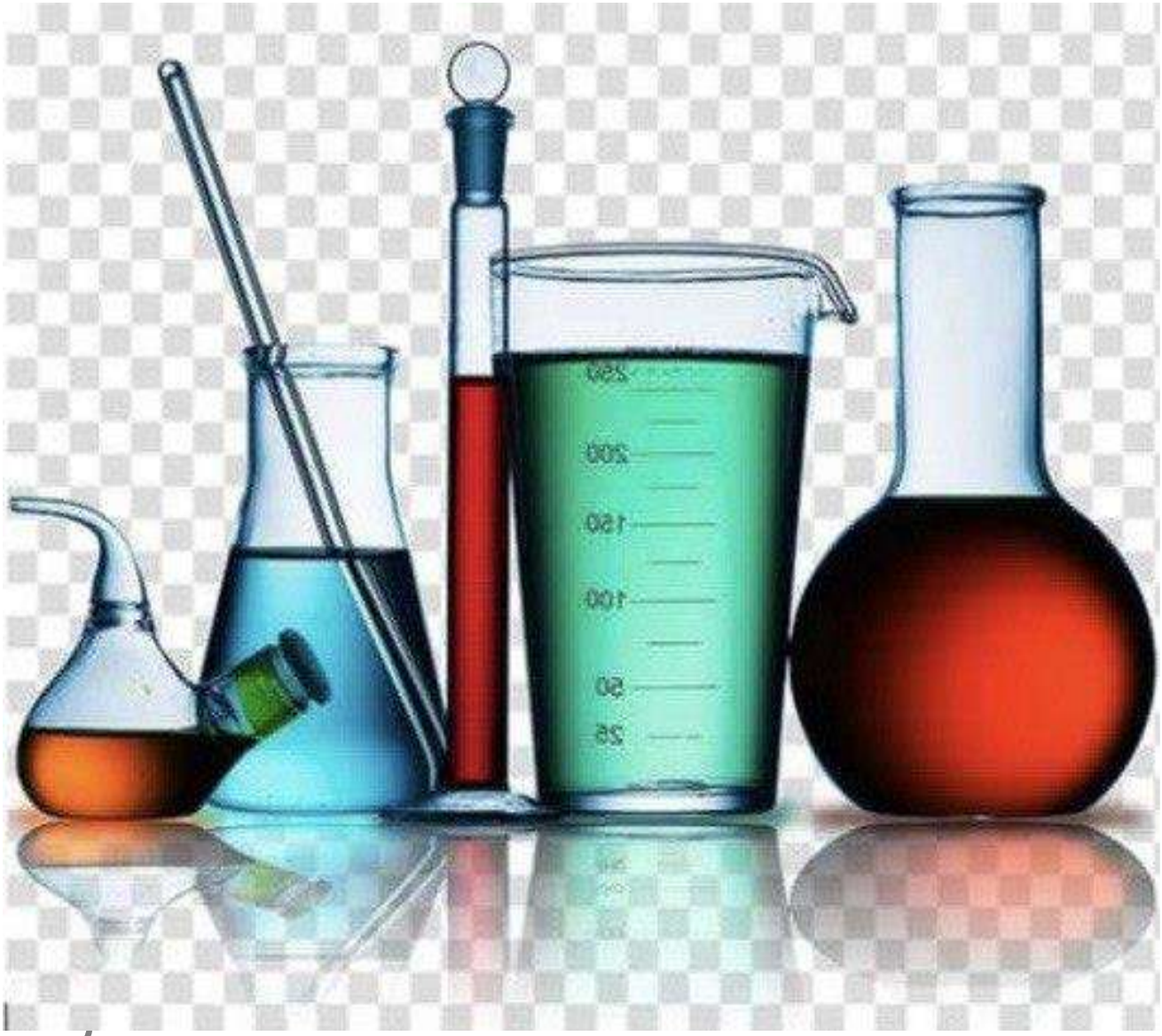
الكيمياء التحليلية Analytical Chemistry

هي فرع من فروع الكيمياء يختص بتعيين مكونات مركب مجهول أو تحديد نسبتها الكمية.



فروع الكيمياء التحليلية:

1-التحليل الوصفي او النوعي Qualitative Analysis:

حيث يتم تعيين المكونات او العناصر الداخلة في تكوين مركب مجهول كما في حالة تحليل الادرار للبحث عن وجود مركبات كيميائية كالادوية.

