الفصل الثالث

التعامل مع نتائج التحاليل

3-1 الأرقام المعنوية Significant Figures:

تعتمد عملية التحليل الكيميائية على العديد من الخطوات، وفي أثناء هذه الخطوات يتم القيام بإجراء قياسات معينة، فمثلاً إذا ما أريد تحضير محلول قياسي (Standard) فلا بد من حساب الوزن المطلوب الذي إذا ما أذيب في حجم معين يعطي محلولاً قياسياً يمكن حساب تركيزه.

فإذا أردنا أن نحضر محلولاً قياسياً من ملح الطعام NaCl مولاريته (0.1) مولار فإننا نحسب وزن كلوريد الصوديوم ونقوم بعملية الوزن، ولنفترض أن قراءة الميزان بعد وضع المادة عليه كانت (2.9225) جرام، فهذه تُعَدُّ خمسة أرقام معنوية (Significant Figures). وهناك أرقامٌ معنوية محددة لا تؤثر في عدد الأرقام المعنوية في النتيجة النهائية إذ يكون لهذه الأرقام عدد لا نهائي من الأرقام المعنوية فمثلاً: الأرقام المحددة التالية يمكن استخدامها في العمليات الحسابية.

1سم = 10 مم	هنا رقمان معنويان
1م = 100 سم	هنا ثلاثة أرقام معنوية
1كم = 1000 م	هنا أربعة أرقام معنوية

3-2 تحديد عدد الأرقام المعنوية:

1 ـ في حالة الأرقام المحددة:

كل الأرقام التي تظهر تكون أرقاماً معنوية كما في المثال السابق.

obeikandi.com

2 . في حالة كتابة نتائج أي قياس:

إن كل الأصفار التي تظهر على يسار أول رقم لا تعتبر. ففي حالة وزن مادة ما وكانت قراءة الميزان (0.02030) جرام، ففي هذه الحالة توجد أربعة أرقام معنوية، ولتحديد عدد الأرقام المعنوية أهمية في كتابة نتيجة التحليل النهائية، إذ إن عدد هذه الأرقام يدل على الدقة المتبعة في الطريقة التي تم بها التحليل.

3-3 الأخطاء:

إن النتائج التي يحصل عليها المحلل الكيميائي عن طريق إعادة عملية التحليل لن تكون متطابقة؛ وذلك لأن عمليات القياس عادة تتضمن وجود بعض الأخطاء على الرغم من استخدام بعض أجهزة التحليل المتطورة، التي عادة ما تقلل من تأثير بعض هذه الأخطاء في النتيجة النهائية.

والأخطاء التي تؤثر في نتائج عمليات التحليل تنقسم إلى نوعين، وعلى من يقوم بالتحليل الكيميائي أن يحتاط لهذه الأخطاء، ويعمل على تقليل تأثيرها في النتيجة النهائية للتحليل، وتنقسم هذه الأخطاء إلى نوعين:

أخطاء منتظمة يمكن تعيينها (determinate)، وهذه تشمل:

أخطاء الأجهزة: كل الأجهزة التي تستخدم في عملية التحليل تحتاج إلى معايرة، فإذا لم تتم معايرة هذه الأجهزة فستكون هناك أخطاء تؤثر في النتيجة النهائية للتحليل.

أخطاء الطريقة: مثال ذلك وجود بعض المواد التي تسبب تداخلاً (interference).

الأخطاء الشخصية مثل القراءة غير الصحيحة لتدريج السحاحة.

اكتشاف الأخطاء المنتظمة التي يمكن تعيينها:

يتم اكتشاف هذا النوع من الأخطاء بتحليل عينات قياسية بالطريقة نفسها، ومقارنة النتيجة بشهادة التحليل المرفقة مع العينة القياسية. وكذلك يمكن استخدام طريقة تحليل أخرى لتحليل العينة نفسها، هذا بالإضافة إلى استخدام البلانك، وطرح قراءة البلانك من النتيجة التي تمثل العينة.

