كلية اشور الجامعه
قسم التحليلات المرضيه
تأليف الأستاذ الدكتور مؤيد قاسم العباجي

Analytical Chemistry

كيمياء تحليليه

The purpose of analytical chemistry is to gain information about the qualitative and quantitative composition of substances and chemical species. To find out what substance is composed of and exactly how much.

الغايه في الكيماء التحليليه هو الحصول على معلومات حول التركيب النوعي والكمي للمواد والجيسيمات الكيميائيه هذا يعني ايجاد من ماذا تتكون الماده وكميه كل ماده بالضبط –.

1- Qualitative analytical chemistry **الكيمياء التحليليه** **الوصفيه**

Include separation and identification of elements and substances in a mixtures

تتضمن فصل وتشخيص العناصر والمواد في المخاليط بإستخدام طرق حواس مثل الطعم واللون او بإستخدام تفاعلات كيميائيه

2- Quantitative analytical chemistry **الكيمياء التحليليه الكميه**

Quantitative determination of elements, substances, acids and basic radicals present in a sample. Based upon the measurement of a physical property such as weight , volume, optical, current…etc which is related directly or indirectly to the amount of the desired constituents (substances determined)

تتضمن التقدير الكمي للعناصر والمواد والجذور الحامضيه والقاعديه بالإعتماد على قياس صيغه فيزيائيه والتي لها علاقه مباشرة او غير مباشرة مع كمية الماده المحلله .التيار والخ ,الطيف ,الحجم ,مثل الوزن

Methods of quantitative analytical chemistry طرق الكيمياء التحليليه الكميه

1- Gravimetric methods of analysis الطرق الوزنيه في التحليل

Quantitative determination of elements or substances using weighting process. This include precipitation of the desired substance, separation by filtration, drying the precipitate and weighing out of the precipitate.

تتضمن التقدير الكمي للعناصر والمواد بإستخدام عملية الوزن حيث تتضمن ترسيب الماده المرغوب فيها ثم فصلها عن طريق ترشيح الراسب وتجفيف ووزن الراسب ومن وزن الراسب يمكن حساب كمية المادة المحللة وتتم هذه العمليه بإستخدام مايلي .

A- Inorganic precipitant مرسبات لاعضويه

Example

Cl^- + $AgNo_3$ ⟶ $AgCl_{\downarrow}$

chloride — silver nitrate (precipitant) — silver chloride (precipitate)

So_4^{-2} + $Bacl_2$ ⟶ $BaSo_{4\downarrow}$

Sulphate — Barium Chloride — Barium sulphate

B- Organic precipitant مرسبات عضويه

Ni^{2+} + $CH_3-C(=NOH)$ ⟶ $Ni-DMG_{\downarrow}$

Nickel — $CH_3-C(=NOH)$ dimethyl glyoxime (precipitant) — Nickel-DMG (dimethyl glyoxime) راسب precipitate

C- Electro deposition الترسيب الكهربائي

The desired constituent is isolated at an electrode by passage of current. If the weight of the electrode is taken before and after the plating process, the difference in weight corresponds to the amount of the desired constituent.

D- Volatilization التبخر

The sample is decomposed by a known stoichiometric reaction in which one of the product is volatilized, The difference in weight before and after volatilization indicates the amount of vaporized constituents. The weight loss is due to decomposition of compound.

حراره

$CaCo_3 \longrightarrow Cao + Co_{2\uparrow}$

Calcium carbonate Calcium oxide Carbon dioxide

(solids)

Volumetric methods of Analysis الطرق الحجميه في التحليل

Involve measurements of the volume of titrant that is equivalent to the analyse substance by a process called Titration . In titration one of the reactants is prepared as a solution of known concentration and is called (Titrant) The titrant is then added to a solution of sample from buret . A stoichiometric reactions between the titrant and the sample is reached and detected by either indicators or instrumental method of analysis

تتضمن قياس حجم المسحح المكافئ للماده المحلله بعمليه تسمى التسحيح .في عملية التسحيح تحضر إحدى مواد التسحيح كمحلول ذو تركيز معلوم بالضبط يسمى المسحح .يضاف المسحح الموضوع في السحاحه الى محلول النموذج المحلل.

حصل تفاعل تكافؤي بين المسحح ومحلول النموذج المحلل ويكشف عن نقطة التكافؤي (equivalent point)بإستخدام دلائل قياسيه او بإحدى طرق التحليل الألي

