المملكة العربية السعودية
المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني
الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

تقنية مختبرات كيميائية

مهارات التحليل الكيميائي (عملي)

٢٦٥ كيم

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

الحمد لله وحده، والصلاة والسلام على من لا نبي بعده، محمد وعلى آله وصحبه، وبعد:

تسعى المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني لتأهيل الكوادر الوطنية المدربة القادرة على شغل الوظائف التقنية والفنية والمهنية المتوفرة في سوق العمل، ويأتي هذا الاهتمام نتيجة للتوجهات السديدة من لدن قادة هذا الوطن التي تصب في مجملها نحو إيجاد وطن متكامل يعتمد ذاتياً على موارده وعلى قوة شبابه المسلح بالعلم والإيمان من أجل الاستمرار قدماً في دفع عجلة التقدم التنموي: لتصل بعون الله تعالى لمصاف الدول المتقدمة صناعياً.

وقد خطت الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج خطوة إيجابية تتفق مع التجارب الدولية المتقدمة في بناء البرامج التدريبية، وفق أساليب علمية حديثة تحاكي متطلبات سوق العمل بكافة تخصصاته لتلبي متطلباته ، وقد تمثلت هذه الخطوة في مشروع إعداد المعايير المهنية الوطنية الذي يمثل الركيزة الأساسية في بناء البرامج التدريبية، إذ تعتمد المعايير في بنائها على تشكيل لجان تخصصية تمثل سوق العمل والمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني بحيث تتوافق الرؤية العلمية مع الواقع العملي الذي تفرضه متطلبات سوق العمل، لتخرج هذه اللجان في النهاية بنظرة متكاملة لبرنامج تدريبي أكثر التصاقاً بسوق العمل، وأكثر واقعية في تحقيق متطلباته الأساسية.

وتتناول هذه الحقيبة التدريبية " مهارات التحليل الكيميائي (عملي) " لمتدربي قسم" تقنية مختبرات كيميائية" للكليات التقنية موضوعات حيوية تتناول كيفية اكتساب المهارات اللازمة لهذا التخصص.

والإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج وهي تضع بين يديك هذه الحقيبة التدريبية تأمل من الله عز وجل أن تسهم بشكل مباشر في تأصيل المهارات الضرورية اللازمة، بأسلوب مبسط يخلو من التعقيد، وبالاستعانة بالتطبيقات والأشكال التي تدعم عملية اكتساب هذه المهارات.

والله نسأل أن يوفق القائمين على إعدادها والمستفيدين منها لما يحبه ويرضاه: إنه سميع مجيب الدعاء.

الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

تعتبر البحوث العلمية من العناصر الأساسية في تقدم البشرية ، فهي تلعب دوراً جوهرياً في دفع عجلة الحياة للأفضل في جميع فروعها . لذا نجد أن البلدان المتقدمة تدعم البحوث العلمية وتشجعها بشكل كبير لما لمسته لها من دور كبير فيما وصلت إليه من مكانة . وبالتالي لا تخلو المراحل التعليمية وخصوصاً الجامعية وما بعدها من مراحل من هذه البحوث بنوعيها النظري والعملي التطبيقي . والتقنية الكيميائية كقسم مهم من أقسام الكليات التقنية كغيره من الأقسام يهتم بهذا الجانب ويوليه عناية كبيرة . ومن الدلائل على ذلك ، إدراج مثل هذه الحقيبة "مهارات التحليل الكيميائي" ضمن خطة برنامج الدبلوم لديه . والذي يهدف بشكل عام إلى إعطاء الطالب صورة واضحة نظرياً وعملياً للبحوث العلمية . لذا جرى تقسيم هذه الحقيبة إلى جزأين نظري وعملي يكمل كل منهما الآخر بحيث يقوم الطالب بتطبيق الجانب العملي بشكل متتابع ومترابط مع الجانب النظري.

و يحتوي الجزء العملي لهذه الحقيبة على الوحدات التالية:

طرق جمع وتحليل عينات الماء.
طرق جمع وتحليل عينات التربة.
طرق جمع وتحليل عينات غذائية.
طرق جمع وتحليل عينات بيئية.

مهارات التحليل الكيميائي (عملي)

طرق جمع وتحليل عينات الماء

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

الجدارة:

أن يكون الطالب قادراً على تنفيذ تجارب جمع عينات الماء و تحليلها.

الأهداف:

بعد الانتهاء من هذه الوحدة التدريبية يكون الطالب قادرا على:

١. جمع عينات من الماء مستخدما العبوة الملائمة.