الأخطاء العشوائية (لا يمكن تعيينها) (Indeterminate):

وهذه الأخطاء تكون في العادة قليلة التأثير ولا يمكن تجنبها بإعادة عملية التحليل تحت الظروف نفسها. فمثلاً لو كان بجانب مكان الميزان الحساس غرفة مجاورة وبها جهاز يصدر ذبذبات تؤثر في عملية الوزن وفي تذبذب الميزان، فهذا النوع من الخطأ لا يمكن تفاديه بإعادة عملية الوزن. بل لا بد من تغيير مكان الميزان أو إيقاف الجهاز الذي يصدر الذبذبات.

3-4 الدقة:

عند استخدام طريقة لتعيين تركيز مادة في عينة ما، فإن القيمة الحقيقية لهذه المادة عادة ما تكون غير معروفة، وإذا ما كررنا عملية التحليل لعدد N من المرات فإن المعادلة الآتية تعطي المعدل لنتائج هذه العمليات:

$$\overline{X} = \frac{\Sigma xi}{N} \qquad (1\text{-}3)$$

ومدى الثقة في أن يكون المعدل $\overline{X}$ قريباً من القيمة الحقيقية (u) يعتمد على عدد المرات التي نكرر بها الطريقة. وإذا كان التكرار إلى ما لا نهاية فعندها تكون

$$u = \overline{X} \qquad (2\text{-}3)$$

وحيث إننا عادة ما نعيد الطريقة في المختبر من 2-6 مرات فإن الثقة (Confidence) في النتيجة يجب تعيينها إحصائياً ونعبر عن الانحراف المعياري عندما تعاد عملية التحليل لمرات عديدة.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\Sigma(x_i - \bar{x})^2}{N}} \qquad (3\text{-}3)$$

ويسمى الانحراف المعياري الذي نحصل عليه من إعادة التحليل من 3-6 مرات بالانحراف المعياري القياسي للعينة (Sample Standard Deviation) ويرمز له عادة بالرمز S:

$$S = \sqrt{\frac{\Sigma(x_i - \bar{x})^2}{N-1}} \qquad (4\text{-}3)$$

حيث x_i هي النتيجة لكل تجربة، وتمثل N عدد التجارب المكررة، أما $\overline{X}$ فتمثل المعدل.

مثال: يبين الجدول التالي نتائج تحليل مكرر للرصاص في عينة من الدم. احسب الانحراف القياسي لهذه النتائج.

التكرار	تركيز الرصاص ppb
1	752
2	756
3	752
4	751
5	760

الحل:

$$\overline{X} = \sum \frac{Xi}{N} = \frac{3771}{5} = 754.2$$

obeikandl.com

مربع الانحراف عن المعدل $(X_i - \overline{X})^2$	$Xi - \overline{X}$
4.84	752 – 754.2 = -2.2
3.24	756 – 754.2 = +1.8
4.84	752 – 754.2 = -2.2
10.24	751 – 754.2 = -3.2
33.643	760 – 754.2 = +5.8
56.8	

$$S = \sqrt{\frac{56.8}{5-1}} = 3.77$$

5-3 المصداقية:

عند إجراء عملية التحليل والحصول على النتيجة مثلاً بأخذ معدل النتائج المكررة $\overline{X}$. نقوم بمقارنة هذه النتيجة بالقيمة الحقيقية المعروفة u. وتعبر المصداقية عن الخطأ الناتج الذي يسمى الخطأ المطلق E

$$E = \overline{X} - u \qquad (5\text{-}3)$$

ويمكن تعيين الخطأ النسبي R بقسمة الخطأ المطلق على القيمة الحقيقية وضربها بمائة للحصول على الخطأ النسبي المئوي

$$R = (E / u) \times 100 \qquad (6\text{-}3)$$

6-3 الثقة:

إذا ما قام المحلل الكيميائي بإعادة التجربة عدة مرات كي يعين تركيز مركب ما، فإن النتيجة التي سيحصل عليها لن تمثل بالضرورة القيمة الحقيقية لتركيز المركب في العينة، وفي هذه الحالة نستطيع تعيين حدود مدى الثقة *Cl* (Confidence Limit) التي تقع فيها القيمة الحقيقية لتركيز المادة.

obeikandl.com

$$Cl = \bar{X} \pm \frac{ts}{\sqrt{N}} \qquad (7\text{-}3)$$

حيث:

t = معامل إحصائي يعتمد على نسبة الثقة.

s = الانحراف المعياري للعينة.

