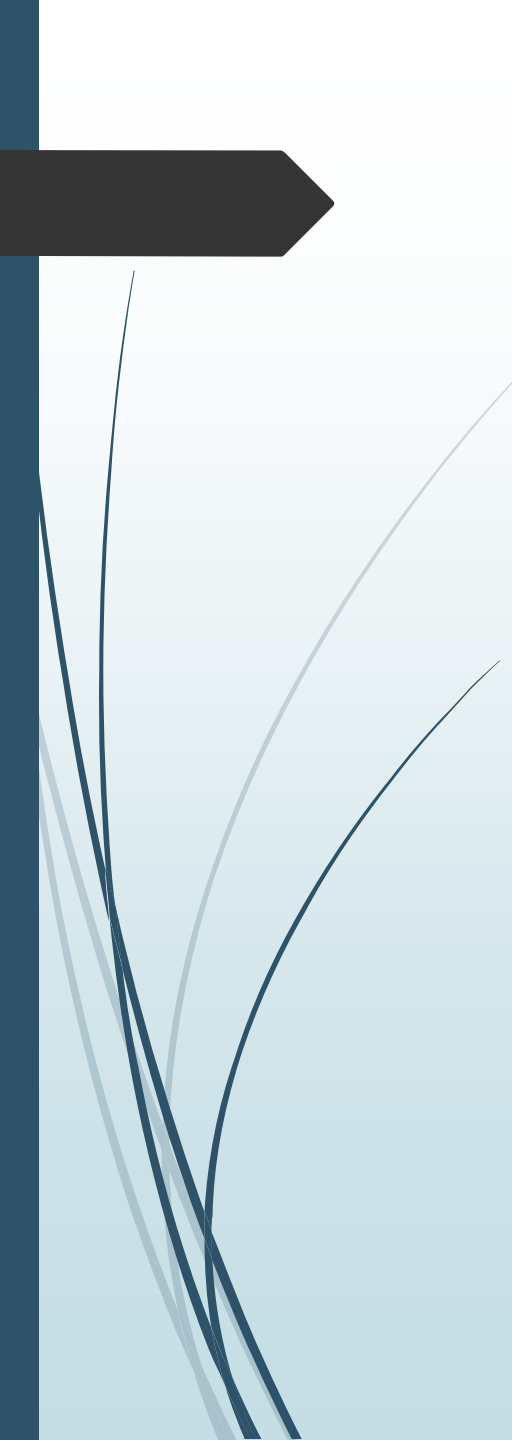


ANALYTICAL CHEMISTRY

B.SC. SEM :1 UNIT-4



Dr. Z.M. Gadhawala
M.Sc. Ph.D. FIICCE



Program me Code : SCIUG102

Course Code : SC23MJDSCCHE 101

- **Types of Course : Major Discipline Specific Course (MJDSC)**
- **Name of Course : Fundamental of Chemistry**
- **Effective From June 2023 Under NEP 2020**

➤ COURSE OUTCOMES

- Students are enabled to achieve knowledge of
- @ Analytical chemistry
- @ Classical and electro analytical techniques
- @ Methods of measurements
- @ Analytical data treatment
- @ Q-test, 2.5d and 4.0d rules
- @ Significant figures



CHEMISTRY

The branch of science
which gives information of
composition , structure &
properties of compounds.



- **ANALYTICAL CHEMISTRY**

The branch of chemistry which gives information of separation , identification & determination of compounds which are present in sample

ANALYTICAL CHEMISTRY means what analytical chemist do in the laboratory.

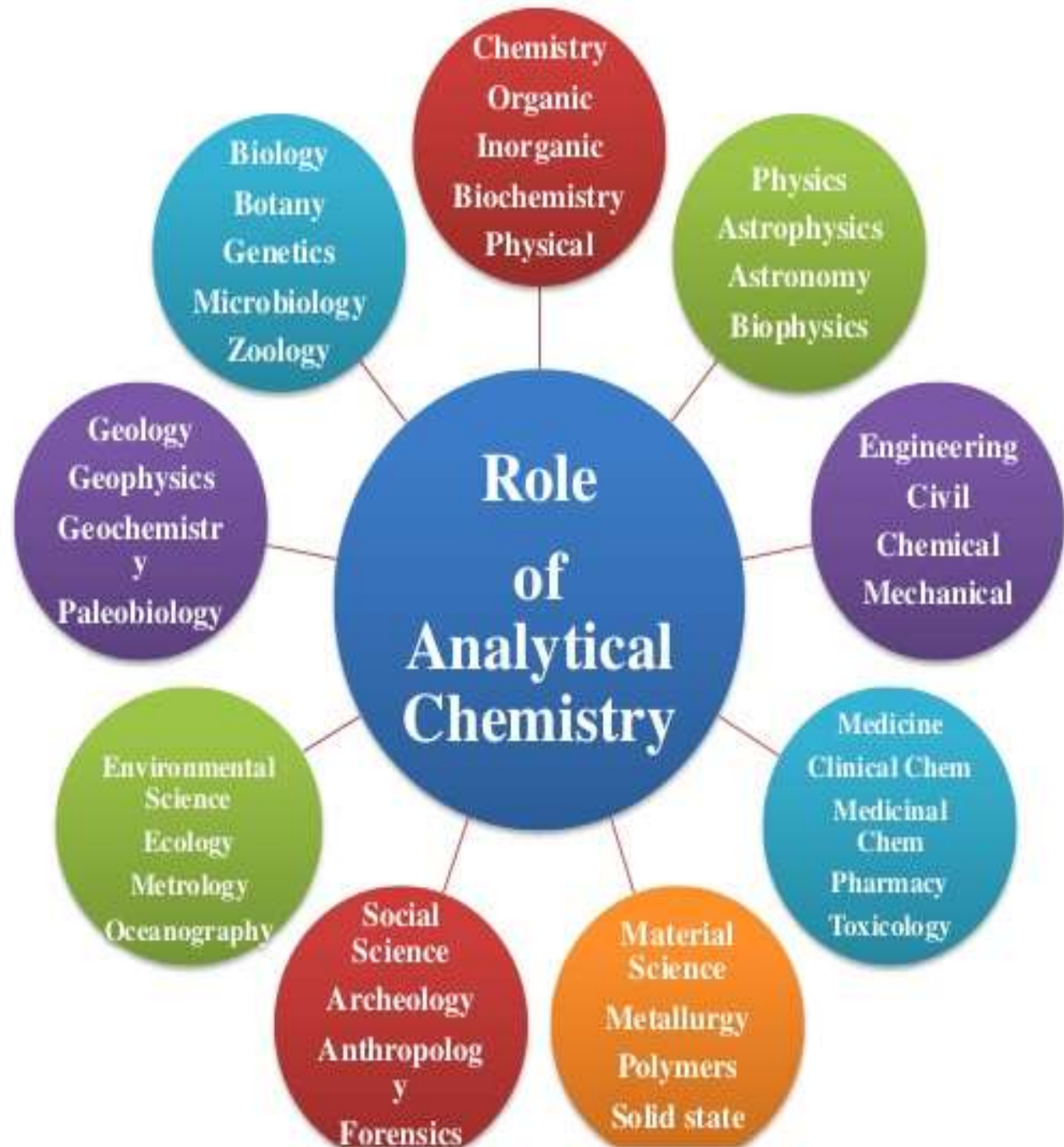
- Two questions are important in analytical chemistry:

What is it?
(Qualitative analysis)

How much is it?
(Quantitative analysis)



IMPORTANCE OF ANALYTICAL CHEMISTRY



LITERATURE OF ANALYTICAL CHEMISTRY:

1) Reference books

- **Name:** A text book of quantitative inorganic analysis.

Author: **A.I.Vogel.**

<https://chem.hbcse.tifr.res.in/wp-content/uploads/2019/10/vogels-textbook-of-quantitative-chemical-analysis-5th-edition.pdf>

Publisher: Longmann Group Ltd. London.

- **Name:** Elementary practical organic chemistry.

Author: **A.I.Vogel**

https://fac.ksu.edu.sa/sites/default/files/vogel_-_practical_organic_chemistry_5th_edition.pdf

Publisher: Longmann Group Ltd. London (UK)