معالجة و حفظ عينات الماء قبل تحليلها.

تقدير الآتي في الماء: pH، التوصيلية، المواد الصلبة الذائبة، العسرة الكلية، الكلوريد، الكبريتات، القلوية و عناصر Na، K، Mg و Ca.

الوقت المتوقع:

١٦ ساعة.

متطلبات الجدارة:

معرفة ما سبق دراسته في "جميع الحقائب السابقة".

١. الخلفية النظرية:

١ ـ ١ عبوة جمع العينات Sampling bottle:

نوع العبوة المستخدمة لجمع عينات الماء مهمة جدا وتختلف حسب نوع التحليل. ويستخدم نوعان من العبوات: العبوة الزجاجية و العبوة البلاستيكية.

أ ـ العبوة الزجاجية:

و تتميز بالآتي:

١. مصنعة من الزجاج القوي مثل البيريكس Pyrex.

تستخدم لجمع العينات التي تحلل فيها المكونات العضوية (الدهون ، الزيوت ، المبيدات، ....).

توضع في فرن حرق عند درجة ٤٥٠ درجة مئوية قبل الاستعمال بيوم.

ب ـ العبوات البلاستيكية:

و هي مصنعة من مادة البوليمر مثال Polytetrafluoroethylene (PTFE) و البولي إيثيلين Polyethylene (PET).

١ ـ ٢ حجم العينة:

٢ لتر .

١ ـ ٣ ترشيح العينة:

يجب ترشيح العينة أثناء أو مباشرة بعد أخذها و هذا لمنع امتصاص العناصر المذابة من طرف المواد المعلقة (أقل من ٤٥ ميكرون).

١ ـ ٤ عملية حفظ العينة:

في حالة عدم تحليل العينات مباشرة قم بالآتي:

١. احتفظ بالعينة عند درجة ٤ مئوية لمنع التبخر أو التحليل البيولوجي (biodegradation) . للمكونات المراد تحليلها .

٢. في حالة تحليل الكاتيونات ، يضاف حمض النيتريك النقي مباشرة بعد عملية الترشيح حتى يصبح الأس الهيدروجيني عند ٢ (pH = 2) و هذا لمنع ترسب الكاتيونات على جدران العبوة .

التجربة رقم (١): جمع عينات الماء

١. المواد و الأدوات :

١. حاوية من البولي إثيلين سعة ٢ لتر.
٢. قلم صامد للماء Waterproof.
٣. حمض النيتريك المركب Analytical grade.
٤. ورق قياس pH.
٥. ثلاجة.

٢. خطوات جمع العينات:

١. يقوم المشرف مع المدرب بتقسيم أماكن الحصول على العينات من نافورات الكلية التقنية بالرياض.
٢. يقوم كل متدرب بالحصول على عينة من المكان المحدد له.
٣. تؤخذ العينة في عبوة نظيفة تم غسلها جيدا (٢ لتر) من صنبور مياه جارية مباشرة من الخط الرئيسي المغذي للمكان وبدون فلتر وبعد ترك الصنبور مفتوح لمدة ٥ دقائق . تغلق العبوة جيدا مباشرة بعد الأخذ .
٤. تسجل مباشرة بعد جمع العينات الخواص الآتية الرائحة ــ اللون ــ الطعم ــ العكرة .
٥. يحتفظ بعينة الماء بإضافة بضع قطرات من حمض النيتريك حتى يصبح $pH = 2$.

التجربة رقم (٢): تقدير التوصيلية الكهربية Electrical conductivity

١. الخلفية النظرية:

تعطي التوصيلية الكهربية للمياه فكرة عن مستوى تركيز الأيونات و الملوحة . كلما زادت قيمة التوصيلية نتوقع زيادة في تركيز الأيونات . يرجع هذا إلى أن التوصيل الكهربي يحدث نتيجة وجود الأيونات القادرة على حمل التيار الكهربي. التوصيلية الكهربية للمحلول هي عبارة عن التوصيل الكهربي أو مقلوب مقاومة مكعب من المحلول (محلول بين قطبين من البلاتين مساحة كل واحد منهما سم^2 ويبعدان عن بعضهما مسافة سم واحد ويسمى القطبان مع الوصلة الكهربية بالخلية). في حالة استخدام خلية غير قياسية نضرب ثابت الخلية في قيمة التوصيل الكهربي . وتقاس التوصيلية الكهربية بوحدة السيمانس (S) وهي في الواقع مقلوب الأوم (Ohm) .