N = عدد مرات التحليل.

7-3 المقارنة بين نتائج التحليل:

يقوم المحللون الكيميائيون عادة بتطوير طرق جديدة للتحليل الكيميائي، وحتى يتم اعتماد هذه الطرق، فإنه لا بد من مقارنة نتائجها بنتائج يتم الحصول عليها باستخدام طرق معتمدة، وكذلك تتم مقارنة نتائج أحد المحللين بالنتائج التي يحصل عليها محلل خبير. فمثلاً قد نقارن بين النتائج التي يحصل عليها الطالب لتعيين عنصر النحاس بالنتائج التي يكون قد حصل عليها الكيميائي في المختبر، الذي لديه الخبرة الكافية. فللمقارنة بين نتائج طريقتين أو نتائج محللين كيميائيين نستخدم:

1-7-3 اختبار F-test:

واختبار F- test يستخدم لمعرفة مدى الفرق في الدقة بين النتائج التي تتم مقارنتها حسب العلاقة التالية:

$$F = \frac{S_1^2}{S_2^2} \qquad (8\text{-}3)$$

قد نحصل على مجموعتين من النتائج ونريد أن نقارن بين مدى تقارب دقة كل مجموعة، فمثلاً بعد أن يتدرب أحد الفنيين الجدد على طريقة معينة، ونريد أن نعرف مدى كفاءته نطلب منه ومن فني خبير أن يقوما بإجراء عملية التحليل لعينة،

obeikandl.com

ولكي نحكم على كفاءة الفني المتدرب نقوم بإيجاد اختبار F، حيث نعين الانحراف المعياري لنتائج كل منهما، ولنفرض أن S_1 كان للخبير وللمتدرب كان S_2 نربع كلاً من S_1، S_2 ثم نضع القيمة الأكبر في البسط ونعين قيمة Fc ومن الجدول (انظر الملحق) نعين قيمة Ft. فاذا كانت Fc أقل من Ft فهذا يعني أن دقة كل من الفني والمتدرب متشابهة.

مثال:

في أحد المستشفيات تقدم فني تحليل للحصول على وظيفة، ولكي يقرر رئيس مختبر التحليل مدى كفاءة هذا الفني أعطاه عينة وأعطى عينة أخرى مماثلة لخبير في التحليل يعمل في المستشفى من مدة، وطلب من كل منهما أن يقوما بعملية التحليل مستخدمين الأجهزة نفسها والمواد نفسها والطريقة نفسها فكانت النتائج كالآتي:

الخبير	الفني
1.38%	1.28%
1.36%	1.33%
1.35%	1.34%
1.40%	1.35%
1.31%	1.30%

باستخدام المعادلة تحسب S_1 للفني وتساوي S_1=0.046%، وللخبير S_2=0.029%:

$$Fc = \frac{(0.046)^2}{(0.029)^2} = 2.5$$

وبالرجوع إلى الجدول فإن Ft = 6.39، حيث إن Fc<Ft فهذا يعني أنه لا فرق في دقة كل من الفنيين.

obeikandl.com

2-7-3 اختبار t-test:

يستخدم لمقارنة مصداقية نتائج طريقتين أو نتائج محللين كيميائيين، ويتم حساب t من المعادلة السابقة. والقيمة الحقيقة u نحصل عليها باستخدام محلول قياسي معروف التركيز:

$$u = \overline{X} \pm \frac{ts}{\sqrt{N}} \qquad (9\text{-}3)$$

$$\pm t = (\overline{X} - u)\frac{\sqrt{N}}{s} \qquad (10\text{-}3)$$

ويستخدم اختبار t عادة عند تطوير طريقة تحليل جديدة، ولمعرفة مدى الثقة بهذه الطريقة نأخذ عينة قياسية (معروفة التركيز) ونحللها بهذه الطريقة، ونعيدها خمس مرات ثم نعين قيمة t. فإذا كانت قيمة t المحسوبة أقل من قيمة t الموجودة في الجدول فمعنى هذا أن نتائج هذه الطريقة تُعَدُّ مقبولة ويمكن اعتمادها. أما إذا كانت t المحسوبة أكبر من قيمة t التي في الجدول فمعنى هذا أن الطريقة لم تعط النتيجة المقبولة؛ أي أن هذه الطريقة ليست ذات مصداقية. وقد تكون الأخطاء الممكن تعيينها هي السبب في ذلك. ففي هذه الحالة لا بد من إعادة التحليل بإتقان وبتجنب هذه الأخطاء. فإذا ما بقيت قيمة t المحسوبة أعلى من قيمة t التي في الجدول فمعنى هذا أن الطريقة قطعاً غير مقبولة ولا يمكن اعتمادها.