Types of volumetric Titrations **أنواع التسحيحات الحجميه**

A- Titration of acids and bases **تسحيحات الحوامض والقواعد**

Example

CH_3cooH + NaoH ⟶ $CH_3cooNa + H_2O$

acetic acid sodium hydroxide sodium acetate

حامض الخليك هيدروكسيد الصوديوم ملح خلات الصوديوم

Hcl + NaoH ⟶ $Nacl + H_2O$

Hydro chloric acid sodium hydroxide sodium chloride

حامض الهيدروكلوريك هيدروكسيد الصوديوم كلوريد الصوديوم

B- Precipitation Titration **تسحيحات الترسيب**

Example

Cl^- + $AgNo_3$ ⟶ $AgCl_{\downarrow}$

chloride silver nitrate silver chloride

كلورايد نترات الفضه كلوريد الفضه

So_4^{2-} + $Bacl_2$ ⟶ $BaSo_{4\downarrow}$

Sulphate Barium chloride Barium sulphate

كبريتات كلوريد الباريوم كبريتات الباريوم

(Titrant)

C- Oxidation- reduction Titration تسحسحات التأكسد والإختزال

Example

$5Fe^{2+} + MnO_4^- + 8H^+ \longrightarrow 5Fe^{3+} + Mn^{2+} + 4H_2O$

Ferrous Potassium permanganate Ferric

حديدوز برمنكنات البوتاسيوم

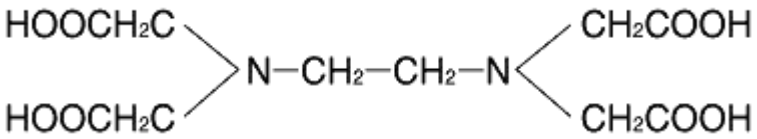
(Titrant)

$6Fe^{2+} + Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ \longrightarrow 6Fe^{3+} + 2Cr^{3+} + 7H_2O$

Potassium dichromate

(Titrant)

D- Complexometric Titration تسحيحات تكوين المعقدات



M^{2+} + Ca- EDTA

EDTA

M^{2+} = Ca^{2+}, Mg^{2+}, Cu^{2+} …etc

Ethylene diamine tetra Acetic acid

Calcium EDTA complex

3- Instrumental methods of Analysis

الطرق الأليه في التحليل

A- Optical methods الطرق البصريه

Based on how the sample acts towards electromagnetic radiation such as UV(ultraviolet), IR (infrared). The analysis substance either absorb or emitted radiation and measurement of the absorb or emitted which is related to the concentration of the analysed substance. The instrument use for such measurement is called spectrophotometer.

تعتمد على كيفية تصرف الماده المحلله مع الأشعه الكهرومغناطيسيه مثل الأشعه فوق البنفسجيه UVاو الأشعه الحمراء .IRتمتص الماده المحلله او تبقى اشعه .ومن قياس كمية الأشعه الممتصه او المنبعثه يمكن معرفة تركيز الماده المحلله .يسمى الجهاز المستخدم في هذه الطرق بالمطياف

B- Electrical methods of Analysis الطرق الكهربائيه في التحليل

Involve electronic instruments that are used to measure or produce electrical phenomenon. Such as current, potential or conductance which are related to the reaction take place or are causing a reaction to take place.

تتضمن إستخدام اجهزه كهربائيه التي تقيس او تتنج ظاهره كهربائيه مثل التيار او الجهد او التوصيل الكهربائي والتي يكون لها علاقه مع التفاعل الذي حدث او تسبب حدوث تفاعل وتسمى الطرق

قياس الجهد بال

Potentiometry

وطرق قياس التيار

Polarography

Conductometry وطرق قياس التوصيل الكهربائي

Analytical Solutions المحاليل التحليليه

Standard solution : **المحلول القياسي**

A solution of accurately known concentration prepared by dissolving a known amount of solute in a known volume of solvent :

example : 0.1M_ Na_2Co_3 , o.1N_ HCl , 2% Nacl

100 mg/ml glucose , 50 p.p.m Na^{2+} .....etc

Primary standard solution: **المحلول القياسي الأولي**

A solution of accurately known concentration prepared from primary standard material which has the following properties

محلول معلوم التركيز بالضبط حضر من ماده قياسيه اوليه تمتلك الصفات التاليه

Requiremnts of the primary standard materials **مواصفات الماده القياسيه الأوليه**

1- High purity (99.99 %) ''Analar'' نقاوه عاليه

2- stable toward air (not absorb H_2O or Co_2 مستقره تجاه الهواء لاتمتص H_2Oاو Co_2في الجو

From atmosphere

3- Available in reasonable price متوفره بسعر معقول

4- Soluble in titration medium ذائبه في وسط التسحيح

5- Has large molecular weight (M.wt) so that the relative error associated with weighting would be low تمتلك وزن جزئي عالي حتى تكون الأخطاء التجريبيه المسببه نتيجة الوزن قليله

EX Na_2CO_3, $AgNo_3$, $K_2Cr_2O_7$, $H_2C_2O_4$, EDTA, $Na_2S_2O_3$, KIO_3

Secondary standard solution : محلول قياسي ثانوي

This is usually prepared from non primary standard substance and prepared in a proximate concentration 0.1 M and its concentration is then determined accurately by titration with a solution of a primary standard material ex 0.1 M HCl, 0.1 M, 0.1-NaoH, 0.1N H2SO4, 0.1M KMnO4, etc