٢. المواد و الأجهزة :

١. مياه توصيل عالية الجودة.

محلول كلوريد البوتاسيوم تركيزه ٠,٠١ مولار (0.01M KCl).

جهاز التوصيلية .

عينات المياه .

٣. طريقة العمل:

١. استخدم محلول 0.01M KCL لتعيين ثابت الخلية الكهربية حيث تبلغ قيمة التوصيلية لهذا المحلول عند درجة حرارة ٢٥ مئوية ١٤١٣ ميكروسيمانس . اتبع تعليمات جهاز التوصيلية لمعايرته أتوماتيكيا باستخدام هذا المحلول..

قس درجة حرارة عينة الماء.

عين التوصيلية الكهربية للعينات.

التجربة رقم (٣): تقدير المواد الصلبة الذائبة Total Dissolved Substances (TDS)

١. الخلفية النظرية:

الماء الرائق الشفاف يحتوي على مواد ذائبة مثل الغازات و الأملاح و السوائل المختلفة . عند تبخر الماء يتطاير الغازات والسوائل وبعض المواد السهلة التطاير و تتبقى فقط المواد الصلبة غير المتطايرة و هي غالبا الأملاح . وبالتالي تعطي قيمة المواد الصلبة الذائبة تقديرا أوليا عن مستوى تركيز الأملاح وبالتالي مدى صلاحية المياه للاستخدامات المختلفة بدون الحاجة إلى تحاليل معقدة . وقد جرت العادة على تسخين حجم معين من الماء في كأس زجاجية عند درجة ١٨٠ مئوية حتى التبخر التام للماء ووزن الكأس والراسب المتبقي ومن ثم وزن المواد الصلبة الذائبة في العينة . وعادة ما يعبر عن ذلك بالوزن بالمليجرام لكل لتر من الماء أي بوحدة الجزء في المليون Parts per million (ppm).

٢. المواد والأجهزة :

١. كؤوس زجاجية سعة ١٥٠ ملي لتر .
٢. عينات المياه .
٣. جهاز قياس التوصيلية.
٤. فرن .

٣. طريقة العمل:

٣ ـ ١ الطريقة الأولى:

١. تغسل الكؤوس جيدا وأخيرا بماء مقطر عالي الجودة . ثم تجفف الكؤوس تماما . توزن الكؤوس بدقة .
٢. يوضع في كل كأس ١٠٠ ملي لتر تماما من مياه العينة ثم تترك على سخان للغليان حتى تمام تبخر الماء. أخيرا توضع الكؤوس في فرن عند درجة حرارة ١٨٠ مئوية لمدة ٢٤ ساعة .
٣. تخرج الكؤوس من الفرن وتترك لتبرد في مكان جاف ثم توزن بنفس الميزان السابق استخدامه

الحساب:

المواد الصلبة الذائبة (ppm) = (وزن الكأس بعد الفرن ـ وزن الكأس فارغ) × ١٠٠٠٠

٣ ـ ٢ الطريقة الثانية:

١. لتقدير TDS باستخدام جهاز التوصيلية اتبع نفس الخطوات لتشغيل جهاز التوصيلية.
٢. قس TDS مباشرة من الجهاز .
٣. قارن بين النتيجة للطريقتين .

التجربة رقم (٤): تقدير الرقم الهيدروجيني

١. الخلفية النظرية:

الرقم الهيدروجيني للماء والمحاليل المائية هو عبارة عن اللوغاريتم السالب للتركيز الفعال من أيونات الهيدروجيني:

$$pH= - \log [H^+]$$

الرقم الهيدروجيني يعبر عن مستوى الحموضة أو القلوية الفعالة للمحلول . الماء النقي عند درجة حرارة ٢٥ مئوية يعطي رقماً هيدروجينياً يساوي ٧ . المحلول الحمضي أقل من٧ و القاعدي أكبر من ٧ . ولقيمة الرقم الهيدروجيني أهمية أساسية في تقييم المياه ومدى صلاحيتها للشرب أو الاستخدام . و أكثر الأجهزة الشائعة لقياس الرقم الهيدروجيني هو جهاز الرقم الهيدروجيني مع قطب الزجاج pH-meter and glass electrode . ويلزم معايرة الجهاز قبل الاستخدام بمحاليل قياسية معلومة الرقم الهيدروجيني بمجرد التحضير مثل محلول 0.01M potassium hydrogen phthalate و الذي يعطي رقماً هيدروجينياً عند ٢٥ مئوية مقداره ٤,٠٠ ويقوم قطب الزجاج باستبدال أيونات الهيدروجين الخارجي في المحلول تحت الاختبار ومحلول قياسي داخلي مسببا جهداً كهربياً يتناسب طردا مع الرقم الهيدروجيني للمحلول المختبر . و يقاس جهد قطب الزجاج مقابل قطب مرجع مثل قطب كلوريد الفضة أو قطب الكالوميل وغالبا ما يبنى بداخل نفس القطب لتسهيل العمل ويسمى في هذه الحالة قطب الزجاج المتحد Electrode Combined Glass.

