.95	1.93	1.940	2.000	નીચી	ઊંચી
વિદ્યાર્થી B	1.94	2.05	1.995	2.000	નીચી	નીચી
વિદ્યાર્થી C	2.01	1.99	2.000	2.000	ઊંચી	ઊંચી

પરિશુધ્ધતા અને ચોકસાઈની સંકલ્પના સમજવા માટે અન્ય ઉદાહરણ આકૃતિ 5 માં દર્શાવેલ છે.



આકૃતિ 5 પરિશુદ્ધતા વિરુદ્ધ ચોકસાઈ

(સ્રોત: http://cdn.antarcticglaciers.org/wpcontent/uploads/2013/11/precision_accuracy.png)

પ્રાયોગિક કે ગણતરી કરેલ મૂલ્યોમાં રહેલી અનિશ્ચિતતાને અર્થસૂચક અંકોની સંખ્યા દ્વારા દર્શાવી શકાય છે. અર્થસૂચક અંકો અર્થપૂર્ણ છે, જે ચોકસાઈપૂર્વક જ્ઞાત હોય છે. વધુમાં એક અંક હોય છે જે અનિશ્ચિત હોય છે. એવું અનુમાનવામાં આવે છે કે જ્યારે સંખ્યા લખવામાં આવે છે ત્યારે છેલ્લા અંક પહેલાના અંકો નિશ્ચિત હોય છે અને છેલ્લો અંક અનિશ્ચિત હોય છે.

ઉદાહરણ તરીકે જો આપણે એક પરિણામને 11.2 mL તરીકે લખીએ તો આપણે 11 ને નિશ્ચિત અને 2 ને અનિશ્ચિત કહીએ છીએ.. છેલ્લા અંકની અનિશ્ચિતતા ± 1 થશે. જો કોઈ રીતે નિવેદિત કરેલું ના હોય તો અનિશ્ચિતતા સામાન્ય રીતે છેલ્લા અંકમાં ± 1 તરીકે સમજવામાં આવે છે.

અર્થસૂચક અંકના અંક નક્કી કરવા માટેના કેટલાક નિયમો છે. આ નિયમો નીચે પ્રમાણે રજુ કરવામાં આવ્યા છે.

(1) શૂન્ય સિવાયના બધા જ અંકો અર્થસૂચક છે.

ઉદાહરણ તરીકે, 285 cm, 0.25 mL, 5004 અને 2.05 ને અનુક્રમે ત્રણ, બે, ચાર અને ત્રણ અથસૂચક અંકો છે.

(2) શૂન્ય સિવાયના અંકની આગળનો શૂન્ય અંક અર્થ સૂચક હોતો નથી. આવા શૂન્ય દશાંશ ચિહ્નનું સ્થાન દર્શાવે છે.

ઉદાહરણ તરીકે 0.03 અને 0.00 52 અનુક્રમે એક અને બે અર્થસૂચક અંકો ધરાવે છે.

(3)શૂન્ય સિવાયના બે અંકો વચ્ચેના શૂન્ય અંકો અર્થસૂચક હોય છે. ઉદાહરણ તરીકે 2.00 5 ચાર અર્થસૂચક અંકો ધરાવે છે.

(4) સંખ્યાના છેડે અથવા જમણી બાજુ રહેલા શૂન્ય કે જે દશાંશ ચિહ્નની જમણી બાજુએ આવેલા હોય તો જ અર્થસૂચક ગણાય છે. ઉદાહરણ તરીકે 0.200 ત્રણ અર્થસૂચક અંકો ધરાવે છે. દશાંશ ચિહ્ન ન હોય તેવી સંખ્યામાં જમણી બાજુ રહેલા શૂન્ય અર્થસૂચક હોતા નથી. દા.ત., 100 માત્ર એક જ અર્થસૂચક અંક ધરાવે છે. પરંતુ 100. ત્રણ અર્થસૂચક અંકો ધરાવે છે અને 100.0 ચાર અર્થ સૂચક અંકો ધરાવે છે.

(5) આવી સંખ્યાને વૈજ્ઞાનિક સંકેતમાં વધુ સારી રીતે દર્શાવી શકાય. આપણે 100 ને એક અર્થસૂચક અંક માટે 1 × 102 તરીકે, બે અર્થસૂચક અંક માટે 1.0 × 102 તરીકે અને ત્રણ અર્થસૂચક અંક માટે 1.00 × 102 તરીકે દર્શાવી શકીએ. વૈજ્ઞાનિક સંકેતમાં લખવામાં આવતી સંખ્યા માટે બધા જ અંકો અર્થસૂચક હોય છે. દા.ત., 4.01× 102 ત્રણ અર્થસૂચક અંકો ધરાવે છે અને 8.256 × 10–3 ચાર અર્થસૂચક અંકો ધરાવે છે.