يعين عادة من ماده غير قياسيه اوليه ويحضر تيركيز تقريبي مثلا 0.1مولاري ثم يعين تركيزه بالضبط عن طريق تسحيحه مع محلول ماده قياسيه اوليه

(مل 100)كيفية تحضير المحلول القياسي : Preparation of standard solution

1- توزن الماده في زجاجة ساعه

Weight the substance in watch glass

2- تذاب الماده في قليل من الماء المقطر في بيكر مجهز بمحرك زجاجي

Dissolve the substance in little water in a beaker supplied with glass rod

3- ينقل محلول الماده المذابه الى قنينه حجميه سعة 100مل مجهزه بقمع ويخفف المحلول الى االعلامه بالماء المقطر

Transfer the dissolve substance into 100 ml volumetric flask supplied with funnel and Diluted to the mark with distilled water

4- حرك القنينه الحجميه عدة مرات من اجل تجانس المحلول

Shake the volumetric flask with the solution for homogenising

Methods of expressing concentration :

- **Preparation of solution :** تحضير المحليل

Solids Materials : من المواد الصلبه

Percentage % (wt/vol) "weight / volume"

$$\% \text{ wt/vol.} = \frac{\text{wt. of solute}}{\text{volum. of solution}} \times 100$$

wt. of solute = وزن المذاب, weight = وزن

vol of solution = حجم المحلول, volume= حجم

Example

Ex 1. Find the weight required for preparation of 250 ml of 0.5% Nacl

$$\% \text{ wt/vol.} = \frac{\text{wt. of solute}}{\text{volum. of solution}} \times 100$$

$$0.5 = \frac{X}{250} \times 100 \quad \text{-------} \quad 0.5 \times 250 = 100X \quad \text{-------} \quad X = \frac{0.5 \times 250}{100} = 1.25 \text{ gm}$$

نزون1.25 ةدام نم Nacl في بلثو 250قيمجح تيق في ءالما نم لم

Home work :

- Calculate the weight required for preparation of
  a. 100 ml 3% NaoH
  b. 500 ml 5% Nacl.

Ex2 : A solution of sodium chloride of concentration of 0.5% Find the wight of Nacl dissolved?

$$\%\ (wt/vol) = \frac{\text{wt. of solute}}{\text{volum. of solution}} \times 100$$

$$0.5 = \frac{X}{\cancel{100}} \times \cancel{100} \qquad : \qquad X = 0.5 \text{ gm of Nacl dissolved}$$

Home work :

- A solution of lead nitrate of concentration of 0.25% Find the weight of Lead nitrate pb(NO_3) dissolved ?
- Find the % of Pb^{2+} and the weight of Pb^{2+}in the solution ?

Part per million (ppm)

جزء جزء لكل مليون

A solution containing one part of solute dissolved in 10^6 part of solution

محلول يحتوي على جزء واحد من المذاب مذاب في 10^6 من المحلول

(i-e) one gram of Nacl (Sodium chloride) dissolve in 10^6ml → give 1ppm. Of NaCl solution

ppm= Mg/ ml = mg/L ppm = Mg/ml

جزء لكل مليون جزء = مايكروغرام/ مل = ملغرام / ليتر

$$ppm = \frac{\text{wt. of solute}}{\text{wt . of solution}} \times 10^6$$

Weight of solution = volume of solution = in case of water is a solvent.

$$ppm = \frac{\text{wt. of solute}}{\text{Vol . of solution}} \times 10^6$$ (in case of H_2O is a solvent)

Part per million (ppm)

جزء جزء لكل مليون

Ex : Find the weight of sodium chloride required for the preparation of 100 ml of

a) 100 ppm Nacl b) 100 ppm Na^+ C) 100 ppm Cl^-

atomic weight= الوزن الذري Na = ,23 Cl^- = 35.5 غم/ مول

a) $ppm = \frac{\text{wt. of solute}}{\text{Vol. of solution}} \times 10^6$ → $100 = \frac{X}{100} \times 10^4$ → $100 = 10^4 X$

$X = \frac{100}{10^4} = \frac{1}{100}$ = 0.01 gm of NaCl dissolved

In 100 ml of H_2O give → 100 ml of 100 ppm solution of NaCl

b) $100 = \frac{X \text{ of } Na^+}{100} \times 10^6$

X of Na^+= 0.01 gm of Na^+

M.wt. Nacl	at.wt. Na
23+35.50=58.5	23
X	0.01

$$X = \frac{0.01 \times 58.5}{23} = 0.0254 \text{ gm}$$

0.0254 gm of NaCl dissolve in 100 ml of H_2O give 100 ppm Na^+

C) $100 = \frac{X \text{ of } Cl^-}{100} \times 10^6$ → :: X of Cl^- = 0.01 gm of Cl^- wt.of Cl^-