٢. المواد والأجهزة:

١. محلول 0.01M potassium hydrogen phthalate.

مياه مقطرة .

عينات المياه .

جهاز الرقم الهيدروجيني .

٣. طريقة العمل:

٢. عاير جهاز الرقم الهيدروجيني حسب تعليمات الجهاز (أنظر خطوات تشغيل الجهاز ومعايرة القطب.

٣. قس الرقم الهيدروجيني للعينات بعد ٥ دقائق من غمر القطب .

التجربة رقم (٥): تقدير العسرة الكلية للماء Total hardness

١. الخلفية النظرية:

الماء العسر هو الماء الذي يضعف من عمل الصابون العادي من خلال ترسيب أملاح الحمض الدهني وهو المادة الفعالة في الصابون. والمسؤول عن الترسيب في الماء العادي هما أيونا الكالسيوم و الماغنسيوم غالبا. وعسر الماء قد يكون مؤقتاً نتيجة لأيونات البيكربونات ويمكن بالغليان التخلص منها. أما العسر المستديم فيرجع إلى وجود الأنيونات الأخرى مثل الكلوريد و الكبريتات و الكربونات والنترات لأيونا الكالسيوم و الماغنسيوم. و يعبر عن عسر الماء عادة في صورة تركيز كربونات الكالسيوم في الماء بوحدة جزء في المليون (ppm). و الطريقة المستخدمة هنا هي طريقة تركيز أيونا الكالسيوم و الماغنسيوم بتكوين المركبات المعقدة مع EDTA حيث يتفاعل كل من أيونا الكالسيوم و الماغنسيوم بنسبة ١:١ مع EDTA في وجود الكاشف المناسب والرقم الهيدروجيني المناسب. عند PH= 12 يمكن تقدير أيون الكالسيوم بمفرده في وجود كاشف Murexide و يمكن تقدير كلا الأيونين في وجود كاشف Eriochrome Black T عند pH = 10.

٢. المواد والأجهزة:

١. محلول منظم pH = 10.
٢. محلول منظم pH = 12.
٣. ملح إدتا الصوديومي الثنائي
٤. كاشف الميروكسيد Murexide.
٥. كاشف الإيريوكروم بلاك تي Eriochrome black T.
٦. عينات المياه.
٧. أدوات المعايرة الحجمية.

٣. طريقة العمل:

١. حضر ٢٥٠ مل من محلول EDTA تركيزه 0.05 M .
٢. لتقدير أيون الكالسيوم بمفرده يوضع ٥٠ ملي من عينة المياه في دورق مخروطي ومعها قليل من الميركسيد ثم تضاف حوالي ١٠ قطرات من ٢٠٪ هيدروكسيد البوتاسيوم للوصول إلى PH = 12 و يمكن التأكد من ذلك بورق الرقم الهيدروجيني. تتم المعايرة باستخدام محلول EDTA حتى يتحول اللون الأحمر القرمزي إلى اللون البنفسجي. يسجل حجم EDTA و تكرر التجربة مرتين وتسجل النتائج في جدول. نسمي الحجم المتوسط في هذه الحالة V_1.

٣. لتقدير أيونات الكالسيوم و الماغنسيوم يوضع ٥٠ ملي من عينة المياه في دورق مخروطي ومعها قليل من ايريوكروم بلاك تي ثم تضاف حوالي ٨ قطرات من المحلول المنظم (هيدروكسيد الأمونيوم + كلوريد الأمونيوم) للوصول إلى PH= 10 ويمكن التأكد من ذلك بورق الرقم الهيدروجيني.تتم المعايرة باستخدام محلول EDTA حتى يتحول اللون الأحمر إلى اللون الأزرق. يسجل حجم EDTA وتكرر التجربة مرتين وتسجل النتائج في جدول. نسمي الحجم المتوسط في هذه الحالة V_2.

