

امثلة وتطبيقات عن المحاضرة السابقة :

مثال 1:

ما عدد غرامات الفينول الواجب استخدامه لتحضير 240g تركيزه 5% W/W؟

الحل الأول: نطبق القانون : $W/W\% = \frac{\text{mass solute}}{\text{total mass}} \times 100$

$$5 = \frac{m}{240} \times 100$$

$$m = \frac{5 \times 240}{100} = 12 \text{ g}$$

الحل الثاني: كل 100g تحوي 5g

كل 240g تحوي Xg

$$X = \frac{240 \times 5}{100} = 12 \text{g}$$

مثال 2:

ما عدد غرامات سكر الدكستروز اللازم لتحضير محلول 4L بنسبة 5% W/V ؟

الحل الأول: نطبق القانون : $W/V = \frac{\text{mass solute}}{\text{total volume}} \times 100$

$$5 = \frac{m}{4000} \times 100$$

$$m = 5 \times 40 \text{ 200g}$$

الحل الثاني: كل 100ml تحوي 5g دكستروز

كل 4000ml تحوي Xg دكستروز

$$X = \frac{4000 \times 5}{100} = 200 \text{g}$$

مثال3:

ما حجم المحلول الذي يمكن تحضيره من 27g برنمغيات البوتاسيوم بنسبة 3%
W/W ?

$$\text{الحل الأول: نطبق القانون: } W/V = \frac{\text{mass solute}}{\text{total volume}} \times 100$$

$$3 = \frac{27}{V} \times 100$$

$$V = \frac{27}{3} \times 100 = 900 \text{ml}$$

الحل الثاني: كل 100ml تحوي 3g من KMnO_4

كل Xml تحوي 27g .

$$X = \frac{27 \times 100}{3} = 900 \text{ ml}$$

مثال4:

ما هو عدد غرامات المادة الدوائية التي يجب ان يتم حلها في 240ml من الماء
للحصول على نسبة 4% W/W ?

$$\text{الحل الأول: نطبق القانون: } W/W\% = \frac{\text{solute mass}}{\text{total mass}} \times 100$$

$$4 = \frac{m}{240} \times 100$$

وذلك لأن المحل هو الماء وكثافة الماء = 1.

$$(240\text{g} = 240\text{ml})$$

$$m = \frac{4 \times 240}{100} = 96 / 10 = 9.6 \text{ g}$$

الحل الثاني: كل 100g تحوي 4g

كل 240g تحوي Xg

$$X = \frac{240 \times 4}{100} = 9.6 \text{ g}$$

مثال5:

إذا قمنا بتمديد 500ml من محلول صفصافات الميثيل الذي تركيزه (15% V/V) بالكحول الى 1500ml ، فما هي النسبة المئوية للمحلول الناتج ؟

الحل الأول: نطبق القانون:

حجم المحلول الأم x تركيزه = حجم المحلول النهائي x تركيزه

$$V_1 \cdot C_1 = V \cdot C$$

$$1500 \times C_1 = 500 \times 15$$

$$C_1 = \frac{500 \times 15}{1500} = 5\% \text{ (V/V)}$$

الحل الثاني: نسبة عدد الميليلترات على بعضها والنسب المئوية الى بعضها

$$\frac{1500(\text{ml})}{500(\text{ml})} = \frac{15\%}{X\%} \rightarrow X = 5\% \text{ V/V}$$

ملاحظة: تحضر صفصافات الميثيل من حمض الصفصاف المستخرج من شجر

الصفصاف. وتستخدم كمسكن للألام وكمضاد غير ستيرويدي، علما انه يحضر

الأسبرين وهو (اسيتيل ساليسيليك حمض الصفصاف) من مشتقات حمض

الصفصاف، (Acetyl Salicylic Acid) .

مثال6:

اشرح طريقة لتحضير 1L = 1000ml من محلول حمض كلور الماء HCl تركيزه التقريبي 6M وذلك باستعمال محلول حمض كلور الماء 37% W/W وكثافته 1.18 .

بمعنى آخر: كم عدد المليلترات الواجب اخذها من محلول حمض كلور الماء (37%) والذي كثافته 1.18 وتمديدها بالماء الى لتر واحد للحصول على محلول تركيزه التقريبي 6M ؟

الحل: نحول من M الى الغرامية g/L.

$$6 \times 36.5 = 219 \text{ g/L}$$

بما ان تركيز HCl المعطى 37% W/W.