- **Name:** Quantitative Analysis

Author: **Day & Underwood**

<http://rims.ruforum.org/FFFFF0/day-and-underwood-quantitative-analysis.pdf>

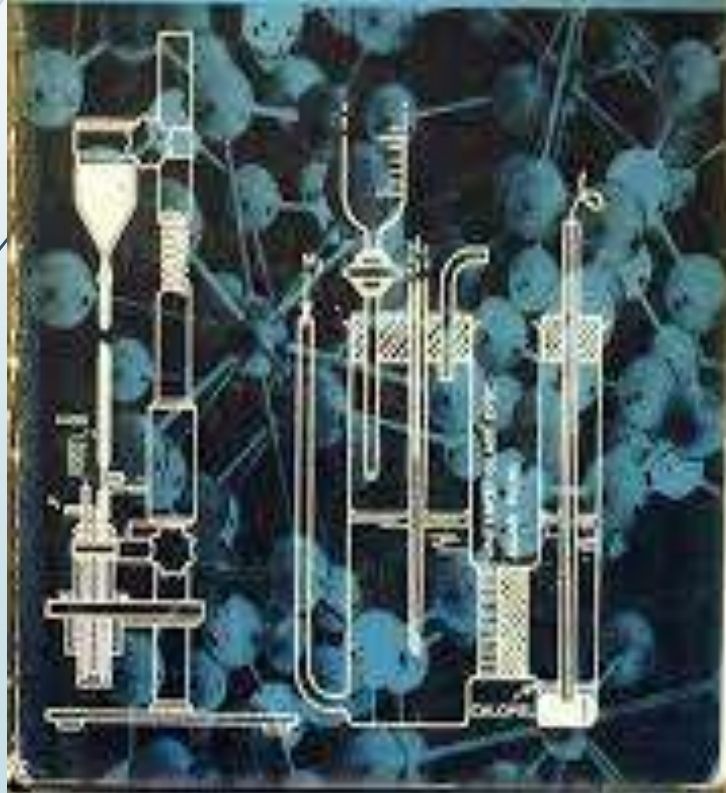
Publisher: Prentice Hall. U.S.A

A Text-book of Quantitative Inorganic Analysis

INCLUDING ELEMENTARY INSTRUMENTAL ANALYSIS

ARTHUR I. VOGEL

THIRD EDITION



VOGEL's

TEXTBOOK OF PRACTICAL ORGANIC CHEMISTRY

FIFTH EDITION

B. S. FURNISS • A. J. HANNAFORD • P. W. G. SMITH • A. R. TATCHELL

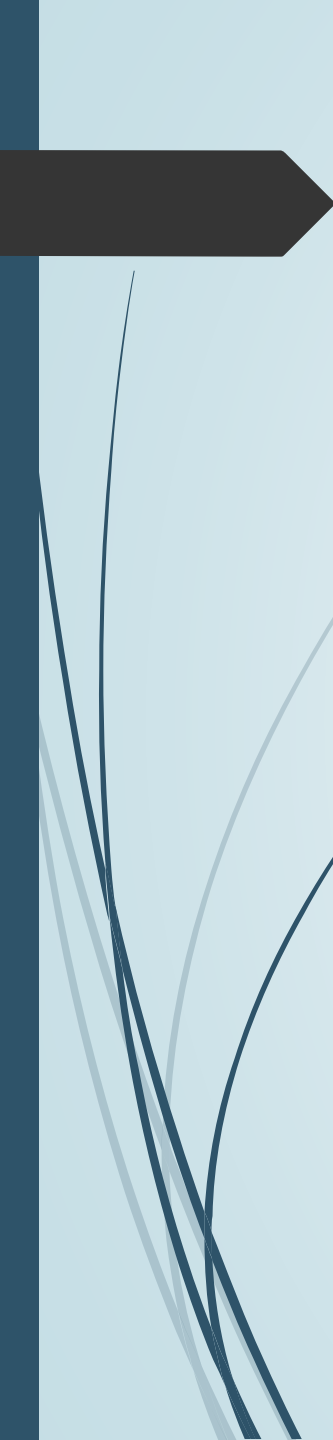
**NEW
EDITION**

JOURNAL OF CHEMICAL EDUCATION

ACS Publications
Most Trusted Most Used Most Read

www.acs.org

- 
- [Vogels TEXTBOOK OF QUANTITATIVE CHEMICAL ANALYSIS 5th ed - G. H. Jeffery.MsuCity.pdf](#)



► **Name:** Analytical chemistry

Author: Gary D. Christian.

Publisher: John Wiley & sons, U.S.A

► **Name:** Fundamental of Analytical Chemistry

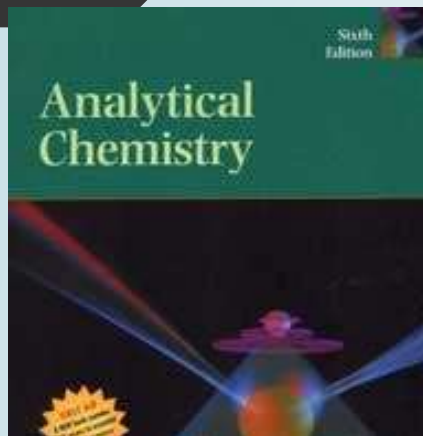
Author: Skoog and west

Publisher: Holt-Saunders, U.S.A

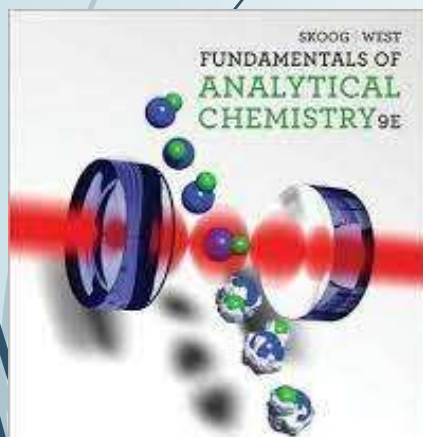
► **Name:** Comprehensive Analytical chemistry

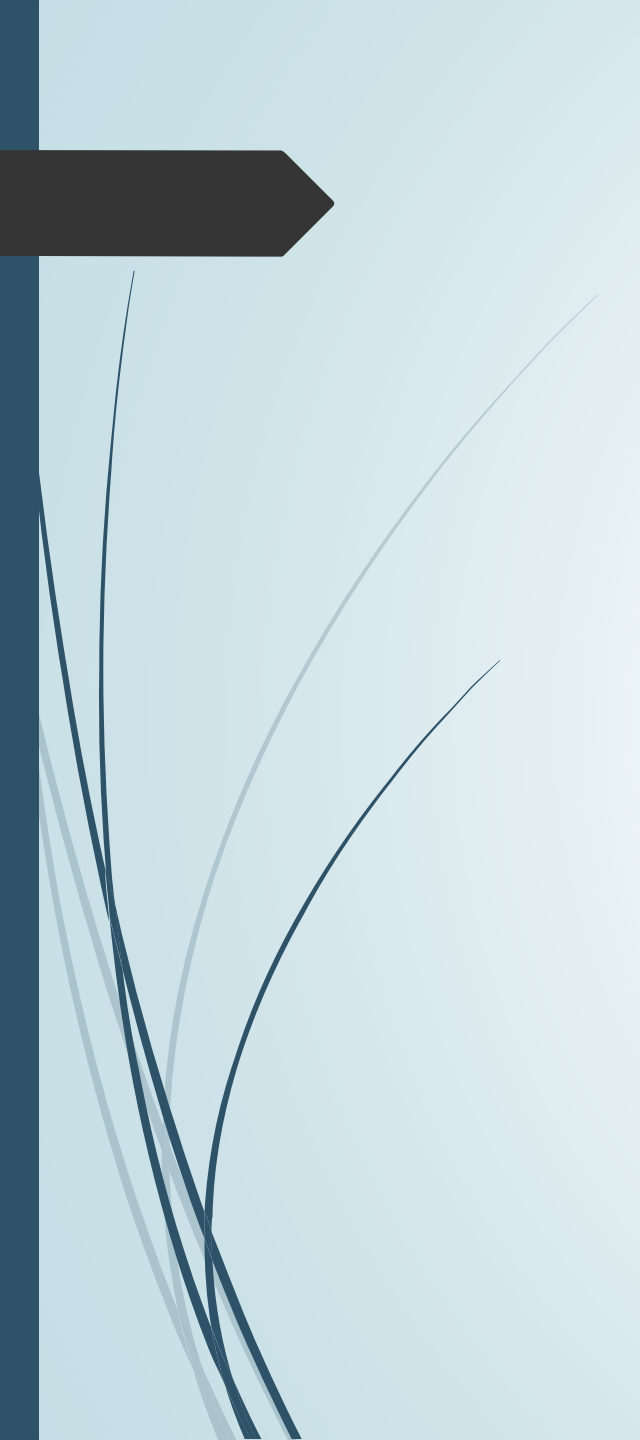
Author: C.L. & D.N Wilson

Publisher: Elsevier publishing co. U.S.A.



► https://www.flip3r.com/scripts/un981c6l?a_id=6445a45f&a_bid=c28f910b&data1=Comprehensive+analytical+chemistry+by+cecil+leeburn+wilson&chan=100_1B_203





2) JOURNALS

► **Name:** Analyst

Publisher: Royal society of Chemistry (RSC) Britain
Information:

► **Name:** Analytical chemical Acta.

Publisher: Elsevier Publishing co. Natherland.
Information:

► **Name:** Journal of chromatography

Publisher: Elsevier Publishing co. Natherland
Information:

[illegible]

Journal of Management Inquiry 22(1)



**Analytica
Chimica
Acta** AN INTERNATIONAL JOURNAL
DEVOTED TO ALL BRANCHES
OF ANALYTICAL CHEMISTRY

AN INTERNATIONAL JOURNAL
DEVOTED TO ALL BRANCHES
OF ANALYTICAL CHEMISTRY

For example, a study of 100,000 people in the United States found that those who ate a diet high in fruits and vegetables had a 25% lower risk of dying from heart disease than those who ate a diet high in fats and sugars.



Received 1798, Volume 1-2, 17 February 2000
 Published on-line 1798

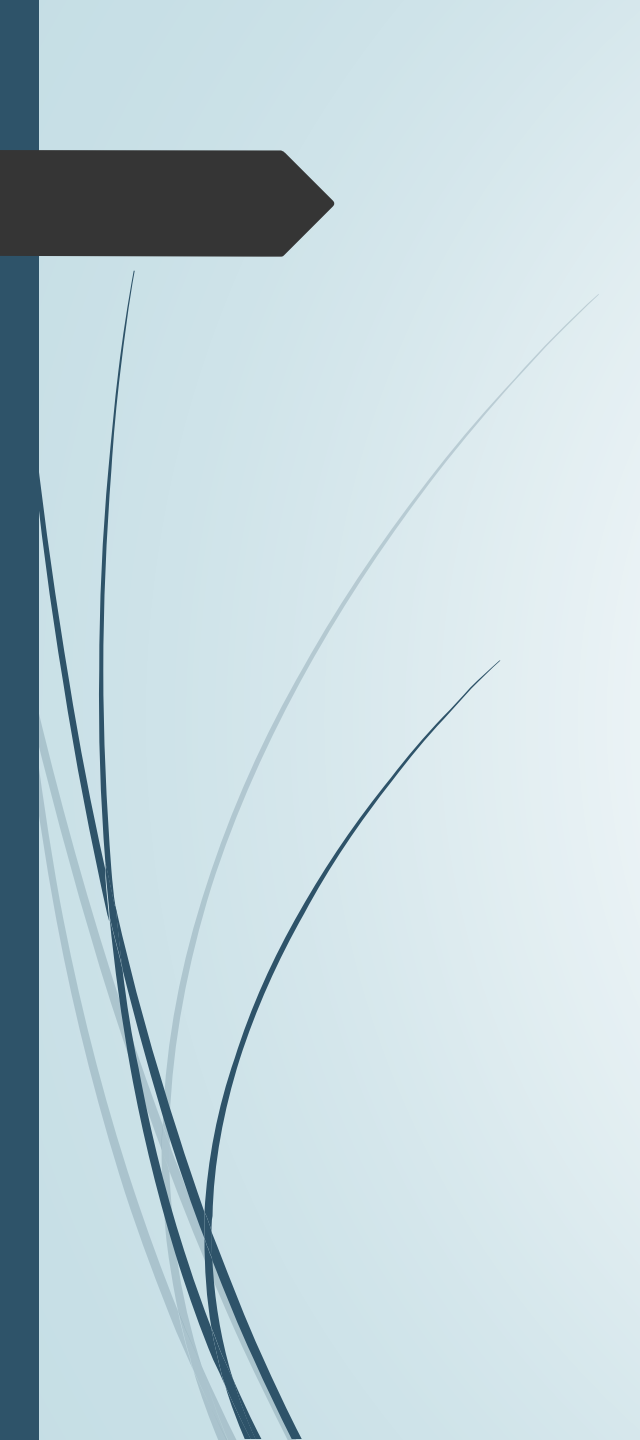
MEMORANDUM FOR THE SECRETARY
OF THE BOARD OF DIRECTORS
RE: The Board of Directors of the
American Chemical Society
Date: 10/10/1961