٤. الحساب:

تركيز الكالسيوم (ppm) = $0.05 \times V_1 \times$ atomic weight of Ca $\times 20$

تركيز الماغنسيوم (ppm) = $0.05 \times (V_2 - V_1) \times$ atomic weiht of Mg $\times 20$

العسر ($CaCO_3$ ppm) = $0.05 \times V_2 \times$ molecular weight of $CaCO_3 \times 20$

٥. أسئلة:

١. أوجد مولارية الكالسيوم.

٢. أوجد تركيز الكالسيوم بالجرام/لتر.

٣. أوجد تركيز الكالسيوم بـ ppm.

التجربة رقم (٦): تقدير الكلوريد Chloride

١. نظرية العمل:

يوجد أيون الكلوريد في كل أنواع المياه بتركيزات متفاوتة حيث يكثر في البحار والمحيطات ويقل في الأنهار وينعدم تقريبا في المياه المقطرة عالية الجودة. وتعزى الملوحة عادة إلى وجود أملاح الصوديوم والكالسيوم والماغنسيوم لهذا الأيون. وتتوقف استخدامات المياه في العادة على تركيز هذا الأيون. ويمكن معرفة تركيز الكلوريد بعدة طرق لعل أبسطها هي المعايرة الحجمية بمحلول عياري من نترات الفضة باستخدام كاشف مثل كرومات البوتاسيوم (طريقة مور). وتعتمد هذه الطريقة على تكون راسب أبيض من كلوريد الفضة (AgCl) مع ملاحظة ظهور راسب أحمر من كرومات الفضة يتكون بعد ترسيب كل أيونات الكلوريد.

٢. المواد والأجهزة:

١. أدوات معايرة.
٢. دليل كرومات البوتاسيوم تركيز ٠,١M.
٣. محلول نترات فضة قياسي ٠,٠٢M.
٤. عينات المياه.

٣. طريقة العمل:

١. تملأ السحاحة بمحلول نترات الفضة ويوضع ٥٠ملي من عينة المياه في دورق مخروطي ويضاف إليه نصف ملي من دليل كرومات البوتاسيوم.
٢. يضاف محلول النترات من السحاحة مع رج الدورق المخروطي جيدا أثناء المعايرة حتى يظهر لون أحمر ثابت لا يزول (أول ظهور ثابت هو الصحيح) سجل حجم النترات المستهلك.
٣. أعد المعايرة مرتين وسجل المتوسط.

٤. الحساب:

تركيز الكلوريد (ppm) = (حجم النترات × تركيز النترات)/حجم عينة المياه) × 35.5× 1000

التجربة رقم (٧): تقدير الكبريتات (SO_4^{2-}) Sulfate

١. طريقة العمل:

١. نأخذ (٢٥ml) من العينة ونضيف لها كاشف Sulfate Reagent ثم نرج العينة جيدا.
٢. نقوم بتشغيل الجهاز DR/2000 وندخل رقم البرنامج (٦٨٠) ثم نضبط الطول الموجي على (٤٥٠) ونضغط على الزر READ ENTER فيظهر لنا SO_4mg/l.
٣. ثم نقوم بضغط الزر SHIFT TIMER يظهر لنا الرقم (٥) أي خمس دقائق فننتظر حتى ينتهي الوقت.
٤. نقوم بعد ذلك بتحضير البلانك وذلك بأخذ (٢٥ml) من الماء المقطر.
٥. ونقوم بوضع البلانك في الجهاز ونقوم بالتصفير بواسطة ZERO.
٦. ثم نقوم بإخراج خلية البلانك ووضع خلية العينة في الجهاز وقراءة النتيجة.

٢. ملاحظة:

نقوم بتخفيف العينة إذا كانت خارج المدى المحدد للجهاز ، وبعد أخذ قراءة العينة نضرب النتيجة في عدد مرات التخفيف.

التجربة رقم (٨): تقدير القلوية (الحموضة) (Acidity) Alkalinity

١. الخلفية النظرية:

حموضة أو قلوية المياه تعتمد على الرقم الهيدروجيني وكذلك وجود مواد حمضية أو قلوية أو أملاح غير متعادلة. و أغلب مياه المنازل والصناعة والآبار تكون متعادلة أو قلوية. وتقدر قلوية المياه بمعادلة القلوية بحمض قوي معلوم العيارية باستخدام كاشف مناسب مثل الميثيل البرتقالي والذي يعمل في نطاق الرقم الهيدروجيني ٣ ـ ٥.