2- التحليل الكمي Quantitative Analysis:

حيث يتم تعيين كمية كل مكون و نسبته المئوية في ذلك المركب كما يحصل عند تحليل الدم لمعرفة نسبة السكر فيه. ويضم هذا النوع عدة طرائق:

A) التحليل الحجمي Volumetric Analysis
B) التحليل الوزني Gravimetric Analysis
C) التحليل الآلي Instrumental Analysis

التحليل الحجمي Volumetric Analysis

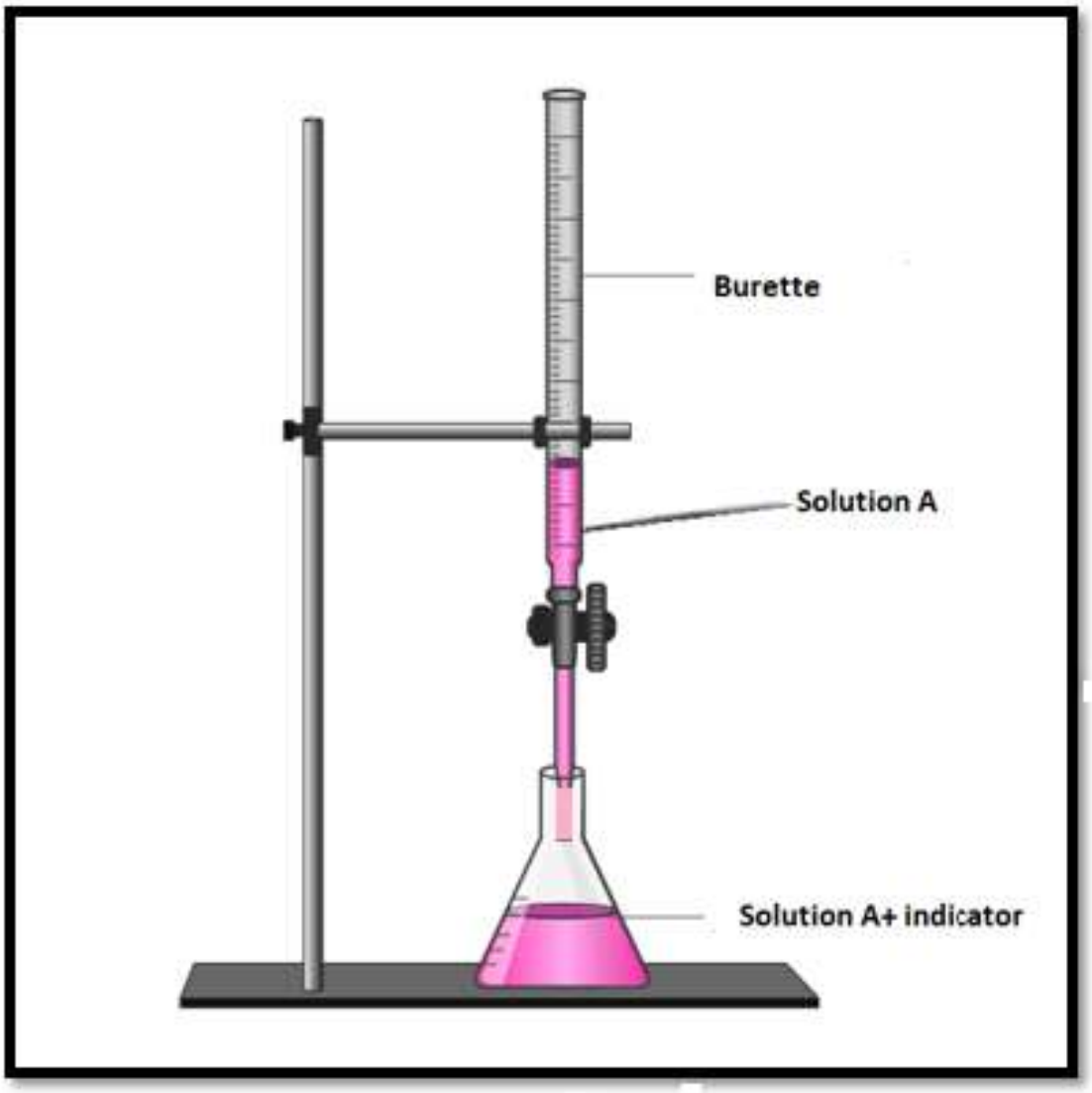
ويتضمن تقدير حجم المحلول ذي التركيز المعلوم اللازم للتفاعل كمياً مع حجم معين من المادة المراد تقديرها، ويتطلب ذلك وجود علامة أو إشارة الى نقطة انتهاء التفاعل والتي يمكن تعيينها من خلال:

1- استخدام دلائل indicators وهي مواد ذات طبيعة كيميائية ملونة تظهر تغيراً حاداً في خواص المحلول كاللون أو العكرة التي نلاحظها بالعين المجردة.
2- استخدام الطرائق الكيميائية الفيزيائية كقياس فرق الجهد أو التوصيل الكهربائي

تختلف طرائق التحليل الحجمي عن طرائق التحليل الوزني التي تعتمد على الوزن فقط بأنها تتم بسرعة اكبر على الرغم من كونها اقل دقة. تستعمل في التحليل الحجمي طرائق مباشرة وغير مباشرة لتعيين كمية المواد وتشمل هذه الطرائق طريقة التسحيح.

التسحيح Titration

عملية التسحيح عملية سريعة أساساً وتحدد حجم المحلول القياسي (المسحح titrant) اللازم لإتمام التفاعل مع حجم معين من محلول المادة المراد تقديرها. ومن معرفة او تحديد هذا الحجم وحجم المحلول القياسي المستعمل بالضبط وتركيزه بالإمكان حساب وزن المادة أو النموذج بمساعدة القوانين الكيميائية. تتم عملية التسحيح بأن يضاف احد المحلولين من أنبوب مدرج تدعى السحاحة burette الى دورق صغير يحتوي على حجم معين مقاس بدقة باستعمال ماصة pipette من محلول المادة الأخرى و تستمر هذه الإضافة التسحيح titration حتى اتمام التفاعل.



المحلول القياسي Standard Solution :

وهو المحلول الذي يحوي حجم معين منه على وزن معلوم من المادة المذابة وهكذا تكون هذه المحاليل ذات درجة تركيز معلومة ودقيقة بالضبط.

شروط المادة القياسية الأولية:

1) ذات تركيب معروف ويسهل الحصول عليها بدرجة عالية من النقاوة.
2) ان تكون المادة غير متميئة
3) يجب ان تكون سهلة الذوبان في الماء تحت الظروف التي تستعمل فيها.
4) يجب ان يكون وزنها المكافئ كبير حتى تصبح أخطاء الوزن في حدود الإهمال.
5) ان يكون التفاعل مع المادة القياسية من التفاعلات التي تظهر تماماً عند نقطة التكافؤ وان يتم بسرعة وان يكون خطأ المعايرة يمكن اهماله او حسابه بدقة.
6) يجب ان لا يكون محلول المادة القياسية الأولية ملوناً قبل او بعد انتهاء عملية المعايرة منعاً لتداخل لونها مع لون الدليل المستعمل لإيجاد نقطة انتهاء التفاعل.
7) يجب ان لا تتأثر بالضوء ودرجات الحرارة والغبار والمواد العضوية.

نقطة التكافؤ Equivalent Point:

وهي النقطة التي يكتمل عندها التفاعل من الوجهة النظرية أي هي النقطة من المحلول الذي يوجد في السحاحة ويصبح عندها عدد مكافئات او مليمكافئات المادة القياسية مساوياً لعدد مكافئات او مليمكافئات المادة المراد تقديرها نظرياً.

نقطة انتهاء التفاعل End Point:

هي النقطة التي ينتج عنها تغير في لون المحلول القياسي (ثبات أو زوال اللون) بإضافة مادة مساعدة تسمى دليلاً الى محلول المعايرة ويشترط في الدليل ان يحدث تغيير عند نقطة نهاية التفاعل يمكن ان تراه العين البشرية (تغير في اللون، تكوين راسب).

الخطأ التسحيحي:

هو الفرق بين نقطة التكافؤ النظرية ونقطة انتهاء المعايرة أو التسحيح ويجب ان تكون أصغر ما يمكن.

الدلائل Indicators:

هي تلك المواد التي تعطي لوناً مميزاً في نهاية التفاعل أي أن تغير لونها يحدد نقطة انتهاء التفاعل. وهي مواد كيميائية تتأثر وتكون حساسة في تركيبها بحيث تعطي في المحاليل المختلفة الواناً معينة تتوقف على حالتها من حيث انها متأينة.