مثال:

لنفترض أننا قمنا بتطوير طريقة لتحليل عنصر الكادميوم باستخدام جهاز الامتصاص الذري وكان لدينا محلول قياسي تركيز الكادميوم فيه $6.8ppm$، وتم تحليل هذا المحلول بالطريقة الجديدة وأعيد التحليل خمس مرات ووجدنا أن معدل النتائج $\overline{X} = 6.95ppm$، وكانت قمة الانحراف المعياري $S = \pm 0.34ppm$،

obeikandi.com

فهل تُعَدُّ هذه الطريقة صحيحة إذا كانت قيمة t في الجدول عند مستوى الثقة 95% هي 2.76 .

الحل:

$$\pm t = (6.95 - 6.8)\frac{\sqrt{5}}{0.34} = 0.986$$

وحيث إن $t_{calculated}$ أصغر من $t_{tabulated}$ فإن نتائج هذه الطريقة تُعَدُّ صحيحة.

3-7-3 حدود الثقة (Confidence Limit):

إن الحصول على معدل النتائج لا يعطي فكرة عن القيمة الحقيقية للنتيجة، وإن كل ما نحصل عليه من الانحراف المعياري هو أن يبين مدى دقة الطريقة، ويمكن في غياب الأخطاء التي يمكن تعيينها أن نستخدم العلاقة الآتية التي توضح المدى الذي يمكن أن نتوقع وجود النتيجة الحقيقية فيه، ويسمى هذا حدود الثقة.

$$\text{حدود الثقة} = \overline{X} \pm \frac{ts}{\sqrt{N}} \qquad (11\text{-}3)$$

حيث $\overline{X}$ تمثل المعدل، t تمثل معاملاً إحصائياً يعتمد على عدد المرات التي أعيدت بها التجربة وعلى مستوى الثقة، وهذا الأخير يكون 90% أو 95% أو 99% .

مثال: لقد تم تعيين الكالسيوم في الحجر الجيري وكانت النتائج كالتالي:

14.37%، 14.32%، 14.41%، 14.40%، 14.35%

حدود الثقة عند مستوى الثقة 95%.

obeikandl.com

الحل:

$$\overline{X} = \frac{\sum Xi}{N} = \frac{14.35 + 14.40 + 14.41 + 14.32 + 14.37}{5} = 14.37$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum (Xi - \overline{X})^2}{N-1}} = \sqrt{\frac{\sum (0.02)^2 + (0.04)^2 + (0.03)^2 + (0.05)^2 + (0.00)^2}{5-1}} = 0.037\%$$

استخدم t = 2.776

$$u = \overline{X} \pm \frac{ts}{\sqrt{N}} = 14.37\% \pm \frac{(2.776)(0.037)}{\sqrt{5}} = 14.37 \pm 0.05$$

3-7-4 اختبار Q (Q-test):

عند إعادة عملية التحليل لعدة مرات وتسجيل النتائج قد تظهر هناك نتيجة تكون قيمتها بعيدة بعداً ملحوظاً عن النتائج الأخرى، وفي هذه الحالة لا بد من اتخاذ قرار إما بالاحتفاظ بهذه النتيجة فتدخل في كل العمليات من تعيين الانحراف المعياري وإيجاد المعدل وغيرهما. وفي حالة كون النتيجة بعيدة جداً عن بقية النتائج فسيتم استبعادها. ونستطيع باستخدام اختبار Q اتخاذ القرار المناسب إما بالاحتفاظ بهذه النتيجة أو رفضها.