(6) વસ્તુની ગણતરી કરેલી સંખ્યા, ઉદાહરણ તરીકે 2 દડા અથવા 20 ઈંડા અનંત અર્થસૂચક અંકો ધરાવે છે, કારણ કે આ ચોક્કસ સંખ્યાઓ છે અને તેમને દશાંશ ચિહ્ન પછી અનંત શૂન્ય મૂકીને દર્શાવી શકાય છે, એટલેકે 2=2.000000 અથવા 20= 20.000000

(7) અર્થસૂચક અંકોના સરવાળા અને બાદબાકી : જ્યારે સરવાળો કે બાદબાકી કરવામાં આવે ત્યારે પરિણામોમાં મળતી સંખ્યામાં દશાંશ ચિહ્નની જમણી બાજુ રહેલા અંકો મૂળ સંખ્યાઓમાં દશાંશ ચિહ્નની જમણી બાજુ રહેલા ઓછામાં ઓછા અંકો કરતા વધુ ન હોવા જોઈએ.

ઉદાહરણ તરીકે,

12.11 (બે દશાંશ સ્થાન)

18.0 (એક દશાંશ સ્થાન)

1.012 (ત્રણ દશાંશ સ્થાન)

31.122 અહી, 18.0 ને દશાંશ ચિહ્ન પછી એક જ અર્થસૂચક અંક છે અને તેથી પરિણામને દશાંશચિહ્નથી જમણી બાજુ એક અંક સુધી દર્શાવાય છે, જે 31.1 છે.

અર્થસૂચક અંકોના ગુણાકાર અને ભાગાકાર

ગુણાકાર અને ભાગાકારની ક્રિયાઓમાં પરિણામમાં અર્થસૂચક અંકો મૂળ સંખ્યામાં રહેલા ઓછામાં ઓછા અર્થ સૂચક અંકો જેટલા હોય છે.

ઉદાહરણ: 2.5 × 1.25 =3.125

2.5 બે અર્થસૂચક અંકો ધરાવે છે, જે 1.25 માં રહેલા અર્થસૂચક અંકો કરતા ઓછા છે. તેથી પરિણામમાં બે અર્થસૂચક અંકો કરતા વધુ અર્થ સૂચક અંકો હોવા જોઈએ નહિ. આમ પરિણામને 3.1 તરીકે દર્શાવવું જોઈએ.

ઉપર દર્શાવેલ ગાણિતિક ક્રિયાઓના ઉપયોગથી મળેલા પરિણામોને સીમિત રીતે દર્શાવવા માટે નીચેની બાબતો સંખ્યાના સંનિકટન માટે ધ્યાનમાં રાખવી જરૂરી છે.

1. જો જમણી બાજુનો સૌથી છેલ્લો અંક 5 કરતા વધારે હોય તો તેને દૂર કરી તેની આગળના અંકમાં 1 નો વધારો કરવામાં આવે છે.

ઉદાહરણ તરીકે 1.386, જો 6 ને દૂર કરવો હોય તો આપણે સંનિકટન 1.39 કરવું પડે.

2. જો જમણી બાજુનો સૌથી છેલ્લો અંક 5 કરતા ઓછો હોય તો તેને દૂર કરવામાં આવે છે પણ તેની આગળના અંકમાં ફેરફાર થતો નથી. ઉદાહરણ તરીકે 4.334.જો 4 ને દૂર કરીએ તો સંનિકટન પરિણામ 4.૩૩ થાય. જો જમણી બાજુના સૌથી છેલ્લા અંક 5 ને દૂર કરતા તેની પહેલાનો અંક બેકી સંખ્યા હોય તો આગળના અંકમાં કોઈ ફેરફાર કરવામાં આવતો નથી. જો 5 ની પહેલાનો અંક બેકી સંખ્યા હોય તો આગળના અંકમાં એક ઉમેરવામાં આવે છે.

ઉદાહરણ તરીકે જો 6.35 નુ સંનિકટન 5 દૂર કરીને કરીએ તો તેના પરિણામને 6.4 તરીકે રજૂ કરવું જોઈએ.પણ જો 6.25 નું સંનિકટન કરીએ તો પરિણામને 6.2 તરીકે રજૂ કરવું જોઈએ.