كل 100g تحوي 37g

كل Xg تحوي 219g

$$X = \frac{219 \times 100}{37} = 591.89 \text{ g}$$

نحول الوزن الى حجم من الكثافة: $d = \frac{m}{v}$

$$V = \frac{m}{d} = \frac{591.89}{1.18} = 501.6 \text{ ml}$$

اي نأخذ 501.6 من هذا المحلول ونمدده بالماء حتى 1L .

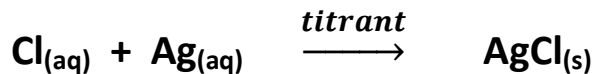
Principles of Volumetric Titration مبادئ المعايرة الحجمية

Volumetric Titration : تعريف المعايرة الحجمية:

هي العملية التي يتفاعل من خلالها حجم معلوم من محلول عياري (standard solution) معلوم التركيز بدقة مع مادة مجهولة التركيز (analyte) وذلك حتى الوصول الى نقطة التكافؤ (equivalent point) .

نحدد من خلال المعايرة كمية المادة المراد معرفة تركيزها ونعبر عنها باحدى طرائق التعبير عن التركيز .

مثال: تحديد تركيز الكلور من خلال التفاعل التالي:



الكلور Cl: مادة مجهولة التركيز نقوم بمعايرتها .

الفضة Ag: تأتي من المحلول المعايير AgNO_3 نترات الفضة ذو تركيز مضبوط ودقيق .

لكي تتم المعالجة نحتاج الى ادوات دقيقة ومعايرة جيدا اهمها الستالة burette. تحوي الستالة على محلول معلوم التركيز بدقة ومحضر من مادة نقية 100% ، او مصحح بعامل تصحيح F .

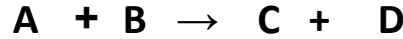
تجري المعايرات بالاعتماد على التفاعلات الستيكومترية التي تفترض ان عدد المكافئات الغرامية الداخلة في اي تفاعل تساوي عدد المكافئات الغرامية الناتجة عنه .

اخيرا نحدد تركيز المادة المراد معايرتها من خلال الحجم الذي استهلكته من المحلول العياري .

فمثلا:

عند معايرة مادة مجهولة التركيز A ، نضع حجم محدد منها في الدورق (Flask) ، ونضع في الستالة (Burette) محلول عياري معلوم التركيز بدقة B .

نلاحظ عندما نقوم بفتح الستالة فان المادة B ستتفاعل مع المادة A الموجودة في الدورق لينطلق التفاعل وتنتج المادتين C و D وفق المعادلة :



مع استمرار العملية تنفذ المادة A من الوسط ويبقى في الدورق C+D فقط.

وبإضافة كمية اخرى من المادة B لن تتفاعل مع المادة A بل يتفاعل قسم من المشعر Indicator ، ويبقى قسم في الدورق اي يصبح لدينا B ، D ، C .

يكون عدد من المكافئات الغرامية من محلول المادة مجهولة التركيز المراد معايرتها A قد تفاعل مع ما يكافؤه من محلول القياسي B ، وهنا تنتهي المعايرة عمليا ، وتسمى هذه النقطة ب نقطة التكافؤ Equivalent Point .

نقطة التكافؤ : Equivalent Point:

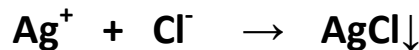
هي النقطة التي يكون فيها حجم المحلول المضاف من المحلول العياري مكافئ ستيكومتريا لكمية المادة المراد تحديد تركيزها Analyte .

اي ان الكمية التي اضيفت من محلول القياس كافية لتتفاعل بالكامل مع المادة المراد معايرتها .

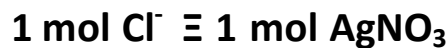
لو عدنا الى مثال معايرة الكلور بمحلول نترات الفضة :

اذا اردنا معايرة 0.005mol من الكلور بمحلول عياري من نترات الفضة 0.1M وحجمه 50ml .

نستطيع ان نبرهن ان هذا الحجم 50ml من نترات الفضة كاف لمعايرة 0.005mol من الكلور كما يلي :-



من المعادلة: كل 1mol من Cl تكافئ 1mol من نترات الفضة .