وللقيام باختبار Q نرتب النتائج تصاعدياً بادئين بقيمة النتيجة الأقل ثم التي تليها، ثم نحدد النتيجة الشاذة ونحدد أقرب نتيجة لها في القيمة ونحسب الفرق بينهما، وهذا يسمى a، ثم نحسب المدى W، وهو عبارة عن الفرق بين أكبر نتيجة وأقل نتيجة ثم نحسب Q:

$$Q = \frac{a}{W} \qquad (12\text{-}3)$$

والقيمة التي نحصل عليها تسمى Q المحسوبة $Q_{calculated}$ ثم من جدول خاص (انظر الملحق) نستخرج قيمة Q_{tab} عند العدد نفسه من التجارب وعند مستوى الثقة

obeikandl.com

المطلوب. فإذا كانت Q_{calc} أكبر من $Q_{tabulated}$ يتم استبعاد هذه النتيجة، وإذا كان $Q_{calcu} < Q_{tab}$ فإننا نحتفظ بالنتيجة ونستخدمها مثل باقي النتائج.

مثال:

قام أحد الطلاب بتعيين الكلوريد في إحدى العينات الموجودة في المختبر وأعاد التجربة أربع مرات وحصل على النتائج التالية:

المحاولة	%Cl
1	12.69
2	12.58
3	13.02
4	12.63

بالنظر إلى هذه النتائج نجد أنها في عامود المحاولات 1، 2، 4 متقاربة، إلا أن نتيجة المحاولة رقم 3 تعد بعيدة عن باقي النتائج، حيث إن الطالب كان حريصاً على تجنب الأخطاء الممكن تعيينها لذا نحسب كمية $Q_{calculated}$.

نرتب النتائج:

12.58

12.63

12.69

13.02

نحسب a = 13.02-12.69

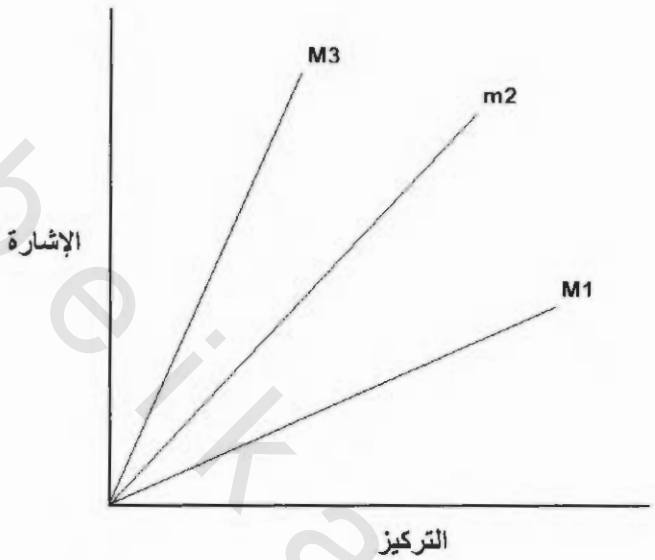
$$Q = \frac{a}{W} = \frac{13.02 - 12.69}{13.02 - 12.58} = 0.75$$

قيمة Q من الجدول عند مستوى ثقة 90% تساوي 0.76 وحيث إن $Q_{calculate} < Q_{tab}$ إذن يتم الاحتفاظ بالنتيجة المشكوك فيها.

obeikandl.com

5-7-3 حساسية الطريقة:

هي مقدرة الطريقة على التمييز بين تراكيز متقاربة من المادة المراد تحليلها.



شكل 3- 1 المنحنى العياري يبين حساسية طريقة التحليل

ويلاحظ في هذا الشكل أن الخطوط الثلاثة مستقيمة، ومعادلة الخط المستقيم (S = mc + Sbl) تنطبق على كل خط. وتمثل (m) ميل الخط المستقيم، وتعرف بأنها حساسية المعياري وفقاً لما اتفق عليه من قبل الاتحاد العالمي للكيمياء والكيمياء التطبيقية. وكما يظهر من الشكل فإن الخط الذي قيمة m له تكون عالية، يمثل طريقة أكثر حساسية. وعلى العموم كلما اقترب الخط المستقيم من المحور الصادي (محور الإشارة) كانت الطريقة أكثر حساسية. وهناك تعريف آخر يسمى الحساسية التحليلية.

$$\delta = \frac{m}{Ss} \qquad (13\text{-}3)$$

حيث Ss هي عبارة عن الانحراف المعياري للنواتج التي حصلنا عليها من الطريقة.