JOURNAL OF CHROMATOGRAPHY

INCIDENCE, ELECTROCHEMIS, MASS SPECTROMETRY,
OTHER SEPARATION, AND DETECTION METHODS

[illegible]

1. The following are the names of the authors of the book "The Art of War":
 - a. Sun Tzu
 - b. Lao Tzu
 - c. Confucius
 - d. Mencius
2. The following are the names of the authors of the book "The Tao Te Ching":
 - a. Lao Tzu
 - b. Zhuangzi
 - c. Han Feizi
 - d. Xunzi
3. The following are the names of the authors of the book "The Analects":
 - a. Confucius
 - b. Mencius
 - c. Xunzi
 - d. Han Feizi
4. The following are the names of the authors of the book "The Great Learning":
 - a. Zhuangzi
 - b. Han Feizi
 - c. Xunzi
 - d. Confucius
5. The following are the names of the authors of the book "The Mencius":
 - a. Mencius
 - b. Xunzi
 - c. Han Feizi
 - d. Confucius
6. The following are the names of the authors of the book "The Xunzi":
 - a. Xunzi
 - b. Han Feizi
 - c. Confucius
 - d. Mencius
7. The following are the names of the authors of the book "The Han Feizi":
 - a. Han Feizi
 - b. Xunzi
 - c. Confucius
 - d. Mencius
8. The following are the names of the authors of the book "The Zhuangzi":
 - a. Zhuangzi
 - b. Han Feizi
 - c. Xunzi
 - d. Confucius
9. The following are the names of the authors of the book "The Lao Tzu":
 - a. Lao Tzu
 - b. Zhuangzi
 - c. Han Feizi
 - d. Xunzi
10. The following are the names of the authors of the book "The Sun Tzu":
 - a. Sun Tzu
 - b. Lao Tzu
 - c. Confucius
 - d. Mencius



3) ABSTRACTS

- Chemical Abstracts .
- American chemical society

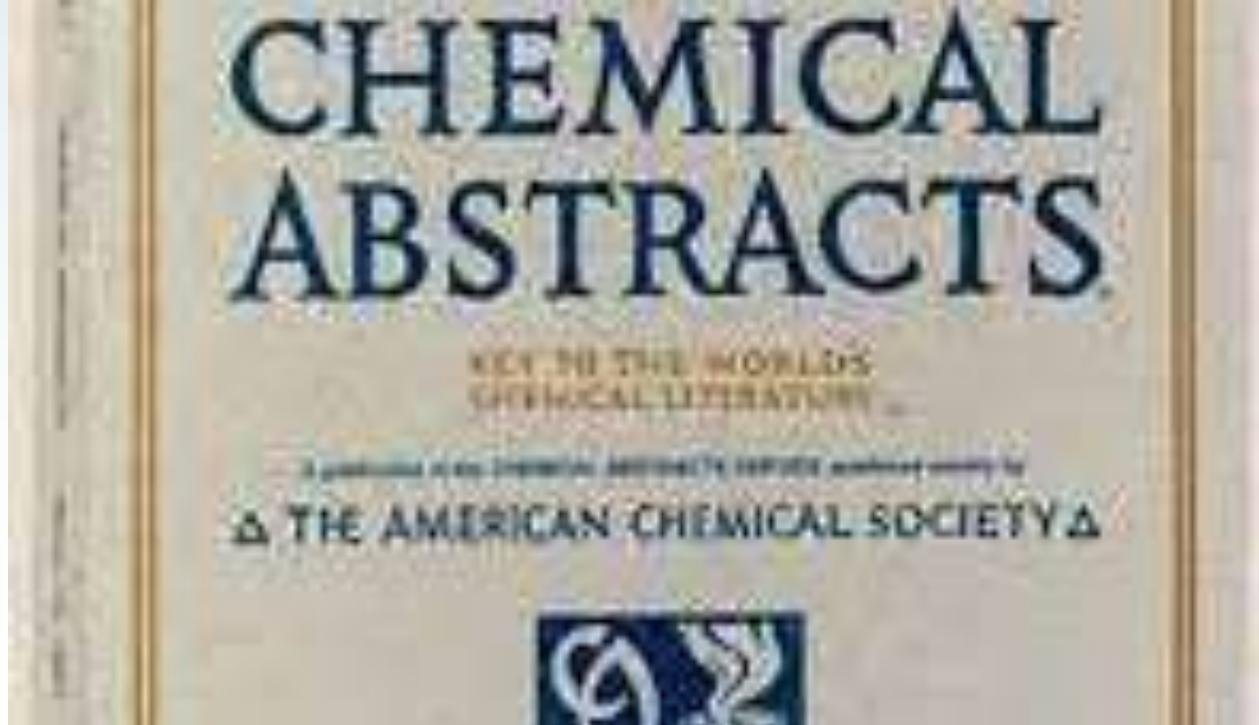
4) REVIEWS

- **Name:** Progress of chemistry

Publisher: Chemical society, London

- **Name:** Critical reviews in analytical chemistry

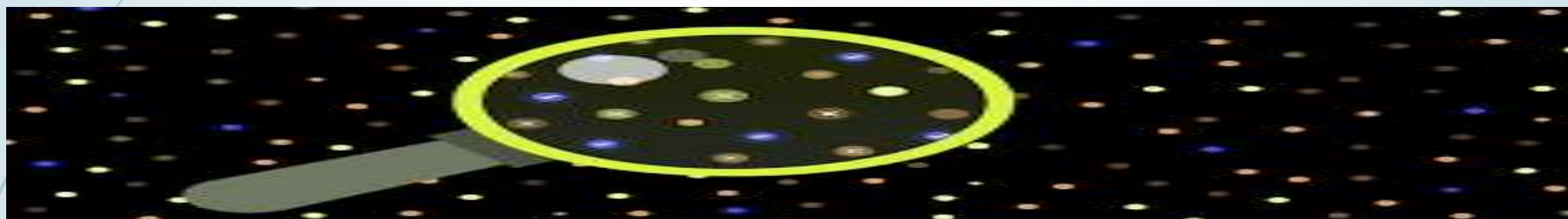
Publisher: CRC Press, Boca Raton



Critical Reviews in
Analytical
Chemistry. vols.
1-6-8-21

Chemical Rubber Company

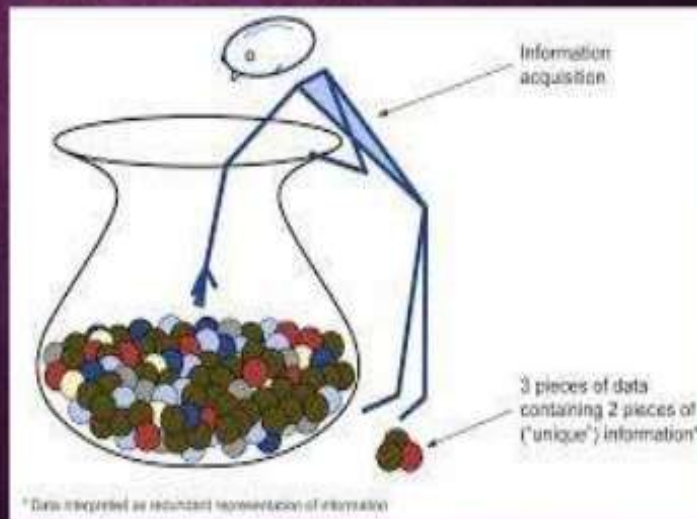
CLASSIFICATION OF ANALYTICAL METHODS BY SIZE OF SAMPLE:



METHODS	MASS OF SAMPLE(mg)	VOLUME OF SAMPLE
MESO	>100	>100
SEMI MICRO	10-100	50-100
MICRO	1-10	<50
ULTRA MICRO	<1	-

SAMPLING

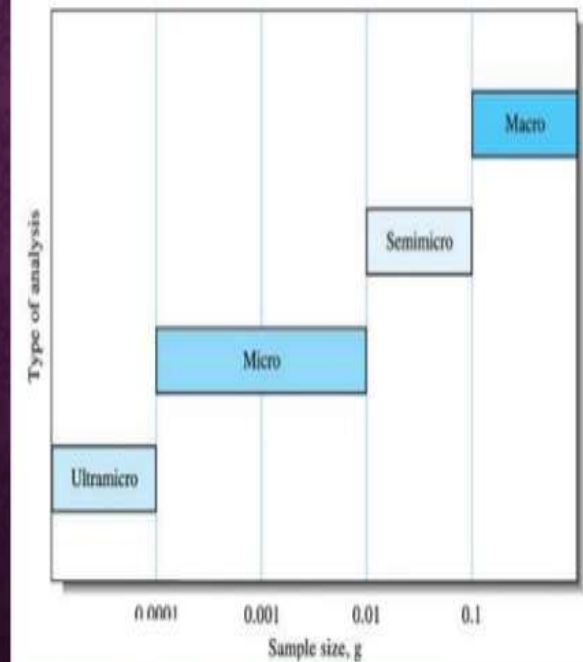
- An important factor for Quality Control
- Analysis Depends upon Sampling



SAMPLING AND METHOD OF

- Type of Analysis depends on The Size of Sample

Classification of analyses by sample size



METHODS OF MEASUREMENTs

1. **Gravimetric Analysis** : નમુનામાથી કોઈ પણ એક ઘટક નુ કે આયનો નુ અવક્ષેપન કરી અન્ય ઘટક થી અલગીકરણ કરવું.