يفترض ان تكون المادة المراد معايرتها بوحدة الوزن والمحلول العياري بوحدة الحجم .

وبما ان وزن 1 مول من الكلور 35.5 g و 1M من نترات الفضة يمكن التعبير عنه بمحلول حجمه 1L ويحوي مول واحد من AgNO_3 :

$$35.5\text{g} \equiv 1000\text{ml} , 1\text{M}$$

ولكن محلول نترات الفضة الموجودة لدينا تركيزه 0.1M .

$$C \times V = C_1 \times V_1$$

$$0.1 \times V = 1 \times 1000$$

$$V = 10000$$

$$35.5\text{g} \equiv 10000 \text{ ml} , 0.1\text{M}$$

كل 35.5g من الكلور تكافئ محلول من نترات الفضة حجمه 10000ml بتركيز 0.1M .

كل Xg من الكلور تكافئ محلول من نترات الفضة حجمه 50ml بتركيز 0.1M .

$$X = 0.1775\text{g}$$

نحول من g الى mol بالتقسيم على الوزن الجزيئي :

$$\frac{0.1775}{35.5} = 0.005\text{mol}$$

إذا: لمعايرة 0.005mol من الكلور تحتاج الى 50ml من محلول نترات الفضة بتركيز 0.1M .

طرائق تحديد نقطة التكافؤ Detection of the equivalent_point

هنالك نوعان :

طرائق تعتمد على القياس بالكهرباء :

طرائق مرئية: Visual indicator property

طرائق تعتمد على القياس بالكهرباء

- 1- تغيير الناقلية Electric Conductivity
- 2- تغيير فرق الكمون Electric Potential
- 3- تغيير التيار الكهربائي Electric Current
- 4- تغيير الخواص الحرارية Thermal Property

طرائق مرئية Visual indicator property

ونستدل عليها :-

- 1- تشكل عكر Turbid formulation
- 2- تشكل راسب Participate formation
- 3- اختفاء او ظهور اللون Color disappear
- 4- تغيير اللون Color change

نقطة نهاية المعايرة End point

هي النقطة التي يكون فيها حجم المحلول المضاف كاف لتحديد نقطة التكافؤ.

عمليا: هي النقطة التي يتم عندها تغيير اللون .

دائما نسعى في المعايرات لأن تنطبق نقطة نهاية المعايرة مع نقطة التكافؤ لكن من النادر حدوث مثل هذه الحالة والسبب في الطرق المستخدمة في ملاحظة نقطة نهاية المعايرة ، مما يؤدي فيكثير من الأحيان الى Over Titration ، اي ان هنالك كمية فائضة من محلول القياس B .

يتفاعل المشعر مع اول نقطة من المادة B بعد نفاذ المادة A وينقلب اللون ويستدل عندها على ان نقطة التكافؤ قد حدثت .

analyte + titration → equivalent point

titration + indicator → reacted – indicator

color 1

color 2

الادوات المستخدمة في المعايرة الحجمية : Volumetric analytical tools

بما ان مبادئ المعايرة الحجمية تعتمد على قياس الحجم المصروفة بالدرجة الأولى من المحلول القياسي فذلك يعني ان طريقة قياس الحجم في هذه المعايرات يجب ان تكون دقيقة جدا ، لأن اي خطأ في القياس سينعكس سلبا على النتيجة النهائية .

وبناء على ذلك لابد من استخدام ادوات زجاجية مناسبة ودقيقة الحجم ، ويفضل استخدام ادوات زجاجية لا تتأثر بالحرارة ، وتكون المعايرة بشكل جيد ، كما يجب ان تكون كافة الأدوات نظيفة تماما وخالية من الدهون ، وجافة ويفضل ان تجفف بدرجات حرارة معتدلة ، وان نتجنب درجات الحرارة العالية في التجفيف خوفا من ان يطرأ تغير في حجمها الأساسي .

الأدوات المهمة: الستالة والممص والبالون المعاير ، لأن حجمها هو الذي يدخل في عملية الحسابات بشكل مباشر .

ان عمليات التحليل الدوائي تمس الإنسان بشكل مباشر واي خطأ في هذا التحليل قد يسبب كارثة انسانية .