5. પરિમાણાત્મક પૃથક્કરણ **:** ગણતરી કરતા સમયે ઘણી વખત એકમોને એક પદ્ધતિમાંથી બીજી પદ્ધતિમાં ફેરવવા પડે છે. આ કરવા માટે વપરાતી પદ્ધતિને અવયવ ચિહ્નિત પદ્ધતિ (factor label method)અથવા એકમ અવયવ પદ્ધતિ (unit factor method) અથવા પરિમાણાત્મક પૃથક્કરણ (dimensional analysis) કહે છે.

ઉદાહરણ 1 : ધાતુનો એક ટુકડો 3 ઇંચ (ઇંચને in વડે દર્શાવાય છે) લાંબો છે. તેની લંબાઈ cm માં

કેટલી હશે?

ઉકેલ: આપણે જાણીએ છીએ કે 1 in = 2.54 cm.

આ સમતુલ્યતાના આધારે લખી શકાય કે $\frac{1 in}{2.54 cm} = 1 = \frac{2.54 cm}{1 in}$

આ બંને એકમ અવયવો કહેવાય છે. જો કોઈ સંખ્યાને આ એકમ અવયવ (એટલે કે 1) વડે ગુણીએ તો કોઈ અસર પડશે નહિ.

ધારો કે 3 in ને એકમ અવયવ વડે ગુણવામાં આવે તો

આમ, $\frac{1 in}{2.54 cm}$ બરાબર 1 થાય છે અને $\frac{2.54 cm}{1 in}$ બરાબર પણ 1 થશે.

$$3 \text{ in} = 3 \text{ in} \quad \frac{2.54 \text{ cm}}{1 \text{ in}} = 3 \quad 2.54 \text{ cm} = 7.62 \text{ cm}$$

હવે એકમ અવયવ કે જેના વડે ગુણાકાર કરવામાં આવશે તે એકમ અવયવ $\frac{2.54 cm}{1 in}$ થશે.

આથી ઈચ્છિત એકમ મળશે, એટલે કે અંશ ઈચ્છિત પરિણામમાં જરૂરી બનશે. એ પણ નોંધવું જરૂરી છે કે ઉપરના ઉદાહરણમાં એકમોને બીજી સંખ્યાના ભાગ તરીકે લઇ શકાય, તેને રદ કરી શકાય, ભાગી શકાય, ગુણી શકાય અને વર્ગ કરી શકાય વગેરે.

6. સારાંશ: આ મોડ્યુલમાં આપણે દ્રવ્યના જુદા-જુદા ગુણધર્મોના માપન પર ભાર મુક્યો છે. જયારે પદાર્થના ગુણધર્મોનો અભ્યાસ કરવામાં આવે છે ત્યારે તેમનું માપન સહજ હોય છે. ગુણધર્મોનો જથ્થાત્મક રીતે અભ્યાસ કરતા માપન અને એકમોની જરૂર પડે છે. જેમાં તે દર્શાવી શકાય. માપનની ઘણી પદ્ધતિઓ છે, પરંતુ તેમાંથી ઇંગ્લિશ પદ્ધતિ અને મેટ્રિક પદ્ધતિનો વધુ ઉપયોગ થાય છે. વૈજ્ઞાનિકોના સમાજે વિશ્વમાં બધે જ એકસરખી અને સામાન્ય પદ્ધતિ વપરાય તેને માટે સંમતિ દર્શાવેલી છે અને આ પદ્ધતિને SI એકમ (International System of Units) તરીકે ટૂંકમાં દર્શાવેલ છે. માપનમાં માહિતી એકઠી કરવાની હોય છે, જે કેટલાક પ્રમાણમાં અનિશ્ચિતતા સાથે સંકળાયેલ હોય છે. રાશિઓના માપનથી મેળવાયેલી માહિતીનો યોગ્ય ઉપયોગ થાય છે. રસાયણવિજ્ઞાનમાં રાશિઓનું માપન વધુ વિસ્તારમાં ફેલાયેલું છે. આથી સંખ્યાઓને સગવડભરી રીતે દર્શાવવા માટે વૈજ્ઞાનિક સંકેતો વપરાય છે. માપનમાની અનિશ્ચિતતાની કાળજી માટે અર્થસૂચક અંકનો નિર્દેશ થાય છે. પરિમાણાત્મક પૃથક્કરણ એકમોની જુદી-જુદી પદ્ધતિમાં માપન કરેલી રાશિઓને દર્શાવવામાં મદદરૂપ કરે છે. આથી પરિણામોને એકમના એક સ્વરૂપમાંથી બીજા

સ્વરૂપમાં આંતરરૂપાંતરિત કરવા શક્ય છે.