M.wt of Nacl	at.wt of Cl^-
58.5	35.5
X	0.01

$$X = \frac{58.5 \times 0.01}{35.5} = 0.0164 \text{ gm}$$

X= 0.0164 gm of NaCl dissolve in 100 ml of H_2O give 100 ppm Cl^-

-

Ex: Find the weight of glucose required for the preparation of 100ml of 150mg/L glucose in water .

mg/L = ppm :: 150 mg/L = 150 mg/ml = 150 ppm

$$:: ppm = \frac{\text{wt. of solute}}{\text{wt of solution}} \times 10^6 \qquad 150 = \frac{X}{100} \times 10^4$$

$$X = \frac{150}{10^3} = 0.015 \text{ gm of glucose dissolve in}$$

100ml of water → 150mg glucose/L

Concentration in (mg/ml)

Number of milligram of substance dissolve in one liter of solution.

mg/L = ppm :: 150 mg/L = 150 mg/ml = 150 ppm

عدد الملغرامات من الماده المذابه في واحد ملي ليتر من المحلول

Ex: Find the weight of NaCl required for preparation of 100ml of 5mg/ml of NaCl

Vol.	Wt.
1 ml	5 mg
100	X

$$X = \frac{100 \times 5}{1} = 500 \text{ mg}$$

$$= \frac{500}{1000} = 0.5 \text{ gm of NaCl dissolve in 100ml } H_2O$$

Molarity (M) : المولاريه

- number of moles of solute dissolve in one liter of solution.

$$\text{Molarity (M)} = \frac{\text{no of moles of solute}}{\text{vol. of solution in liter}} = \frac{\frac{\text{wt. of solute}}{\text{M.wt of solute}}}{\frac{\text{Volume of solution}}{1000}}$$

$$M = \frac{\text{wt.of solute} \times 1000}{\text{M.wt .of solute} \times V\ (ml)}$$

$$\text{المولاريه} = \frac{\text{وزن المذاب} \times 1000}{\text{وزن جزيئي للمذاب} \times \text{حجم المحلول (مل) M}}$$

wt. of solute = وزن المذاب M.wt of solute = الوزن الجزيئي للمذاب

V (ml) = حجم المحلول بالملي ليتر

ومن قانون المولاريه يمكن إيجاد الوزن (wt)

$$Wt = \frac{M \times M.wt \times V\ (ml)}{1000}$$

$$\text{الوزن (غم)} = \frac{\text{المولاريه} \times \text{الوزن الجزيئي} \times \text{الحجم (مل)}}{1000}$$

Molarity (M) : المولاريه

Ex. Calculate the weight of sodium hydroxide (NaoH) required for preparation of 500 ml of 0.5M of NaoH at.wt of Na= 23, O= 16 , H = 1gm/mole

إحسب الوزن اللازم لتحضير 500 مل في 0.5 مولاري من هيدروكسيد الصوديوم

$$\text{Wt (gm)} = \frac{\text{M} \times \text{M.wt} \times \text{V (ml)}}{1000} = \frac{0.5 \times (23+6+1) \times 500}{1000} = \frac{0.5 \times \cancel{40}^{20} \times \cancel{500}^{1}}{\cancel{1000}_{2}}$$

Wt (gm) = 10 gm of NaoH dissolve in 500ml → 0.5M-NaoH.

او: كل وزن جزيئي من الماده تذاب في ليتر في المحلول يعطي 1 مولار 40 غم من هيدروكسيد الصوديوم NaoH

تذاب في 1 لتر ← 1 مولار .

$$\frac{40}{2} = 20 \text{ غم من هيدروكسيد الصوديوم تذاب في 500 مل تعطي (1M)}$$

$$\frac{40}{2 \times 2} = 10 \text{ غم من هييدروكسيد الصوديوم تذاب في 500 مل تعطي (0.5M)}$$

-

Ex. A solution of concentration of 2 molar of NaOH. Calculate the weight of NaOH dissolve.

$$M=\frac{wt.\times 1000}{M.wt\ .of\ solute\times V}\ ;\qquad 2=\frac{wt.\times \cancel{1000}}{40\times\cancel{10000}}$$

:: wt = 80 gm dissolve in one liter of solution.

Norlamality (N): العياريه

Number of grams equivalent of solute dissolve in liter of solution

عدد الغرامات المكافئه من المذاب الذائبه في لتر من المحلول

$$\text{Normality (N)} = \frac{\text{gram . equivalent of solute}}{\text{volume of solution in liter}} \quad ; \quad \frac{\text{عدد الغرامات المكافئه}}{\text{حجم المحلول باللتر}}$$

$$N = \frac{\text{weight of solute /Equivilant weight of solute}}{\text{volume /1000}}$$

$$N = \frac{\text{wt.of solute} \times 1000}{\text{Eq .wt of solute} \times \text{Vml}}$$

$$\text{العياريه} = \frac{\text{وزن المذاب} \times 1000}{\text{الوزن المكافئ للمذاب} \times \text{حجم المحلول}}$$

$$\text{العياريه} = \frac{\text{العياريه} \times \text{الوزن المكافئ} \times \text{الحجم(مل)}}{1000}$$

$$wt = \frac{N \times Eq.wt \times v}{1000}$$

Ex : Equivalent weight (Eq.wt) : الوزن المكافئ

$$\text{Equivalent weight of acid} = \frac{\text{Molecular weight of acid}}{\text{number of proton librated or no.of } OH^- \text{ reacted}}$$

$$\text{الوزن المكافئ للحامض} = \frac{\text{الوزن الجزيئي للحامض}}{\text{عدد البروتونات المتحرره او عدد مجاميع الهيدروكسيد المتفاعله}}$$