Burette

ومن اهم ادوات التحليل : الستالة

وهي انبوب مدرج يحوي حجم دقيق من المحلول العياري .

وهي الأدوات الأساسية في المعايرة لذا يجب استخدام نوعية جيدة ومن مصدر عالمي ومعروف .

وهي ثلاثة انواع :

1- العادية Normal

2- نصف آلية Half automatic

3- آلية Automatic

ان عمليات المعايرة الدوائية الحجمية تتم في وسطين :-

وسط لامائي Non -aqueous

لايجوز ان نستخدم الستالة العادية وانما الآلية او نصف الآلية .

وسط مائي Aqueous

يجوز ان نستخدم اي نوع من انواع الستالات .

كما يجب الانتباه اثناء المعايرة الى عدم وجود فقاعات هواء وان تكون الستالة عمودية وليست مائلة .

كما يجب ان تتم القراءة وعين القارئ في مستوى نقطة وصول المحلول .

Pipettes

الممصات

1- الممص المعياري Volumetric Pipette

2- الممص المدرج Graduated pipettes

3- الممصات المايكروية Micro pipettes

النوع الأول مخصص لأعطاء حجم ثابت دوماً.

النوع الثاني ذو دقة اقل ولا تنقل فيه الحجوم التي تدخل في الحساب .

النوع الثالث يستخدم لنقل الحجوم الصغيرة جداً وهو دقيق وشائع الاستخدام في التحاليل الحيوية .

Volumetric Flask

بالونات المعايرة

اهم اداة تستخدم لتمديد المحاليل dilution .

Measuring Cylinder

الميجرة

لا تعطي حجوم دقيقة ولا يمكن استخدامها لنقل الحجوم التي تدخل في عمليات الحساب.

Conical Flask

الفيول

يحوي المادة المراد معايرتها وهو نوعان عادي ومصنفر.

Burette stand

حامل الستالة

الأجاصة

تستخدم لسحب السوائل في الممصات ولا يجوز استخدام الفم لسحب المحاليل.

شروط تفاعل المعايرة

يجب ان يكون التفاعل :-

- 1- كمي Quantitative اي:
 - ثابت التأين اكبر من $10^8 > K_{eq}$.
 - يتفاعل مع ما لا يقل عن 99.9% من المادة المراد تحليلها .
 - يتجه بالاتجاه المباشر right direction .
- 2- ستيكومتريا Stoichiometric :
اي يتم بنسب ثابتة دون ان يعطي مركبات جانبية تؤثر على عملية المعايرة
- 3- سريع وأني rapid :
- 4- انتقائي selective :
- اي يتفاعل مع المادة المراد معايرتها دون بقية المواد الموجودة في الوسط
- 5- ان يتوفر مشعر مناسب suitable indicator :
لتحديد نقطة نهاية المعايرة .

المحاليل العيارية Standard Solutions

المحاليل التي تحوي المادة المنحلة بتركيز معروف ودقيق وموثوق .
وتقسم الى :-

1- المحاليل العيارية الأولية Primary Standard Solutions

وهي محاليل عالية التركيز تحضر من مواد عالية النقاوة لا يتجاوز عددها 11 مادة وتستخدم في التحليل الحجمي . كما ان تركيز هذه المحاليل دقيق ويعتمد عليه في تحديد تركيز المادة المجهولة .
صفاتهما:-

- ثابتة لفترة طويلة من الزمن في المحلول .
- تتفاعل بسرعة مع المادة المراد معايرتها .
- تتفاعل بشكل كامل مع المادة المراد معايرتها .
- تكون نوعية للمادة المراد معايرتها .
- تركيزها دقيق 100% .

المواد النقية : Primary Standards

وهي مركبات نقية تستخدم لتحضير المحاليل العيارية الأولية ولضبط تركيز المحاليل العيارية الثانوية وتحويلها الى اولية باستخدام عامل تصحيح.