Three Methods are there :

(i) **Precipitation** (ii) **Electro deposition (Electro Gravimetric Analysis)** (iii) **Vaporization**

@ **Precipitation Method** : નમુના મા રહેલા કોઈ પણ એક ઘટક નુ અવક્ષેપન કરી, ગાળણ કરી, વજન કરી પ્રમાણ શોધ વામા આવે છે.

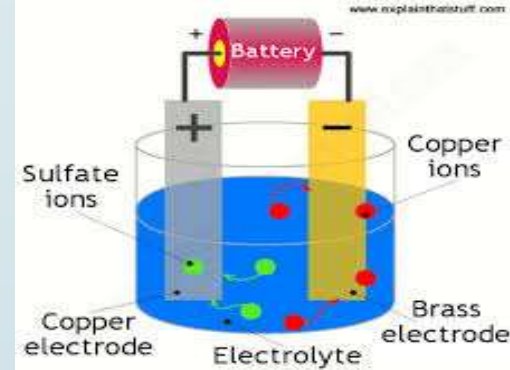
@ **Electrodeposition Method** : કોશ મા રહેલા દ્રાવણ મા વિદ્યુત પ્રવાહ પસાર કરી વિદ્યુત ધ્રુવ આગળ જમા થયેલ ઘટક નુ પ્રમાણ વિ.પ્ર. પસાર કર્યા પહેલા અને પછી વજન કરી ને પ્રમાણ શોધ વામા આવે છે.

@ **Vaporization Method** : બાષ્પાયન પહેલા અને પછી વજન કરી ને ઘટક નુ પ્રમાણ શોધ વામા આવે છે.

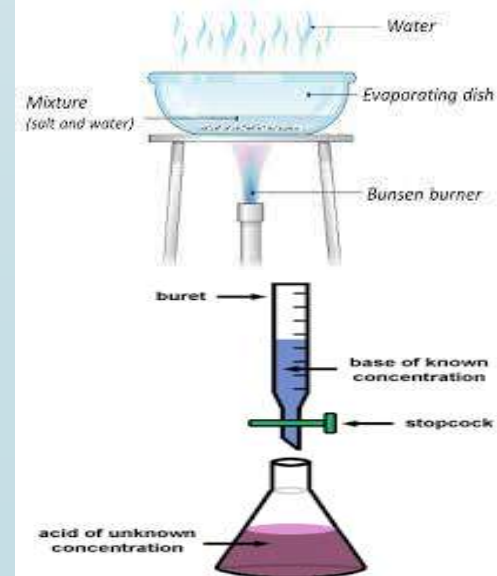
2. **Volumetric Analysis Methods** : નમુના મા રહેલા બીન જરૂરી ઘટક ને દૂર કરી ને બાકી રહેલા ઘટક નુ પ્રમાણ શોધ વામા આવે છે.

Four Methods are there :

@ **Acid Base Titration** @ **Redox Titration** @ **Complexometric Titration** @ **Precipitation Titration**



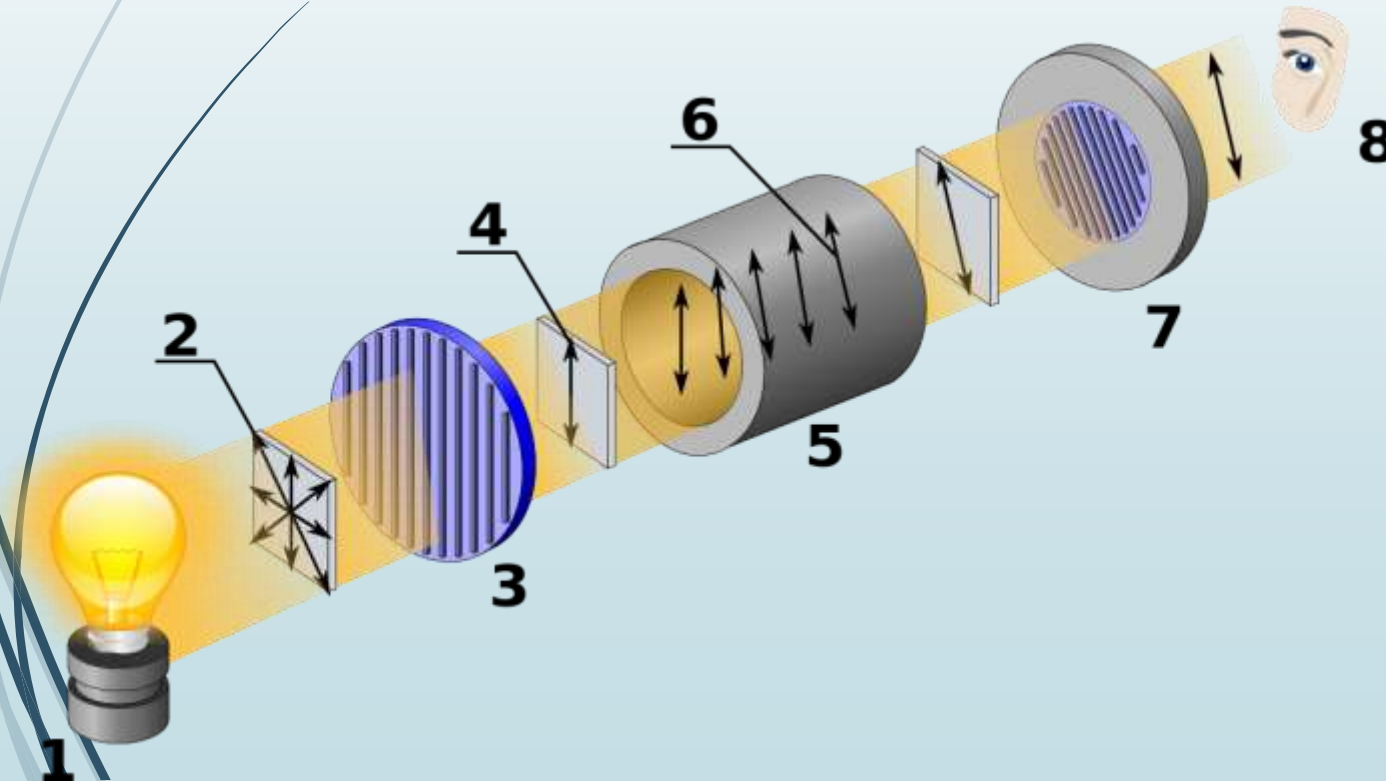
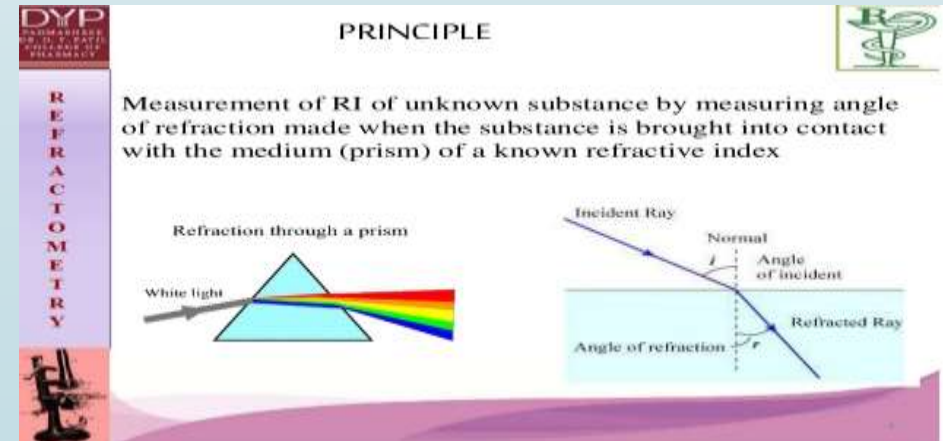
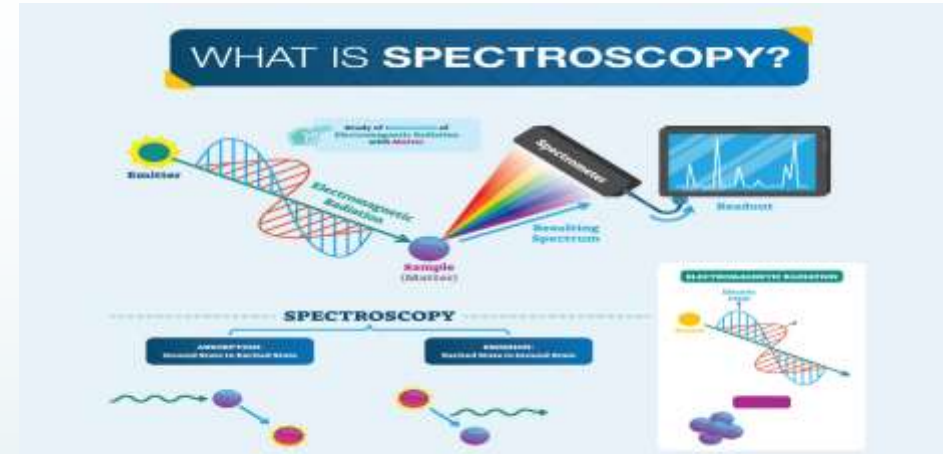
Separating Mixtures: **Evaporation**