Examples:

Hydrochloric acid $HCl \longrightarrow H^+ + Cl^-$ Eq. wt of Hcl $= \frac{\text{M.wt of HCl}}{1}$

Sulphuric acid $H_2SO_4 \longrightarrow 2H^+ + SO_4^{2-}$ Eq. wt of H_2SO_4 = of H_2SO_4 / 2

Phosphoric acid $H_3PO_4 \longrightarrow 3H^+ + PO_4^{3-}$ Eq. wt of H_3PO_4 = of H_3PO_4 / 3

Acetic acid $CH_3COOH \longrightarrow CH_3COO^- + H^+$ Eq. wt of CH_3COOH = M.Wt . CH_3COO^- /1

$HClO_4$, HIO_3, $HBrO_3$, $H_2C_2O_4$

Oxalic acid $H_2C_2O_4 \longrightarrow 2H^+ + C_2O_4$ Eq. wt of $H_2C_2O_4$ = M.Wt . $H_2C_2O_4$ / 2

Acetic acid $CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$ Eq. Wt CH_3COOH = M.Wt CH_3COOH / 1

$HClO_4$, HIO_3, $HBrO_3$, $H_2C_2O_4$

Oxalic acid $H_2C_2O_4 \rightleftharpoons 2H^+ + C_2O_4$ Eq. Wt $H_2C_2O_4$ = M.Wt $H_2C_2O_4$ / 2

$$\text{Equivalent weight of base} = \frac{\text{Molecular weight of base}}{\text{no.of OH group or with no. of proton reacted}}$$

الوزن المكافئ للقاعده

- الوزن المكافي في القاعده = $\frac{\text{الوزن الجزيئي للقاعده}}{\text{عدد المجاميع } OH^- \text{ او عدد البروتونات المتفاعله}}$

Examples :

(Sodium hydroxide) $NaOH \longrightarrow Na^+ + OH^-$ Eq.wt of NaOH = $\frac{\text{M.wt of NaOH}}{1}$

Calcium hydroxide $Ca(OH)_2 \longrightarrow Ca^{++} + 2\,OH^{--}$ Eq.wt of $Ca(OH)_2$ = $\frac{\text{M.wt of } Ca(OH)_2}{2}$

Aluminium hydrooxide $Al(oH)_3 \longrightarrow Al^{+++} + 3OH^-$ Eq.wt $Al(oH)_3$ = $\frac{\text{M.wt of } Ca(OH)_2}{3}$

Sodium Carbon $Na_2CO_3 + 2HCl \longrightarrow 2NaCl + CO_2 + H_2O$

Eq.wt of Na_2CO_3 = $\frac{\text{M.wt of } Na_2CO_3}{2}$

$NaHCO_3 + HCl \longrightarrow Nacl + H_2O + CO_2$

$$\text{Eq.wt of } NaHCO_3 = \frac{\text{M.wt of Na HCO3}}{\text{NO.of proton(H)} = 1}$$

Equivalent weight of oxidizing and reducing substances

$$\text{Eq.wt} = \frac{\text{M.wt of oxidizing or reducing substanc}}{\text{NO.of electron released or accepted}}$$

الوزن المكافئ للماده المتأكسده او المختزله = $\frac{\text{الوزن الجزيئي للماده}}{\text{عدد الألكترونات المفقوده او المكتسبه}}$

$MnO_4^- + 8H^+ + 5e \longrightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$ $\quad \text{Eq.wt of } KMNO_4 = \frac{\text{M.wt of } KMNO_4}{5}$

$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e \longrightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O$

العياريه

Norlamality (N):

$Fe^{2+} \longrightarrow Fe^{3+} + 1e$ $\quad$ Eq.wt Fe = $\frac{\text{M.wt}}{1}$

Equivalent weight of salt = $\frac{\text{M.wt}}{\text{number of charge}}$ $\quad$ الوزن المكافئ للملح = $\frac{\text{الوزن الجزيئي}}{\text{عدد الشحنات}}$

Eq.wt $Cdcl_2$ = $\frac{\text{M.wt } Cdcl_2}{2}$ $\quad$ Eq.wt $Sncl_4$ = $\frac{\text{M.wt } Sncl_4}{4}$

Ex : Find the Normality of a solution containing 5gm of $KMNO_4$ in one liter solution