في الجدول التالي المواد النقية حسب دستور الأدوية البريطاني BP:

Substance name	Formula
Sodium carbonate, Anhydrous	Na ₂ CO ₃
Sodium chloride	NaCl
Arsenic Trioxide	AS ₂ O ₃
Potassium Iodate	KIO ₃
Zinc(Granulated)	Zinc
Sulphanic acid	H ₃ NO ₃ S
Benzoic acid	C ₇ H ₆ O ₂
Potassium H phthalate	KHph
Potassium Bromate	KBrO ₃
Potassium Dichromate	K ₂ Br ₂ O ₇

ويعتبر استخدام بيكاربونات الصوديوم اسهل عمليا لأن المول الواحد منها يساوي مكافئ واحد.

تتميز هذه المواد بما يلي:-

- 1- نقاوة عالية جدا high purity.
- 2- ثابتة في الهواء والمحاليل .
- 3- غير ماصة للرطوبة Not hygroscopic.

- 4- ليست غالية.
- 5- ارتفاع الوزن الجزيئي لتقليل احتمال الخطأ اثناء الوزن.
- 6- ثابتة.
- 7- تتفاعل بشكل سريع وستيكومتريا مع المادة المراد تحليلها.

2- المحاليل العيارية الثانوية Secondary Standard Solutions

ان المواد النقية ليست متاحة دوما او قد تكون غير مناسبة للمعايرة لذلك نقوم باجراء المعايرة بالاعتماد على محاليل محضرة من مواد غير نقية تماما بمقدار $\pm 5\%$ ثم يضبط تركيزها باستخدام محلول عياري اولي. واذا تجاوزت نسبة الشوائب هذا الحد فلا يمكن تحضير محلول للمعايرة من تلك المادة ابدأ.

طرق تحضير المحاليل:

تحضير المحاليل العيارية الأولية

تحضر بالطريقة المباشرة direct method ومن مواد نقية .
وذلك حسب الخطوات التالية:-

- 1- نزن الوزن الدقيق من المادة النقية بحذر.
- 2- نحل في محل مناسب.
- 3- نمدد الى الحجم المطلوب في البالون المعايير.

مثال:

- حضر محلول من كاربونات الصوديوم Na_2CO_3 تركيزه 0.1N .
- 1- ننظر في جدول المواد النقية فنجد ان مادة كاربونات الصوديوم اللامائية مادة نقية يمكن تحضيرها بالطريقة المباشرة .
 - 2- نحسب الوزن اللازم اخذه من كاربونات الصوديوم .

$$\text{Eq} = \frac{MW}{Z} \quad \text{نوجد المكافئ الغرامي} :$$

بما ان كاربونات الصوديوم ملح فيكون $Z=2$.

$$\text{Eq} = \frac{106}{2} = 53 \text{ g}$$

محلول 1L من Na_2CO_3 نظاميته 1 يحوي 53g .

محلول 1L من Na_2CO_3 نظاميته 0.1 يحوي Xg .

$$X = 5.3\text{g}$$

فيحضر كما يلي:-

- 1- نزن 5.3g من كربونات الصوديوم بدقة.
- 2- توضع في بالون معاير وتحل في محل مناسب.
- 3- يكمل الحجم بالماء المقطر الى لتر واحد.
- 4- ينتج محلول عياري اولي ذو تركيز معلوم ودقيق 0.1N .

تحضير المحاليل العيارية الثانوية

إذا لم تكن المادة المراد تحضير المحلول منها ضمن الجدول مثل HCl فتحضر باحدى الطريقتين :-

- الطريقة الأولى :

حمض كلور الماء المتوافر تجاريا بتركيز 37% وعند الحاجة اليه بتركيز 0.1N تقوم بعض الشركات بتصنيعه على شكل امبولات صغيرة تثقب من اسفلها وتوضع في بالون معايرة ويكمل الحجم الى لتر واحد فنحصل على محلول عياري اولي بتركيز 0.1N من حمض كلور الماء ، لكن هذه الطريقة مكلفة والأمبولات باهضة الثمن .
- الطريقة الثانية:

نحضر المحلول العياري الثانوي من حمض كلور الماء ثم نقوم بضبط تركيزه Standardizing (اي حساب عامل التصحيح F) من خلال تفاعل يتم بينه وبين الحلول العياري الأولى ، وهي طريقة مفيدة وغير مكلفة.

مثال:

حضر محلول من حمض كلور الماء تركيزه معلوم ودقيق (0.1N).
حمض كلور الماء لا يندرج ضمن المواد النقية فالمحلول الناتج عياري ثانوي .