3. Optical Methods : પ્રકાશીય પધ્ધતિઓ :

આ પધ્ધતિ મા પ્રકાશ નુ શોષણ, ઉત્સર્જન, બેન્ડીંગ અને અવશોષણ માપ વામા આવે છે. **Optical analysis methods**
(Spectrometry, Photometry, Refractometry, Polarimetry)

- ઉ. દા. **NMR (Nuclear Magnetic Resonance Spectroscopy)**
- ESR (Electromagnetic Resonance Spectroscopy)**
- AAS (Atomic Absorption Spectroscopy)**
- IR (Infrared Spectroscopy)**
- U.V. (Ultra Violet Spectroscopy)**

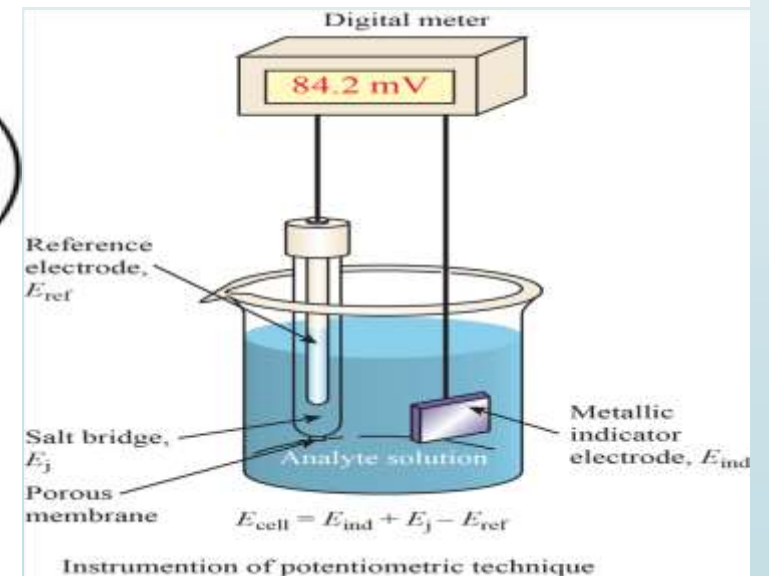
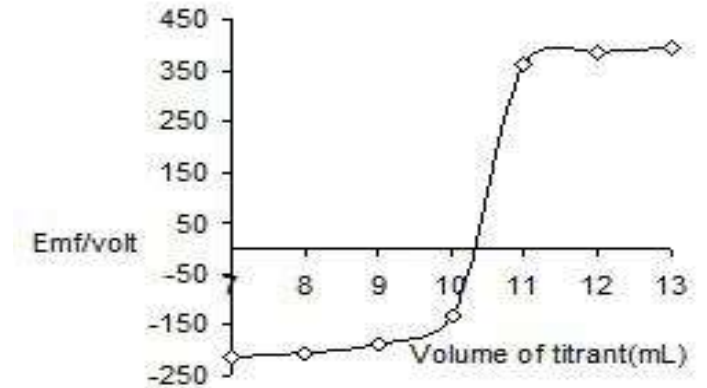
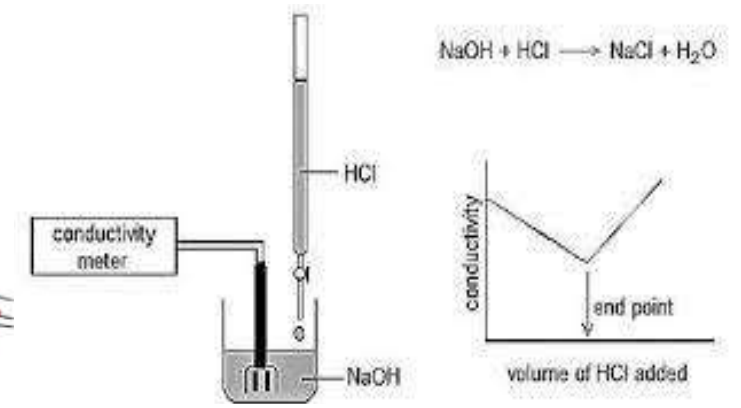
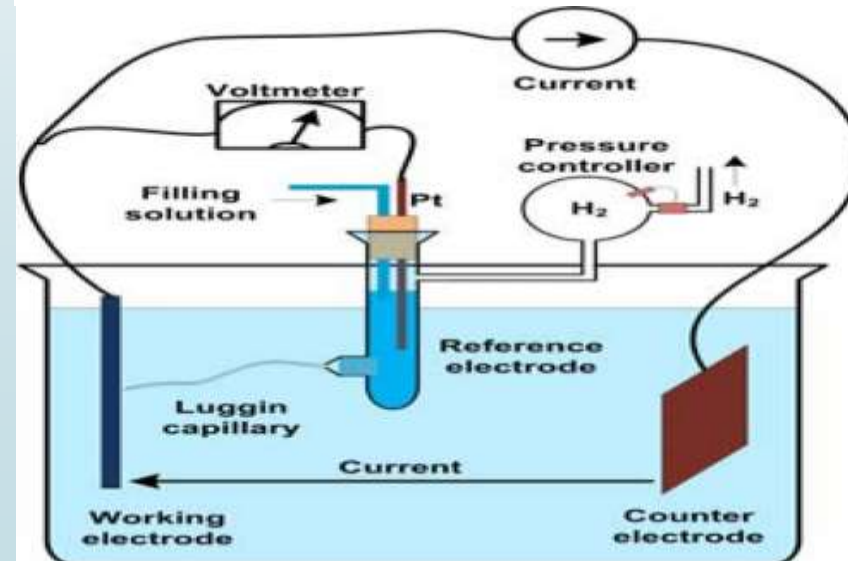


4. Electrical Methods : વિધુતીય પધ્ધતિઓ :

આ પધ્ધતિ મા
વિધુત પ્રવાહ નો
અવરોધ,વાહકતા,
સમય માપવામા
આવે છે.

ઉ. દા.

**Conductometric
Method,
Potentiometric
Method,
Voltametric
Method, Coulomb
metric Method**

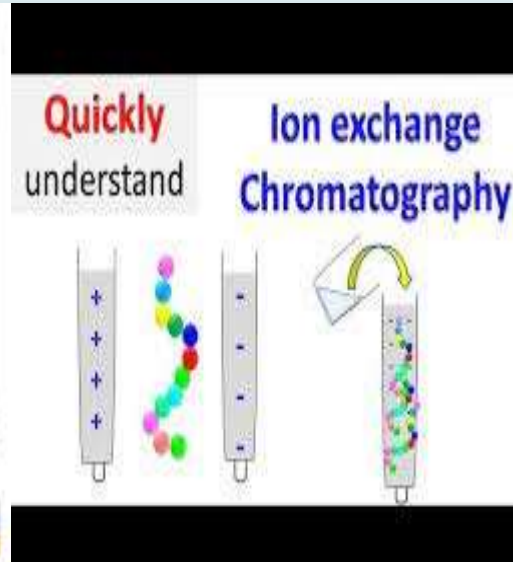
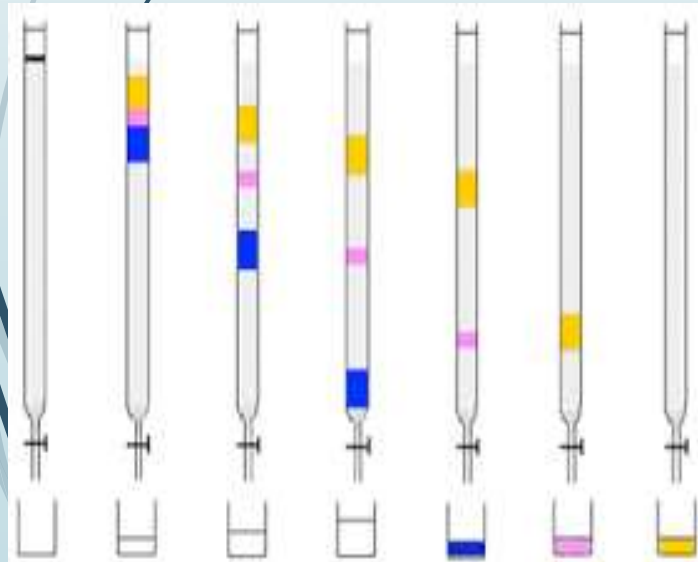


5. Separation Methods : અલગીકરણ પદ્ધતિઓ :

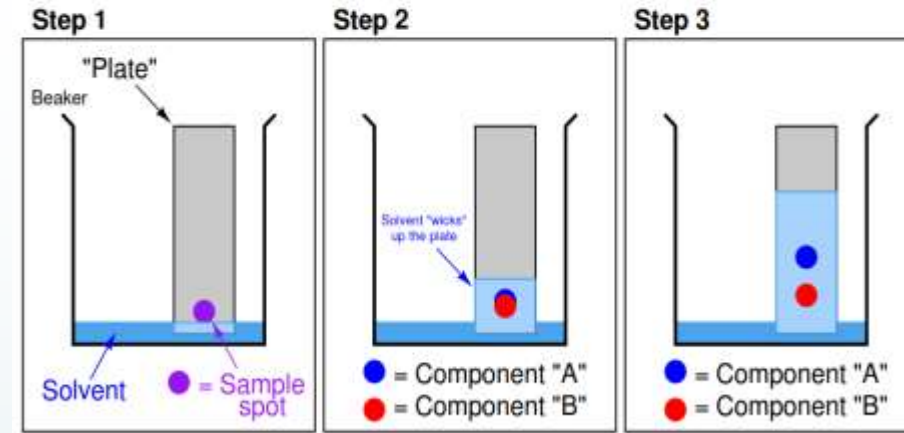
નમુના મા રહેલા એક ઘટક નુ બીજા ઘટક થી અલગીકરણ કરવામાં આવે છે.