M.wt of $KMNO_4$ = 158

$$N = \frac{\text{wt .of solute} \times 1000}{\text{Eq.wt} \times \text{Vml}} = \frac{5 \times 1000}{\frac{\text{M.wt}}{5} \times \text{Vml}} = \frac{5 \times 1000}{\frac{158}{5} \times 100} = 0.158 \text{ N}$$

Norlamality (N): العياريه

Ex : A Solution of 2 % $KMNO_4$ find out its normality

$$\% \text{ wt/V} = \frac{\text{Wt}}{\text{Volume of solution}} \times 100 \quad ; \quad 2 = \frac{X}{100} \times 100 \qquad X = 2 \text{ gm in } 100 \text{ ml}$$

$$N = \frac{\text{wt} \times 1000}{\text{Eq.wt} \times \text{Vml}} = \frac{2 \times 1000}{\frac{158}{5} \times 1000} = 0.63 \text{ N}$$

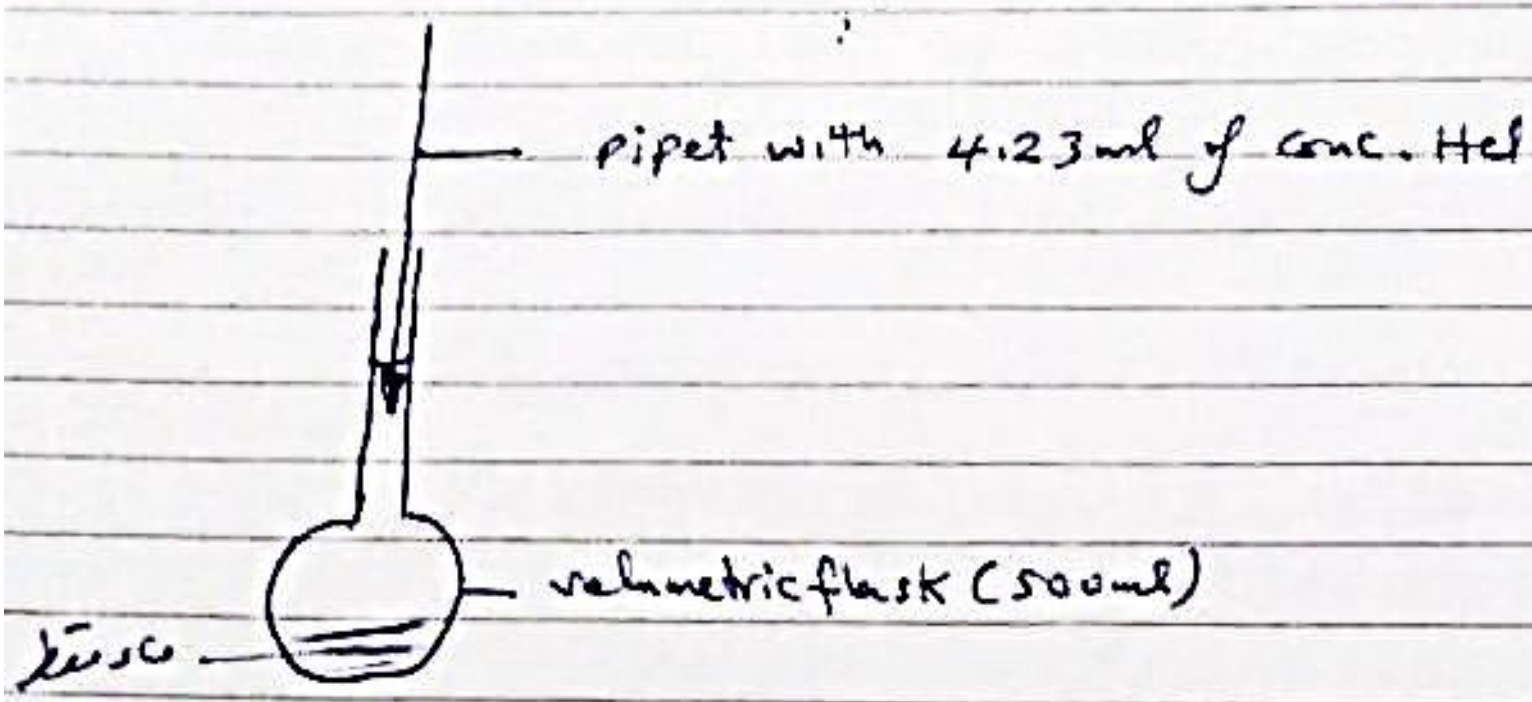
Ex : Calculate the weight required for preparation of 100 ml 0.1N $KMNO_4$

$$\text{wt} = \frac{\text{wt of } Eq.wt \times Vml}{1000} = \frac{0.1 \times \frac{158}{5} \times 100}{1000} = 0.316 \text{ gm}$$