تصنف الدلائل عادة تبعاً للتفاعلات التي تستخدم لها لإيجاد نقطة انتهائها فالدلائل المستخدمة في تفاعلات الاكسدة والاختزال تختلف عن الدلائل المستخدمة في تفاعلات الترسيب، اما دلائل التعادل neutralization indicators كعباد الشمس و المثيل البرتقالي و الأحمر و الفينولفثالين تسمى كذلك دلائل الحامضية و القاعدية ويكون التغير من اللون الحامضي الغالب الى اللون القاعدي غير فجائي قطعي و لكن يحدث خلال قدر محدد من تركيز الايون الهيدروجيني في حوالي وحدتين من الـ pH و الذي يسمى بالمدى الهيدروجيني للدليل. وهو يختلف من دليل لاخر. ومن هنا وجب اختيار الدليل المناسب ذو اللون المتميز عند الـ pH القريب من القراءة التي يحصل عندها على نقطة انتهاء التفاعل.

في تفاعلات التعادل يكون تركيز أيونات الهيدروجين في المحاليل المتعادلة مساوياً الى 10^{-7} أي أن pH = 7 لذلك نستنتج أن اختيار الدليل اللازم لتحديد نقطة انتهاء التفاعل بين الحامض والقاعدة يجب أن يتغير لونه عندما يصل كل من الايونات المذكورة لمقدار 10^{-7} غير ان واقع الحال ليس كذلك كما ذكرنا أعلاه حيث قد يعود السبب الى اختلاف القوى النوعية لهذه الدلائل باعتبارها قواعد أو حوامض ضعيفة وان محاليل الأملاح الناتجة من تعادل الحوامض والقواعد ليست متعادلة في جميع الأحوال نتيجة تحلل هذه الاملاح مائياً. لذلك فاختيار الدليل المناسب لعملية المقايسة بين حامض وقاعدة يتوقف على:

1) تركيز ايونات الهيدروجين الذي يتغير عنده الدليل.
2) pH المحلول الناتج من إضافة مقدارين متكافئين كيميائياً من الحامض و القاعدة

أ.م.د. الهام نغيمش مزعل د. تماره احمد العبيدي أ.م. ضفاف فلاح حسن

الدلائل المستعملة في تفاعلات التعادل

الاسم الكيميائي للدليل	الاسم التجاري	نوع المذيب	اللون في المحيط القاعدي	اللون في المحيط الحامضي	مدى pH
فينولفثالين	فينولفثالين-ph ph	60% كحول	احمر	عديم اللون	8 - 10.1
ثنائي المثيل انيلين	المثيل الاحمر	60% كحول	اصفر	احمر	4.2 - 6.2
ثنائي مثيل امينو ازو بنزين	المثيل البرتقالي	ماء	اصفر	احمر	3.1 - 4.4

طرائق التعبير عن تراكيز المحاليل في التحليل والحسابات الكمية المتعلقة بالتحليل الحجمي

Methods Expressing Concentrations of Solutions and Calculations of Volumetric Analysis

المكافئ الغرامي: Gram Equivalent Weight

هو الوزن المكافئ للعنصر أو المركب ونظراً لأهمية الاوزان المكافئة في الكيمياء التحليلية نجد انه من المفضل ان نعرف ان المقصود بالوزن المكافئ للعنصر وكيفية حسابه.

الوزن المكافئ للعنصر:

هو عدد اوزان العنصر المتحدة منه أو التي تحل محل ثمانية اوزان من الاوكسجين أو وزن واحد من الهيدروجين أو وزماً مكافئاً واحداً لأي عنصر اخر ويرتبط الوزن الذري للعنصر مع وزنه المكافئ وتكافؤه بالعلاقة:

$$\text{الوزن المكافئ للعنصر} = \frac{\text{الوزن الذري}}{\text{عدد التأكسد}}$$

الوزن المكافئ للمركب:

هو وزن المركب الذي يتحد مع او يحل محل وزن واحد من الهيدروجين أو ثمانية أوزان من الاوكسجين ووزن ما يكافئها من عنصر يحتوي على الوزن المذكور من أي من هذه العناصر بحيث يكون هذا الوزن قابلاً للإحلال وحسب ما يلي:

المكافئ الغرامي للحامض:

هو وزن الحامض بالغرامات الذي يحتوي على وزن مكافئ من الهيدروجين القابل للإحلال.