ઉ. ઇ. Chromatographic Techniques

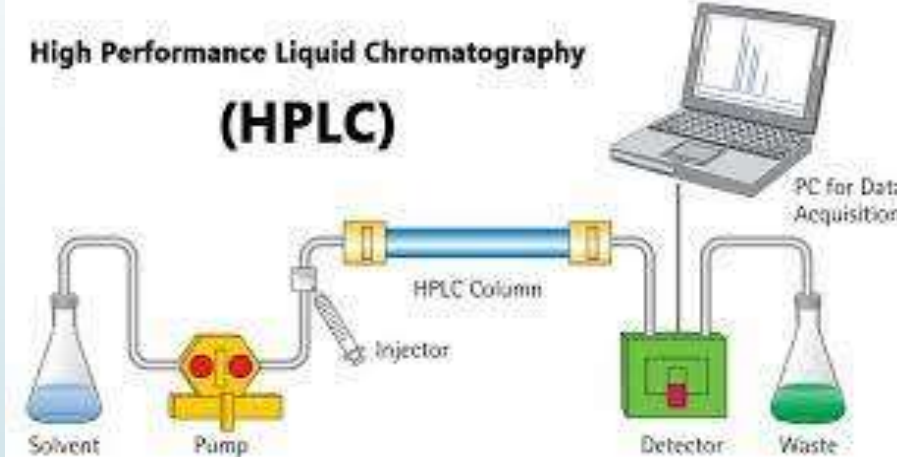
- * TLC (Thin Layer Chromatography)
- * HPLC (High Performance Liquid Chromatography)
- * GC (Gas Chromatography)
- * Column Chromatography
- * Ion Exchange Chromatography etc.



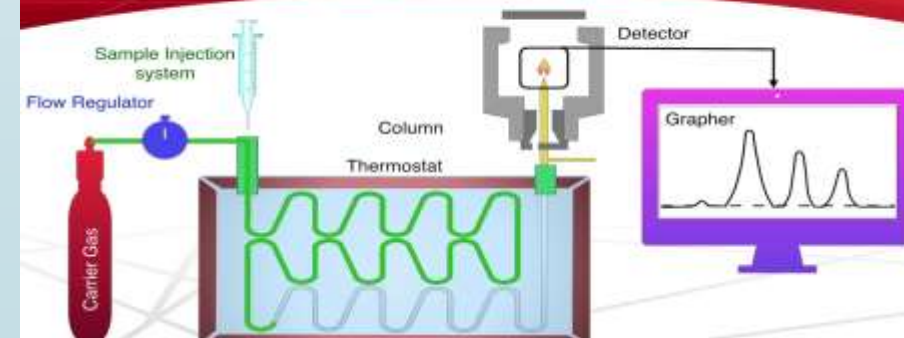
Thin-layer chromatography



High Performance Liquid Chromatography (HPLC)



Explain the basic principle of Gas Chromatography.



Advantages and Limitations of Chemical Analysis Methods :

★ રાસાયણિક પદ્ધતિના ફાયદા & ઔર ફાયદા :

• ફાયદા

(i) રાસાયણિક પદ્ધતિમાં વાપરવામાં આવતા સાધનો જેવા કે બ્યુરેટ, ડિપીટ, મેઝરીંગ કોલરક & આદિની કુલીબ્રેશન કરવું સરળ છે અને તેઓ સચોટ છે. આ પદ્ધતિ સસ્તી છે.

(ii) આ પદ્ધતિમાં વાપરવામાં આવતા સાધનો માટે કોઈ વિશિષ્ટ તાલીમની જરૂર નથી.

(iii) આ પદ્ધતિમાં પ્રાપ્ત થતાં પરિણામો પુનઃનિર્મિત & સુલભતાથી હોય છે.

• ઔર ફાયદા

(i) આ પદ્ધતિમાં વાપરવામાં આવતા સાધનોની ચુકાવોત કરવા પડે છે અને આદિની કુલીબ્રેશન કરવું પડે છે.

(ii) આ પદ્ધતિમાં પરિણામ તરત મેળવી શકાતા નથી & મેળવેલા પરિણામ વિશ્વસનીય નથી.

(iii) આ પદ્ધતિની સદસ્ય તરત આંતરિક રચના કે પ્રમાણ માંથી શકાય નથી.



(iv) આ પદ્ધતિમાં પ્રાર્થ થતા (iv) આ પદ્ધતિની મદદથી
ચશ્મિનામાં પાવરી ગાળવાથી પદાર્થનું સોડકસ-જટિલ
પૂર્ણ જ સંભવ થીતે કરી શકાય. તેથીયે જાણી શકાતું નથી

(v) આ પદ્ધતિમાં ઉપયોગમાં (v) આ પદ્ધતિમાં કોઈ નમૂના
લીધેલ નમૂનામાંથી અશુદ્ધિઓ સુઆલ દારાડવામાં આવે
પૂર્ણ જ સંભવ થીતે દૂર કરી લી મળતાં પાવેશ્નામાં મ
શકાય છે. સોડકસ દારી છે.

(vi) આ પદ્ધતિમાં જરૂરી
વૃત્તિયતા વધારી શકાય છે.



Advantages and Limitations of Instrumental Analysis Methods :

* ઉપકરણીય પદ્ધતિનાં ફાયદા & ગેરફાયદા :

* <u>ફાયદા</u>	* <u>ગેરફાયદા</u>
(i) આ પદ્ધતિમાં આધુનિક ઉપકરણો (i) આ પદ્ધતિમાં લાપરવામાં નો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. આવતા સાધનો જેવા કે PH મીટર, આથી <u>પ્રિસિઝ</u> તથા <u>અક્ષર</u> કંડોમાં પોટેન્શિયલ એન્ડ ગ્રેડ મેન્ટર છે. જેથી સમય & શક્તિનો કોઈપણ કારણ થતો નથી.	(ii) આ પદ્ધતિમાં લાપરવામાં શરૂઆત લઈવાળા જાગી શકાય આવતા સાધનો ખૂબ જ મોંઘા છે. તેથી તે મોંઘી છે.
(iii) આ પદ્ધતિની મદદથી જટિલ નમૂના નું વર્ગીકરણ પણ કરી આવતા સાધનોના ઉપયોગ શકાય છે. & અતિ અલ્પ પ્રમાણ માટે વિશિષ્ટ <u>લાલીઝ</u> ની સાંદ્રતા લીધેલ હોય તો પણ જરૂર પડે છે. તેનું લઈવાળા જાગી શકાય છે.	(iii) આ પદ્ધતિમાં લાપરવામાં નમૂના નું વર્ગીકરણ પણ કરી આવતા સાધનોના ઉપયોગ શકાય છે. & અતિ અલ્પ પ્રમાણ માટે વિશિષ્ટ <u>લાલીઝ</u> ની સાંદ્રતા લીધેલ હોય તો પણ જરૂર પડે છે. તેનું લઈવાળા જાગી શકાય છે.



(iv) આ પદ્ધતિમાં લીધેલા નમૂનાનું (iv) ઉપકરણીય પદ્ધતિનો સિદ્ધાંત
સંકીર્ણ રીતે હોય તો પણ અત્યારે જિવાથી લેની જાણકારી
શોકકસ પાલિગ્રામો મળે છે મેળવવી પડે છે.

(v) આ પદ્ધતિ ખૂબ જ
સંવેદનશીલ કે વૃત્તિયતા
વધારનારી છે.

(v) આ પદ્ધતિમાં ઉપયોગી
નમૂનામાં અતિ અલપ પુમાલમાં
અશુદ્ધિ હોય તો પણ પાલિગ્રામોમાં
દર્શાવવાની વર્તમાનતા રહે છે
કે આ અશુદ્ધિઓ દૂર કરવી
જરૂરી બને છે.



https://www.youtube.com/watch?v=qh7b_QT6w7Q

BSC. SEM-II

CCCH: 201

Unit - IV

Dr. Z. M. Gadhavala
Date _____
Page _____

* મુદિ ના (કાલિ) પ્રકાર : Type of Error

(i) નિર્ણાયક / માપ / પદ્ધતિભર / નિર્ણય મુદિ :
Determinate / Systematic Error :

- આ પ્રકારની મુદિ દૂર કરી શકાય છે. તે કામ કરવાની રીત કે સાધનોની ખામીને લીધે ઉત્પન્ન થાય છે. તેના પ્રકાર નીચે મુજબ છે.

* (a) સાધન / પ્રક્રિયક ની મુદિ : Instrumental / Reagents Error

- આ પ્રકારની મુદિ,
 - જલેન્સની રચનામાં ખામી,
 - સાધનોનું કેલિબ્રેશન કરેલ ન હોય ત્યારે
 - દ્રાવણો પ્રમાણિત કરેલ ન હોય કે અશુદ્ધ પ્રક્રિયકોનો ઉપયોગ કરવામાં આવીય હોય ત્યારે ઉત્પન્ન થાય.

* નિવારણ : Prevention

- દ્રાવણો પ્રમાણિત કરીને,
- સાધનોનું કેલિબ્રેશન કરીને કે શુદ્ધ પ્રક્રિયકોનો ઉપયોગ કરીને દૂર થાય છે.

* (b) કાર્ય પદ્ધતિ અંશોની મુદિ : Error of Method :

- આ પ્રકારની મુદિ ઉત્પન્ન થવા માટે પ્રયોગની રીત જવાબદાર નથી. પરંતુ પ્રયોગકર્તા યોગ્ય પ્રાયોગિક પદ્ધતિ ન અપનાવી ત્યારે ઉત્પન્ન થાય છે.
- (ક) ગરમ દ્રવ્યની ઢીલી બેલના વજનમાં ભેદભાવ થાય તો, ભારમાપક પ્રયોગમાં અવરોધનનું કારણેશન અપૂર્ણ ના કરવામાં આવે તો, પ્રયોગ દરમિયાન પદાર્થના ભૌતિક દેશમાં મુલાકાતો જેવા કે અવરોધનની દ્રાવ્યતા, પદાર્થનું વિદ્યરન થાય તો, પ્રક્રિયા અપૂર્ણ થાય તો કે અદ્ય અવરોધન થાય તો આ પ્રકારની મુદિ ઉદ્ભવે છે.