(22) تأليف الأستاذ الدكتور مؤيد قاسم العباجي

قسم التحليلات المرضية

(٣) نقاس 4.23 مل من حامض الهيدروكلوريك المركز باستخدام ماصة (pipet) مجهزة بـ pipet filler وتضاف الى قليل من الماء المقطر الموضوع في قنينة حجمية volumetric flask حجم 500 مل



(٤) نخفف المحلول الى العلامة بالماء المقطر مع الرج عدة مرات للتجانس
وبهذا يكون المحلول الناتج حوالي ٥٠٠ مل من ٠.١ مولاري من HCl

نتبع الطريقة نفسها لتحضير محلول ٥٠٠ مل من ٠.١ عياري من HCl
وسنستخدم القانون الثاني

$$\text{Normality of bottle} = \frac{\% \times \text{Sp.gr} \times 10}{\text{Eq.wt}}$$

$$\text{عيارية البطل} = \frac{\text{النسبة المئوية} \times \text{الوزن النوعي} \times 10}{\text{الوزن المكافئ}}$$

ثم نستخدم قانون التخفيف.

$$\text{مولارية البطل} = \frac{\text{النسبة المئوية} \times \text{الوزن النوعي} \times 10}{\text{الوزن الجزيئي}}$$

Examples

Ex, . A solution of 2% $Cd(NO_3)_2$ Find

a/ Molarity of the solution
b/ Normality of the solution
c/ The Concentration in ppm $Cd(NO_3)_2$ or µg/ml
d/ The conc in ppm Cd^{2+} or µg/ml
e/ The conc in ppm NO_3^- or µg/ml
f/ The conc in of $Cd(NO_3)_2$ in mg/ml.

atomic weight of Cd = 112.41 N = 14, O = 16 gm/mole.

* M.wt of $Cd(NO_3)_2$ = 112.41 + 2(14 + 3X16) = 236.4 gm/mole

Eq.wt of $Cd(NO_3)_2$ = $\frac{236.4}{2}$ = 118.2 gm/mole.

a/ $\text{Molarity} = \frac{\text{wt. of solute} \times 1000}{\text{M.wt of solute} \times V_{ml}} = \frac{2 \times 1000}{236.4 \times 100} = 0.084\,M$

$\% = \frac{\text{wt. of solute}}{\text{vol. of solution}} \times 100$

$2 = \frac{x}{100} \times 100 \quad \therefore x = 2\,gm \text{ of } cd(NO_3)_2$

b/ $\text{Normality} = \frac{\text{wt. of solute} \times 1000}{\text{M.wt of solute} \times V_{ml}} = \frac{2 \times 1000}{118.2 \times 100} = 0.169\,N$

c/ ppm of $cd(NO_3)_2$ = Molarity × M.wt × 1000

$= 0.084 \times 236.4 \times 1000$

$= 19857.6$ ppm $cd(NO_3)_2$

d/

M.wt $Cd(NO_3)_2$	at.wt Cd
236.4	112.4
2 gm	x

$$x = \frac{2 \times 112.4}{236.4} =$$

$$ppm\ Cd = \frac{wt.\ of\ Cd}{wt.\ of\ solution} \times 10^6 = \frac{0.9509}{100} \times 10^6 = 9509\ ppm$$

e/

M.wt $Cd(NO_3)_2$	at.wt $2NO_3$
236.4	$2(14+3\times16) = 124$ g
2 gm	x

$$x = \frac{2 \times 124}{236.4} = 1.0490\ gm\ NO_3$$

$$ppm\ NO_3^- = \frac{1.0490}{100} \times 10^6 = 10490\ ppm\ NO_3$$

f/ The consn. of $cd(NO_3)_2$ in mg/ml

The concentration of the solution is 2 gm in 100 ml

$2 \times 1000 = 2000$ mg

$\frac{mg}{ml} = \frac{2000}{100} = 20$ mg/ml.

H.W/ A solution of 0.1% $pb(NO_3)_2$ Find The concentration in

a/ Molarity b/ Normality/ c/ ppm $pb(NO_3)_2$

d/ ppm pb^{2+} e/ ppm NO_3 f/ mg/ml $pb(NO_3)_2$

at.wt of pb = 207.2, N = 14, O = 16 gm/mole.

Home work 2. Find the volume of concentrated Hydrochloric acid required for preparation of 2 liter of 0.1N of HCl.

M.wt of HCl = 36.5 gm/mol % = 36.5

Sp. gravity of HCl = 1.18

Home work 3.

Find the weight of Nacl required for the preparation of 100ml of

a/ 500ppm Nacl

b/ 100 ppm of Na

c/ 200 ppm of Cl

at. wt eight of Na = 23 , Cl = 35.5 gm/mole.

Home work 4.

A solution of 0.2 molar of Hcl . Find its concentration in ppm ?