obeikandi.com

حد التعيين (Detection Limit) S_m، يعرف حد التعيين بأنه أقل تركيز للمادة المراد تحليلها يمكن تعيينه بالطريقة الآلية وعند حد ثقة 95%.

$$S_m = S_{avg,bl} + K_{sbl}$$

حيث S_m هي أدنى إشارة يمكن تسجيلها

$S_{avg,bl}$ هو معدل الإشارة للمحلول المرجع (blank)

S_{bl} هو الانحراف المعياري لإشارة المحلول المرجع

K لها قيمة 3 وهي عبارة عن حاصل متغيرات المحلول المرجع

8-3 أقل تركيز يمكن تعيينه C_m:

$$C_m = \frac{S_m - S_{avg,bl}}{m} \qquad (14\text{-}3)$$

9-3 طرق التعيير (المقايسة):

التعيير هو إيجاد علاقة تربط الإشارة المقاسة بالجهاز مع تركيز المادة المراد تحليلها. وطرق التعيير المشهورة هي:

منحنى المعايرة القياسي:

يتم تحضير محلول مرجع ومحاليل قياسية مختلفة التراكيز بحيث نضمن وقوع تركيز المادة المحللة في العينة المجهولة ضمن هذه التراكيز، ثم نقيس استجابة الجهاز لكل محلول من هذه المحاليل بعد تعيير الجهاز بالمحلول المرجع، ثم نرسم العلاقة بين استجابة الجهاز وتركيزات المحاليل القياسية والناتج هو عبارة عن منحنى المعياري.

نستطيع استخدام معادلة الخط المستقيم (y = mx + b) لتعيين تركيز المادة المجهولة.

obeikandl.com

طريقة الإضافة القياسية:

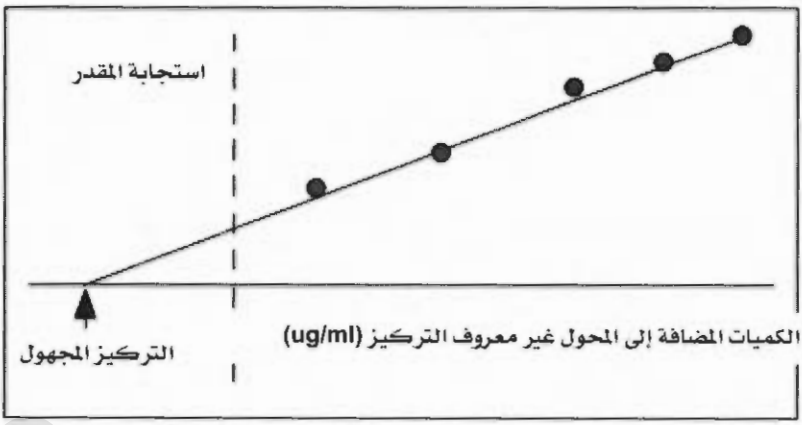
وتستخدم هذه الطريقة عند وجود عينة قليلة الحجم، وتحتوي العديد من المواد معقدة التركيب ذات أثر ملحوظ في نتيجة التحليل، وتعتمد هذه الطريقة على:

1. تحضير حجوم متساوية من العينة المراد تحليلها.
2. يضاف لكل واحد من هذه الحجوم حجمٌ مختلفٌ من محلول قياسي معروف التركيز.
3. يتم تخفيف كل من هذه المحاليل إلى حجوم متساوية.
4. يتم قياس كل من هذه المحاليل على الجهاز المستخدم.
5. يتم حساب تركيز المادة في العينة من المعادلة التالية.

$$S = \frac{kV_sC_s}{V_t} + \frac{kV_xC_x}{V_t} \qquad (15\text{-}3)$$

حيث S = الإشارة من الجهاز، k = ثابت التناسب، V_s = حجم المحلول القياسي، C_s= تركيز المحلول القياس، V_x = حجم العينة المأخوذة، C_x = تركيز المادة في حجم العينة المأخوذة، V_t= الحجم الكلي لكل واحد من المحاليل والشكل التالي يمثل طريقة الإضافة القياسية.