$$\text{إذن الوزن المكافئ للحامض} = \frac{\text{الوزن الجزيئي}}{\text{عدد ايونات } H^+ \text{ القابلة للإحلال}}$$

المكافئ الغرامي للقاعدة:

هو وزن القاعدة بالغرامات الذي يحتوي على وزن مكافئ من مجموعة الهيدروكسيد القابلة للإحلال

$$\text{إذن الوزن المكافئ للقاعدة} = \frac{\text{الوزن الجزيئي}}{\text{عدد ايونات } OH^- \text{ القابلة للإحلال}}$$

المكافئ الغرامي للملح:

هو الوزن الجزيئي للملح مقسوم على عدد ذرات الفلز في عدد تأكسد ذرة الفلز

$$\text{إذن الوزن المكافئ للملح} = \frac{\text{الوزن الجزيئي}}{\text{عدد ذرات الفلز} \times \text{عدد تأكسد ذرة الفلز}}$$

المكافئ الغرامي للعامل المختزل:

هو الوزن الجزيئي بالغرامات مقسوم على عدد الالكترونات التي يخسرها بتفاعله مع عامل مؤكسد محسوباً لجزيئه واحدة في تفاعل معين.

$$\text{الوزن المكافئ للعامل المختزل} = \frac{\text{الوزن الجزيئي}}{\text{عدد الالكترونات المفقودة}}$$

أ.م.د. الهام نغيمش مزعل د. تماره احمد العبيدي أ.م. ضفاف فلاح حسن

المكافئ الغرامي للعامل المؤكسد:

هو الوزن الجزيئي بالغرامات مقسوماً على عدد الالكترونات التي يكتسبها بتفاعله مع عامل مختزل لجزيئة واحدة في تفاعل معين.

$$\text{الوزن المكافئ للعامل المؤكسد} = \frac{\text{الوزن الجزيئي}}{\text{عدد الالكترونات المكتسبة}}$$

الفورمالية Formality:

تمثل عادة الفورمالية بـ(F) و تعرف بكونها عدد أوزان صيغة المادة مقدرة بالغرامات المذابة في لتر من المحلول.

$$F = \frac{Wt}{F.Wt} \times \frac{1000}{V\ ml}$$

Wt =الوزن weight F.Wt =الوزن الصيغي Formula Weight

V =الحجم Volume

المولارية Molarity :

يمكن تعريف المولارية (M) او المولي Molar بأنها عدد الاوزان الجزيئية الغرامية (او عدد المولات Moles) من المادة المذابة في لتر من المحلول.

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

M.Wt =الوزن الجزيئي Molecular Weight

العيارية او النورمالية Normality:

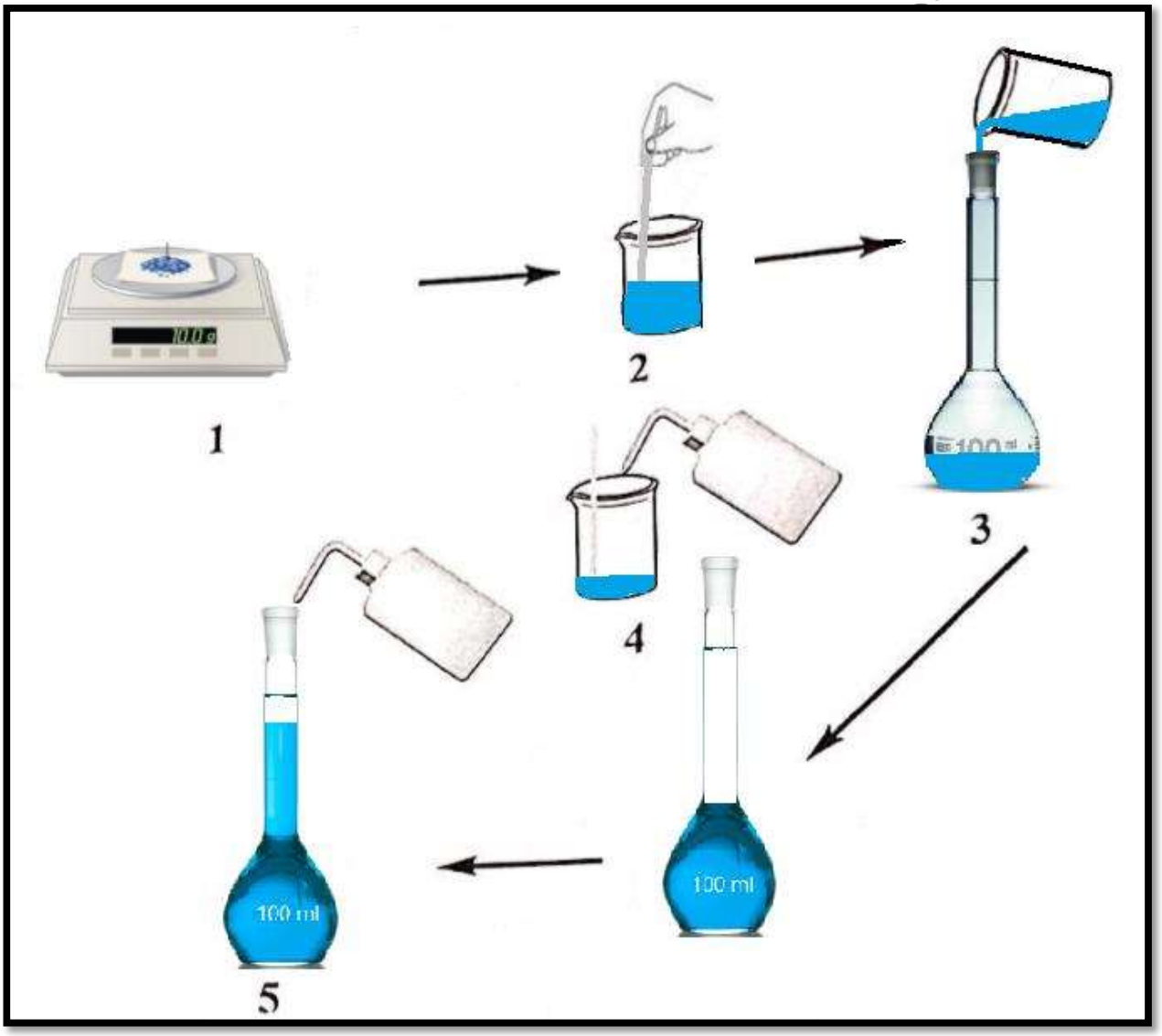
تعرف العيارية او النورمالية (N) بأنها عدد المكافئات الغرامية في لتر من المحلول.

$$N=\frac{Wt}{eq.Wt} \times \frac{1000}{V\ ml}$$

أ.م.د. الهام نغيمش مزعل د. تماره احمد العبيدي أ.م. صفاف فلاح

equivalent Weight =eq.Wt الوزن المكافئ

تستخدم القوانين الأنفة الذكر لتحضير محلول قياسي من مادة صلبة وذلك بأن يوزن بدقة (W)أي وزن في زجاجة ساعة من المادة المراد تحضير محلولها. و ينقل هذا الوزن الى كأس زجاجي (Beaker) سعته (Vml) . يضاف اليها بضع مللترات من الماء المقطر (اذا كان المذيب ماء) باستعمال أسطوانة قياس مدرجة. وتحرك بالمحرك الزجاجي لحين الاذابة. ثم ينقل المحلول كمياً الى قنينة حجمية Volumetric flask ويغسل الكأس والمحرك الزجاجي بكميات قليلة من الماء يضاف الى القنينة الحجمية. ثم يكمل الحجم بإضافة الماء المقطر لحد العلامة. يمزج المحلول بقلب و تحريك القنينة الحجمية (2-3) مرات.



اما إذا كان المطلوب تحضير تركيز معين من مادة سائلة فالخطوة الأولى هي إيجاد تركيز المادة الأصلي وذلك باستخدام القانون:

$$N = \frac{\text{Specific gravity} \times \text{Percetage ratio} \times 1000}{\text{Equivalent Weight}}$$

Specific gravity = الوزن النوعي، percentage ratio = النسبة المئوية

ومن معرفة تركيز المحلول الأصلي (N) يطبق قانون التخفيف:

$$N_1 \times V_1 = N_2 \times V_2$$

N_1 = عيارية المحلول الأصلي

V_1 = الحجم اللازم تخفيفه للحصول على (N_2)

N_2 = عيارية المحلول المخفف

V_2 = الحجم النهائي للمحلول المخفف

أ.م. د. الهام نغيمش
د. تماره احمد أ.م. ضفاف فلاح