Summary

مسمى التحليلات المرضية

$$\% \text{ wt/vol} = \frac{\text{wt. of solute}}{\text{Vol. of solution}} \times 100$$

$$\% = \frac{\text{وزن المذاب}}{\text{حجم المحلول}} \times 100$$

$$\text{Molarity (M)} = \frac{\text{wt. of solute} \times 1000}{\text{M.wt of solute} \times V_{ml}}$$

$$\text{المولارية} = \frac{\text{وزن المذاب} \times 1000}{\text{وزن جزيئي للمذاب} \times \text{حجم المحلول (ml)}}$$

$$\text{Normality (N)} = \frac{\text{wt. of solute} \times 1000}{\text{Eq. wt of solute} \times V_{ml}}$$

$$\text{العيارية} = \frac{\text{وزن المذاب} \times 1000}{\text{وزن مكافئ للمذاب} \times \text{حجم المحلول (ml)}}$$

$$\text{ppm} = \frac{\text{wt. of solute} \times 10^6}{\text{wt. of solution}}$$

$$\text{جزء لكل مليون جزء} = \frac{\text{وزن المذاب} \times 10^6}{\text{وزن المحلول}}$$

$$\text{ppm} = \text{Molarity} \times \text{M.wt} \times 1000 \text{ ; } 1000 \times \text{الوزن الجزيئي} \times \text{المولارية} = \text{جزء لكل مليون جزء}$$

$$\text{ppm} = \text{Normality} \times \text{Eq.wt} \times 1000 \text{ ; } 1000 \times \text{الوزن المكافئ} \times \text{العيارية} = \text{جزء لكل مليون جزء}$$

$$\text{Molarity of bottle} = \frac{\% \times \text{sp.gr} \times 10}{\text{M.wt}}$$

$$\text{مولارية البطل} = \frac{\text{النسبة المئوية} \times \text{الوزن النوعي} \times 10}{\text{الوزن الجزيئي}}$$

$$\text{Normality of bottle} = \frac{\% \times \text{sp.gr} \times 10}{\text{Eq.wt}}$$

$$\text{عيارية البطل} = \frac{\text{النسبة المئوية} \times \text{الوزن النوعي} \times 10}{\text{الوزن المكافئ}}$$

$$C_1 \times V_1 = C_2 V_2$$

$$\text{التركيز ١} \times \text{الحجم ١} = \text{التركيز ٢} \times \text{الحجم ٢}$$

$$\text{Eq.wt of Acid} = \frac{\text{M.wt of acid}}{\text{no. of proton liberated or OH- accepted}}$$

الوزن المكافئ للحامض = $\frac{\text{وزنه الجزيئي}}{\text{عدد البروتونات المتحررة او } OH^- \text{ المكتسبة}}$

$$\text{Eq.wt of Base} = \frac{\text{M.wt of base}}{\text{no. of } OH^- \text{ or no. of } H^+ \text{ reacted}}$$

الوزن المكافئ للقاعدة = $\frac{\text{وزنها الجزيئي للقاعدة}}{\text{عدد مجاميع } OH^- \text{ او عدد } H^+ \text{ المتفاعلة}}$

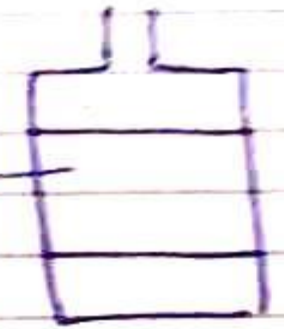
$$\text{Eq.wt of Salt} = \frac{\text{M.wt of salt}}{\text{no. of charge}}$$

الوزن المكافئ للملح = $\frac{\text{الوزن الجزيئي للملح}}{\text{عدد الشحنات للايون الموجب}}$

$$\text{Eq.wt of oxid.red} = \frac{\text{M.wt of oxid or red sub}}{\text{no. of electron liberated or accepted}}$$

الوزن المكافئ = $\frac{\text{الوزن الجزيئي للمادة المتأكسدة او المختزلة}}{\text{عدد الالكترونات المفقودة او المكتسبة}}$

Preparation of solutions from Concentrated Liquid solution:



حمض الهيدروكلوريك المركز Concentrated Hydrochloric acid

النسبة المئوية % = 36.5 M.wt = 36.5

الوزن النوعي Sp.gr = 1.18

Ex preparation of 500ml 0.1M-HCl

① نحسب مولارية البطل لحامض الهيدروكلوريك المركز باستخدام القانون التالي

$$\text{Molarity of bottle} = \frac{(\text{Percentage \%}) \times \text{specific gravity} \times 10}{\text{M.wt}}$$

$$= \frac{36.5 \times 1.18 \times 10}{35.5+1} = 11.8\ \text{M}$$

مولارية البطل

② نقوم بقانون التخفيف.

قبل التخفيف — بعد التخفيف

$$M_1 V_1 = M_2 V_2$$

$$11.8 \times V_1 = 0.1 \times 500 \quad \therefore V_1 = \frac{0.1 \times 500}{11.8} = 4.23\ \text{ml}$$

Relation ship between M, N & ppm

$$ppm = Molarity \times M.wt \times 10^3$$

$$ppm = Normality \times Eq.wt \times 10^3$$