1- نحضر محلول حمض كلور الماء تركيزه 0.1N باخذ 0.65g من HCl ونحلها بالماء المقطر ويكمل الحجم الى لتر واحد .

← فينتج محلول عياري ثانوي تركيزه التقريبي 0.1N يضبط تركيزه باستخدام محلول من Na_2CO_3 .

2- ناخذ 25ml من كربونات الصوديوم 0.1N ونضعها في الفبول وبما ان المحاليل ذات النظامية الواحدة تتفاعل بالحجوم نفسها فيجب ان تتفاعل مع 25ml من HCl (0.1N).

← وبعد اجراء المعايرة وجد ان الحجم المصروف من HCl هو 25.4ml .

اذا نحتاج عامل تصحيح F.

عدد المكافئات الغرامية ل Na_2CO_3 = عدد المكافئات الغرامية ل HCl

$$N_1 \times V_1 = N \times V$$

$$N_1 \times 25.4 = 0.1 \times 25$$

$$N_1 = 0.098N$$

حيث: N_1 تركيز HCl المجهول (النظامية العملية).

V_1 المصروف من الستالة.

N نظامية كاربونات الصوديوم الموجودة في الدورق.

V حجم كاربونات الصوديوم الموجودة في الدورق .

← نحسب عامل التصحيح :

$$F = \frac{N_{\text{العملية}}}{N_{\text{النظرية}}} = \frac{0.098}{0.1} = 0.98$$

← يوضع رقم عامل التصحيح على العبوة ويضرب بالمصروف قبل البدء بالحسابات للمعايرات الأخر.

يبين الجدول التالي المحاليل العيارية الأولية المستخدمة لتصحيح المحاليل العيارية الثانوية:

Primary standard Substances	Secondary solution	Applied
Sodium Carbonate	HCl , HNO ₃ , H ₂ SO ₄	Acid-base (aqueous)
Potassium phthalate	HCl , HNO ₃ ,H ₂ SO ₄	Acid-base (non-aqueous)

ملاحظة:- المحاليل بالنظامية تتفاعل بالحجوم نفسها ،فمثلا:-

محلول NaOH نظاميته 1N وحجمه 25ml يتفاعل مع :

25ml من HCl نظاميته 1N .

25ml من H₂SO₄ نظاميته 1N .

25ml من H₃PO₄ نظاميته 1N .

جميع المحاليل السابقة تحوي نفس العدد من المكافئات الغرامية التي ستتفاعل مع بعضها .

كل مكافئ غرامى من اي مادة يتفاعل بالضبط مع مكافئ غرامى واحد من اي مادة اخرى .

اما لو اعطي التركيز بالمولية M نجد ان:-

محلول NaOH بتركيز 1mol وحجم 25ml سيتفاعل مع:-

25ml من HCl بتركيز 1M .

12.5ml من H₂SO₄ بتركيز 1M .

8.3ml من H₃PO₄ بتركيز 1M .



اي في حالة حمض كلور الماء نستخدم نفس الحجم ، بينما في حالة حمض الكبريت نحتاج نصف الكمية وهكذا .