નિવારણ :

પ્રયોગ પદ્ધતિમાં વધારે ચોક્કાઈ આપવાથી કે પ્રયોગનું વાસ્તવિક મુનવાવર્તન કરવાથી દૂર કરી શકાય છે.

*** અંગત ટુટિ (Personal Error) :**

⇒ આ પ્રકારની ટુટિ પ્રયોગકર્તાની કુદરતી ભ્રાંશિયતા આથી જોવા અશક્યતાની ખામી હોય તો, ભુલરેનાં વાંચનમાં ક્ષતિ હોય તો ઉત્પન્ન થાય છે.

(2) અનિર્ણયક / અમાપ / અનિશ્ચિત ટુટિ : Random Error :

⇒ આ પ્રકારની ટુટિ કયાઈ ઉત્પન્ન થાય છે. તે જાણી શકાતું નથી.

⇒ આ પ્રકારની ટુટિ, કયાઈ કારણોથી નથી કે દૂર પણ કરી શકાતી નથી.

તાપમાનમાં ફેરફાર થાય તો, વિદ્યુતપ્રવાહમાં વધારા થાય તો, ઘર્મણ કે યાંત્રિક કંપનો ઉત્પન્ન થાય તો કે નમૂનાનાં બદલાવો ફેરફાર થાય તો ઉત્પન્ન થાય છે.

નિવારણ :

આ પ્રકારની ટુટિ : અંભાવના કે અચોક્કસતાના નિયમોની ઉપયોગ કરીને દૂર કરી શકાય છે.

(3) વ્યવસ્થિત ટુટિ : માન્ય ટુટિ :

⇒ આ પ્રકારની ટુટિ અચોક્કસ ચોક્કસ નિયમોની આધારે ઉત્પન્ન થાય છે.

ઉદા. પ્રયોગશાળામાં કાચનાં વાસણોમાં, દ્રાવણ ભરવામાં આવી તો કાચની દાવાળની અંદરના પર અક્ષર પલાયી આવી ટુટિ ઉદભવે છે.

• PM મારવાનાં પ્રયોગમાં ગલાશ દલિલિટી, ભીકરનાં લાભિય કે અમાપી પર અક્ષરવાળી આ ટુટિ ઉદભવી છે.

④ યોગશીલ (અચળ) ટ્રુટિ : Additional Error :

→ આ પ્રકારની ટ્રુટિનું નિરપેક્ષ મૂલ્ય પ્રયોગમાં વપરાતા ઘટકના પુમાણથી સ્વતંત્ર છે.
ઉદા. કુક્કીલનને ગરમ કરતાં તેના વજનમાં વધઘટ થતાં આ ટ્રુટિ ઉદભવે છે.

⑤ પ્રમાણાત્મક (અનુપાતી) ટ્રુટિ : Proportional Error :

→ આ પ્રકારની ટ્રુટિનું નિરપેક્ષ મૂલ્ય પ્રયોગમાં વપરાતા ઘટકનાં પુમાણ પર આધાર રાખે છે.
ઉદા. પુમાણિત HCl ના દ્રાવણનું AgNO_3 સાથેના અનુમાપનમાં જો HCl માં HNO_3 ની અશુદ્ધિ આવીલ હોય ત્યારે HCl ની સાંદ્રતામાં ફેરફાર થવાથી આ ટ્રુટિ ઉદભવે છે.

★ નોંધ લાખો :
① યોગશીલ (અચળ) ફાલિ : Additional / constant Error :

→ આ પ્રકારની ફાલિ આ પ્રયોગમાં વપરાતા પદાર્થના જરથા પર આધારિત નથી. અર્થાત્ પ્રયોગ દરમિયાન પદાર્થનો જરથો બદલાય છેતાં પણ આ ફાલિ અચળ રહે છે.

→ 5 ના ભાગમાપક પૃથકકરણમાં BaSO_4 નું પુમાણ :

BaSO_4 નું વજન (mg)	તેમાંથી ફાલિ થયેલ BaSO_4 નું વજન (mg)	નિરપેક્ષ ફાલિ
800	0.3	0.3%
1600	0.3	0.3%

★ અર્થાત્ પદાર્થનો જરથો (BaSO_4 ના અવક્ષેપ) નું વજન બનાવું કરવા ઇલાં પણ નિરપેક્ષ ફાલિ અચળ રહે છે---

ઉદા-2

→ ભાગમાપક પ્રયોગમાં કુક્કીલનનાં વજનમાં વધઘટ થતાં આ ટ્રુટિ ઉદભવે છે.
→ જો ગરમ કુક્કીલન નું વજન 10.5 gm & ઠંડી કરતાં વજન 10.00 gm થાય તો 0.5 gm વજનની ઘટ ગણવા ઇલેક વલકકામાં અચળ રહે છે.

② અનુપાતી / પ્રમાણાત્મક ફાલિ : Proportional Error

→ આ પ્રકારની ફાલિ આ પ્રયોગમાં વપરાતા પદાર્થના જરથા પર આધારિત છે. અર્થાત્ પ્રયોગ દરમિયાન પદાર્થ જરથો બદલાય તો આ ફાલિ બદલાય છે.

Statistical Analytical Data Treatment :

Accuracy And Precision: Accuracy and precision are both ways to measure results. **Accuracy** measures how close results are to the true or known value. **Precision**, on the other hand, measures how close results are to one another. They're both useful ways to track and report on project results.

Conclusion

Accuracy is the degree of closeness between a measurement and its true value. Precision is the degree to which repeated measurements under the same conditions show the same results.

ACCURATE



PRECISE



Difference between Accuracy and Precision

Accuracy	Precision
Accuracy refers to the level of agreement between the actual measurement and the absolute measurement.	Precision implies the level of variation that lies in the values of several measurements of the same factor.
Represents how closely the results agree with the standard value.	Represents how closely results agree with one another.
Single-factor or measurement are needed.	Multiple measurements or factors are needed to comment about precision.
With Accuracy, Precision may be associated	With Precision, Accuracy may be associated or not

➤ Practice Questions

➤ **Q1) The volume of a liquid is 26 mL. A student measures the volume and finds it to be 26.2 mL, 26.1 mL, 25.9 mL, and 26.3 mL in the first, second, third, and fourth trial, respectively. Which of the following statements is true for his measurements?**

- a. They are neither precise nor accurate.
- b. They have poor accuracy.
- c. They have good precision and good accuracy.
- d. They have poor precision.

➤ **Answer:** They have good precision.

➤ **Q2) The volume of a liquid is 20.5 mL. Which of the following sets of measurements represents the value with good accuracy?**

18.6 mL, 17.8 mL, 19.6 mL, 17.2 mL

19.2 mL, 19.3 mL, 18.8 mL, 18.6 mL

18.9 mL, 19.0 mL, 19.2 mL, 18.8 mL

20.2 mL, 20.5 mL, 20.3 mL, 20.1 mL

Answer: The set 20.2 mL, 20.5 mL, 20.3 mL, 20.1 mL represents the value with good accuracy.

Methods to express Accuracy and Precision :

For accuracy :

1. Absolute error: $| \text{True Value} - \text{Approximate Value} |$
2. Absolute average error : $(1/n) \sum | \text{True Value}(i) - \text{Approximate Value}(i) | = \bar{X} - X_t$
3. Relative average error: $= \bar{X} - X_t / X_t * 100$

For Precision :

1. Deviation: $d = X_i - \bar{X}$
2. Average deviation : $d = \sum (X_i - \bar{X}) / N$
3. Relative average deviation (RAD): $= (\bar{d} / \bar{X}) * 100$

4. Standard deviation : $S = \sqrt{ \Sigma (X_i - \bar{X})^2 / N }$

5. Relative Standard deviation (RSD) : $= (S / \bar{X}) * 100 \%$

6. Variance (V) : S^2

$$> \text{Range} = X_{i(\max)} - X_{i(\min)}$$

The results of the volumetric analysis are 12.25, 12.24, 12.30, 12.28, 12.25, 12.26 ml. Calculate average, median, deviation, average deviation, relative average deviation, standard deviation, Relative standard deviation, and variance.

1.Average: To find the average (also known as the mean), you add up all the values and divide by the total number of values.

$$\text{Average} = (12.25 + 12.24 + 12.30 + 12.28 + 12.25 + 12.26) / 6 \quad \text{Average} = 73.58 / 6$$

$$\text{Average} = 12.263 \text{ ml}$$

2.Median: To find the median, you arrange the values in order and find the middle value. If there are an even number of values, you take the average of the two middle values.