obeikandi.com



شكل (3-2) التمثيل البياني لطريقة الإضافة القياسية

وتتم هذه الطريقة بقياس استجابة المقدر للعينة المراد تحليلها، ثم يضاف لهذه العينة مقدار من المحلول القياسي معلوم التركيز ويعاد قياس استجابة المقدر، ثم تضاف كمية أخرى من المحلول القياسي، وتسجل قراءة المقدر، وهكذا تعاد هذه العملية للحصول على خمس أو ست قراءات. وترسم استجابة المقدر مع التركيز، ويبين شكل 2 المنحنى الناتج. ونستطيع من هذا المنحنى تعيين تركيز المادة المراد تحليلها، وذلك بمد الخط الناتج من توصيل النقاط حتى يلاقي المحور السيني. وتقاس المسافة من نقطة الالتقاء إلى نقطة الأصل، ونقيس هذه المسافة نفسها من نقطة الأصل على المحور السيني الممثل للتركيز وتكون النقط الناتجة على محور التركيز ممثلة لتركيز المادة في العينة.

10-3 تمارين الفصل الثالث:

1. ما هو الرقم المعنوي؟ ومن أين يمكن الحصول عليه؟
2. كم رقمًا معنويًا في:

   6.34 cm, 4.3×10^2 km, 1200, 0.00350 m,
3. احسب الوزن الجزيئي للماء مبينًا العدد الصحيح من الأرقام المعنوية

4. عينة من خام النحاس تم تحليلها بجهاز الامتصاص الذري، وكانت نتائج خمس إعادات كالتالي:

128.4, 128.8, 128.6, 128.3, 128.8

كيف تعبر عن دقة هذه النتائج؟

5. كم عدد الأرقام المعنوية في كل من القيم الآتية؟

$4.20x10^{3}$ ، 5.410 ، 0.0306 ، 3.0100

6. قرب القيم التالية إلى ثلاثة أرقام معنوية:

$8.6152x10^{-3}$ ، 0.0316288 ، 1.4194

7. تم وزن عينة خمس مرات وكانت الأوزان كالتالي:

29.8mg ، 30.2mg ، 28.6mg ، 29.7mg

احسب الانحراف المعياري.

8. قام محلل كيميائي بتطوير طريقة لتعيين السكر في الدم، ولمقارنة نتائج هذه الطريقة اختار طريقة مرجعية وكانت النتائج بالجزء من المليون كالتالي:

الطريقة الجديدة: 127, 125, 123, 130, 131, 126, 129

الطريقة المرجع: 130, 128, 131, 129, 127, 125

احسب قيمة F إذا كانت قيمة F في الجدول تساوي 4.95 عند معدل 95%

9. إذا قمت بتطوير طريقة لتحليل النحاس في أحد خاماته باستخدام جهاز الامتصاص الذري. فإذا كانت عينة من هذا الخام حللت بطريقة مرجعية ونتيجة التحليل مبينة على العبوة بتركيز 11.7 ppm فإذا حلل هذه العينة بطريقته وأعادها 5 مرات وكان معدلها 10.8ppm والانحراف المعياري

obeikandl.com

S=+0.7ppm، أحسب t-test وإذا كانت قيمة t من الجدول هي 2.776 فهل هناك فرق بين النتيجتين وما سبب هذا الفرق؟

10. محلل كيميائي اقترح طريقة جديدة لتعيين الصوديوم في عينة من الإسمنت وكانت نتائج هذه الطريقة لخمس إعادات كما يلي:

0.0685mg/mL، 0.0677، 0.0682، 0.0679. وتم تعيين العينة نفسها بطريقة قياسية معروفة، وكان معدل خمس قراءات هو 0.0687 والانحراف المعياري S=0.00037mg/mL، هل هناك اختلاف بين نتائج الطريقتين؟ وكيف تستطيع الحكم على ذلك؟

11. ما الطرق التي يمكن استخدامها للمعايرة؟ وكيف يكون شكل المنحنى لكل طريقة؟

12. قام محلل كيميائي بتعيين أيون الكلوريد في عينة فحصل على النتائج التالية بإعادة الطريقة أربع مرات: 114، 107، 106، 103، أي من هذه القيم مشكوك فيها؟ وإذا كانت قيمة Q في الجدول تساوي 0.829 فهل نحتفظ بهذه القيمة أم نرفضها؟

obeikandl.com