Titration Types

أنماط المعايرة

1- المعايرة المباشرة: Direct titration

2- المعايرة بالرجوع: Back Titration

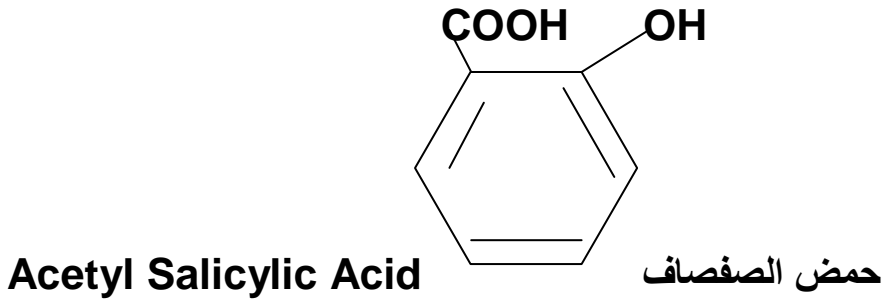
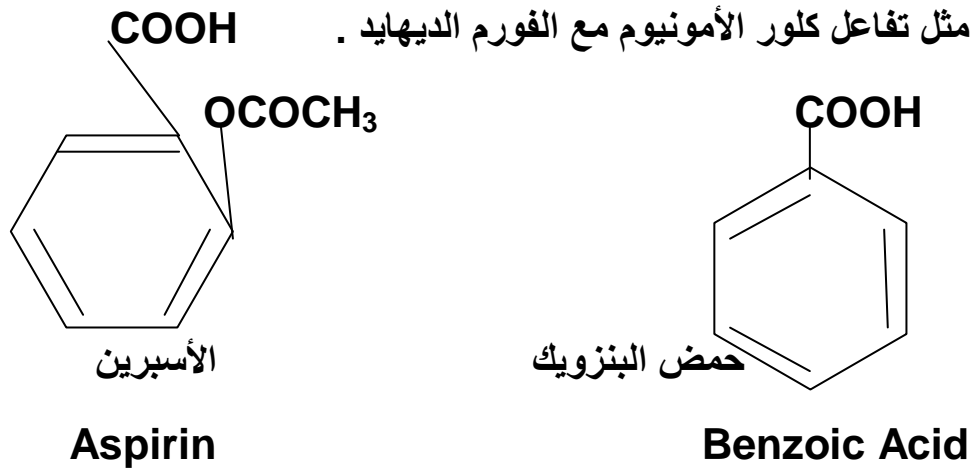
3- المعايرة بالأزاحة: Replacement or Substitution Titration

في النوع الأول يتفاعل محلول القياس Standard solution مباشرة مع المادة المراد معايرتها وصولاً إلى نقطة التكافؤ. وعند الوصول إلى نقطة التكافؤ يكون ما صرف من المحلول في الستالة يكافئ كمية المادة الدوائية بدورق المعايرة .

ومثال ذلك معايرة حمض البنزويك (يوجد في الدورق) مع أساس قوي NaOH (بالستالة) بوجود مشعر الفينول فتالين .

في النوع الثاني تضاف كمية فائضة ومحددة من محلول القياس فيتفاعل قسم مع المادة المراد معايرتها ويبقى قسم آخر يعاير بحلول عياري جديد .
مثل معايرة الأسبرين .

أما النوع الثالث فتضاف كمية فائضة وغير محددة من محلول القياس فيتفاعل مع المادة المراد معايرتها ويزيح مادة جديدة تعاير بمحلول عياري جديد .



ملاحظة: إن الفرق بين نقطة الكافؤ النظرية ونقطة انتهاء المعايرة يجب أن يكون أصغر ما يمكن، وهذا يسمى خطأ المعايرة .

طريقة الحساب للمعايير الحجمية

عند نقطة التكافؤ :

عدد المكافئات الغرامية لمحلول القياس = عدد المكافئات الغرامية للمادة المراد

تحليلها

$$\text{لدينا: } \frac{\text{عدد المكافئات الغرامية}}{\text{الحجم}} = \text{الانظامية}$$

ومنه: عدد المكافئات الغرامية = الانظامية x الحجم

$$\text{وبالتالي: } N_1 \cdot V_1 = N_2 \cdot V_2$$

مثال:

ماهو عدد الميليلترات الواجب صرفها من محلول NaOH ذي التركيز 0.250N لتعديل 350ml من محلول حمض كلور الماء ذي التركيز 0.150M

$$N_1 \cdot V_1 = N_2 \cdot V_2$$

$$0.150 \times 350 = V_2 \times 0.250 \text{ml} \rightarrow V_2 = 210 \text{ml}$$

لا داعي لتحويل حمض كلور الماء الى النظامية لأن: 1Eq = 1 M منه

مثال:

ماهو عدد الميليلترات الواجب صرفها من محلول NaOH التركيز 0.250N لتعديل 350ml من محلول حمض الكبريت ذي التركيز 0.150M ؟

$$N_1 \cdot V_1 = N_2 \cdot V_2$$

$$(0.15 \times 2) \times 350 = 0.250 \times V_2$$

$$0.30 \times 350 = 0.250 \times V_2 \rightarrow V_2 = 420 \text{ml}$$

ملاحظة: تركيز حمض الكبريت معطى بالمولية نقوم بتحويله الى النظامية (نظرب بعدد المتبادلات) وذلك لأن 1M = 2Eq منه.

انتهت المحاضرة