Arranging the values in order: 12.24, 12.25, 12.25, 12.26, 12.28, 12.30

The median is the average of the two middle values: $(12.25 + 12.26) / 2 = 12.255$ ml

3.Deviation: To find the deviation for each value, you subtract the average from each value.

$$\begin{aligned} \text{Deviation of 12.25} &= 12.25 - 12.263 = -0.013 & \text{Deviation of 12.24} &= 12.24 - 12.263 = -0.023 \\ \text{Deviation of 12.30} &= 12.30 - 12.263 = 0.037 & \text{Deviation of 12.28} &= 12.28 - 12.263 = 0.017 \\ \text{Deviation of 12.25} &= 12.25 - 12.263 = -0.013 & \text{Deviation of 12.26} &= 12.26 - 12.263 = -0.003 \end{aligned}$$

4.Average deviation: To find the average deviation, you add up the absolute values of the deviations and divide by the total number of values.

$$\text{Average deviation} = (|-0.013| + |-0.023| + |0.037| + |0.017| + |-0.013| + |-0.003|) / 6$$

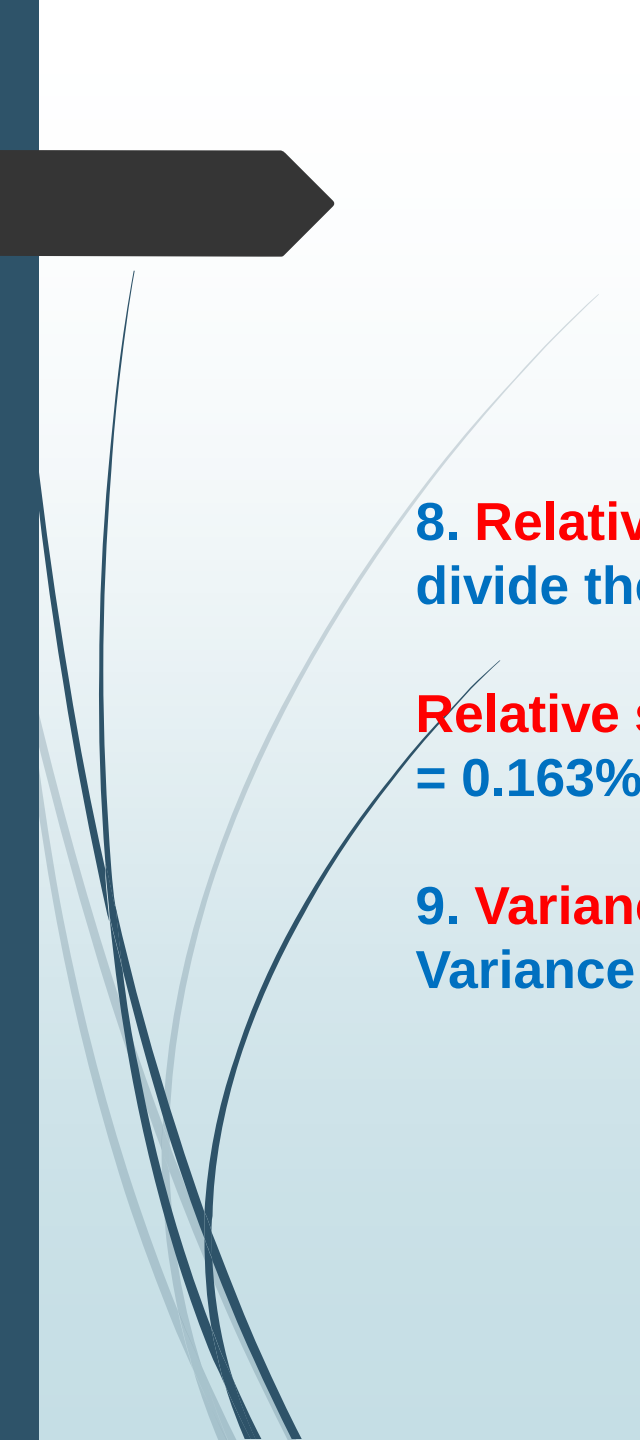
$$\text{Average deviation} = 0.018 \text{ ml}$$

5.Relative average deviation: To find the relative average deviation, you divide the average deviation by the average and multiply by 100%.

$$\text{Relative average deviation} = (0.018 / 12.263) \times 100\% \text{ Relative average deviation} = 0.146\%$$

6.Standard deviation: To find the standard deviation, you square each deviation, add up the squares, divide by the total number of values minus 1, and then take the square root.

$$\text{7. Standard deviation} = \sqrt{((-0.013)^2 + (-0.023)^2 + (0.037)^2 + (0.017)^2 + (-0.013)^2 + (-0.003)^2) / (6 - 1)} \text{ Standard deviation} = 0.020 \text{ ml}$$



8. **Relative standard deviation:** To find the relative standard deviation, you divide the standard deviation by the average and multiply by 100%.

Relative standard deviation = $(0.020 / 12.263) \times 100\%$ Relative standard deviation = 0.163%

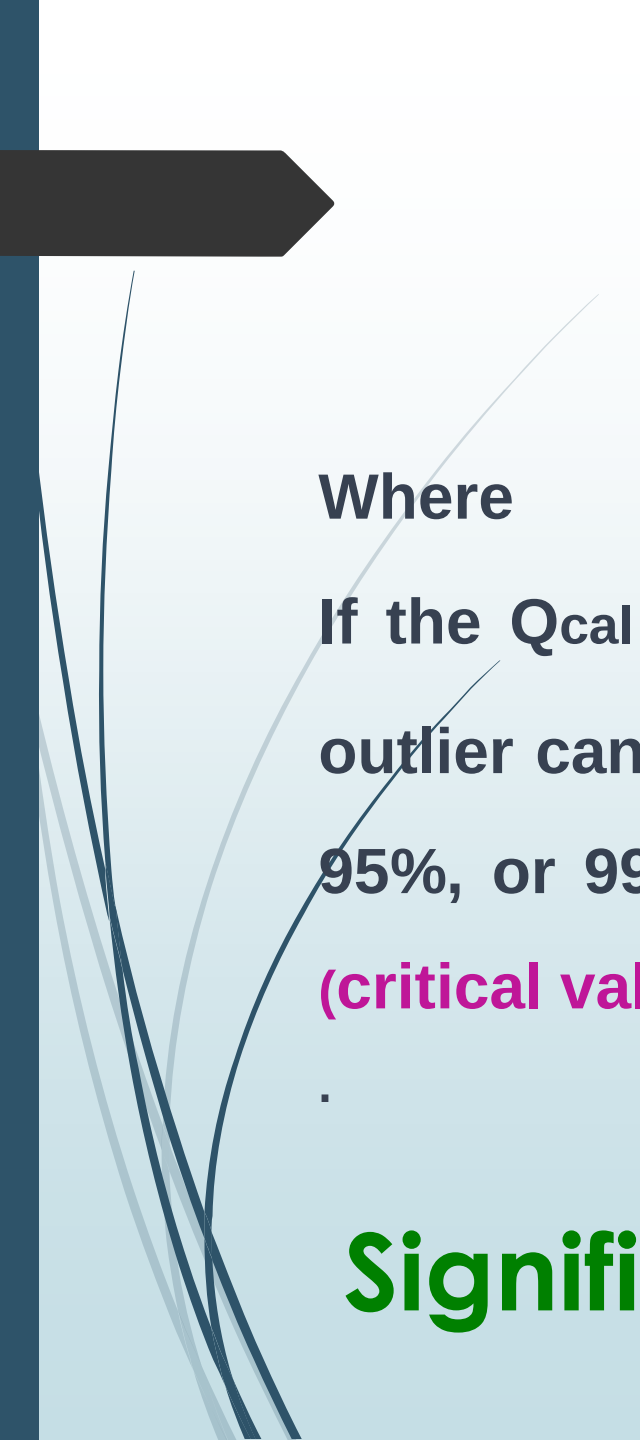
9. **Variance:** To find the variance, you square the standard deviation.
Variance = $(0.020)^2$ Variance = 0.0004 ml²

Q Test for Rejection Criteria

The Q-test is a statistical test that can be used to determine **if a single data point in a data set is an outlier and should be rejected or not**. To decide this Q test is commonly used in experimental science to test for the rejection criteria of results. It was proposed by the Dean and Dixon & useful for 3 to 10 results. According to statistics it is correct and useful test. With the use of Q test we can decide that doubtful result can be reject or not at 90% confidence level.

To perform a Q-test, you need to follow these steps:

1. Arrange the results of the dataset in increasing order
2. Calculate the difference between the outlier and its nearest neighbor (in terms of magnitude).
$$Q = \frac{X_i(\text{suspect}) - X_i(\text{nearest})}{W}$$
3. Find out range W $W = X_i(\text{final}) - X_i(\text{initial})$
3. Divide this difference by the range of the data set (the difference between the largest and smallest values).
4. Compare the resulting Q value to a table of critical values to determine if the outlier should



Where $a = X_i(\text{suspect}) - X_i(\text{nearest})$ & $W = X_i(\text{final}) - X_i(\text{initial})$

If the Q_{cal} value is **greater than the Q_{tab} (critical value)**, then the outlier can be **rejected** at a certain confidence level (usually 90%, 95%, or 99%). However, if the Q_{cal} value is **smaller than the Q_{tab} (critical value)**, then the outlier **should not be rejected**.

Significant Numbers : From 11 th Science

Therefore, we can conclude that the highest value of 56.77 is not representative of the sample at a 90% confidence level.

The amount of Fe in the sample is 56.77, 56.50, 56.47, 56.46. Can we reject 56.77 at a 90 % confidence level? $Q_{90} = 0.76$. Calculate.

To determine whether we can reject the value of 56.77 at a 90% confidence level, we need to perform a Q-test. Here are the steps:

1. Calculate the difference between the highest and lowest values:

$$\text{Difference} = 56.77 - 56.46 = 0.31$$

2. Calculate the range between the highest and second-highest values:

$$\text{Range} = 56.77 - 56.50 = 0.27$$

3. Calculate the range between the lowest and second-lowest values:

$$\text{Range} = 56.47 - 56.46 = 0.01$$

4. Calculate the test statistic: Test statistic = $(0.31 / 0.27) = 1.148$



Compare the test statistic to the critical Q-value: Since the test statistic (1.148) is greater than the critical Q-value (0.76), we can reject the highest value of 56.77 at a 90% confidence level.

Therefore, we can conclude that the highest value of 56.77 is not representative of the sample at a 90% confidence level.

2.5 and 4.0 d Rule for Rejection Criteria :

2.5 d & 4.0 d Rule Calculation : Deviation in doubtful result/Average deviation of correct results

- @ Remove suspect result from the set
- @ Find average deviation d of correct results
- @ Find deviation of suspect result
- @ 2.5 d rule for no. of results 31 or more and 4.0 d rule for no. of results less



➡ **Significant Numbers : From 11 th Science**

- ➡ https://youtu.be/sS_PufzR4_U
- ➡ <https://youtu.be/BWuPVxD0bQ>