٢. المواد والأجهزة:

١. حمض هيدروكلوريك تركيزه 0.01 M.
٢. كاشف الميثيل البرتقالي.
٣. عينات المياه.
٤. أدوات معايرة.

٣. طريقة العمل:

١. يحضر حمض هيدروكلوريك تركيز حوالي ٠,٠١ بالتخفيف من قارورة الحمض المركز بفرض أن عيارية القارورة ١٠ عياري. لتحضير ٥٠٠ ملي من الحمض تركيز ٠,٠١ نأخذ نصف ملي من الحمض المركز ونضعه في دورق قياسي سعة ٥٠٠ ملي ثم نكمل إلى العلامة بالماء المقطر.
٢. يحضر ١٠٠ ملي محلول ٠,٠١ عياري من كربونات الصوديوم اللامائية بالوزن في ماء مقطر عالي الجودة.
٣. يتم معايرة حمض الهيدروكلوريك مع كربونات الصوديوم باستخدام الميثل البرتقالي ومن ثم نحصل على العيارية الدقيقة للحمض. الكربونات توضع في الدورق المخروطي والحمض في السحاحة. نقطة التعادل هي أول نقطة لتغير اللون الأصفر إلى اللون البرتقالي.
٤. يعاير ٥٠ ملي مياه العينة بالحمض في وجود الميثيل البرتقالي.

٤.الحساب :

لتحضير ٠,٠١ عياري من كربونات الصوديوم نزن الوزن الأتي ثم يذاب في الماء المقطر في دورق قياسي سعة ١٠٠ملي ويكمل بالماء المقطر حتى العلامة.

الوزن من كربونات الصوديوم = العيارية المطلوبة × الحجم المطلوب باللتر × نصف الوزن الجزيئي

= ٠,٠١ × ٠,١ × ٥٣

عيارية قلوية المياه (جرام أيون في اللتر) = (عيارية الحمض × حجم الحمض بالملي) ⁄ حجم عينة المياه بالملي = (٠,٠١ × حجم الحمض بالملي) ⁄ ٥٠

التجربة رقم (٩): تقدير الصوديوم و البوتاسيوم بجهاز الانبعاث الذري

١. نظرية العمل:

يعتمد جهاز الانبعاث الذري اللهبي على محلول يحوي أيونات معدنية في اللهب وأول خطوة تحصل هي تبخر المذيب ليحذف جزيئات صلبة من المركب المذاب التي بدورها تنصهر وتتبخر وتتفكك إلى ذرات حرة في الحالة الغازية، ثم يثار جزء من هذه الذرات الحرة بفعل حرارة اللهب. ولأن الذرات المثارة غير مستقرة لذا فإنها تفقد طاقتها المكتسبة بسرعة على هيئة انبعاث (أشعة) خاصة بالعنصر أى أن كل عنصر يصدر في اللهب إشعاعاً ذا طول موجة معين. وتتناسب شدة الضوء الصادر مع تركيز المحلول ، ويمكن تحديد تركيز المحلول بقياس شدة الضوء الصادر.

٢. المواد والأجهزة:

١. محاليل قياسية من الصوديوم و البوتاسيوم 25 , 20 , 15 , 10 , 5 ppm.
٢. جهاز الانبعاث الذري.
٣. عينات المياه.
٤. كلوريد الصوديوم NaCl.
٥. كلوريد البوتاسيوم KCl.

٣. طريقة العمل:

١. حضر محلول قياسي ١٠٠٠ ppm من الصوديوم في كلوريد الصوديوم.
٢. خفف المحلول إلى ١٠٠ ppm في دورق سعة ١٠٠٠ml.
٣. خفف من محلول الصوديوم (١٠٠ ppm) إلى المحاليل القياسية ppm (٥,١٠,١٥,٢٠,٢٥) في دوارق سعة ١٠٠ ml.
٤. كرر نفس الخطوات مع البوتاسيوم.
٥. شغل الجهاز حسب الخطوات الموضحة المرفقة بالجهاز.
٦. ارسم منحنى التدريج القياسي.
٧. حدد تركيز الصوديوم في عينات الماء من الرسم.
٨. حدد تركيز البوتاسيوم في عينات الماء من الرسم.

التجربة رقم (١٠): تقدير المغنسيوم و الكالسيوم بجهاز الامتصاص الذري للطيف باللهب

١. الخلفية النظرية:

يوجد في المياه الطبيعية في البحار والأنهار و الآبار بعض الكاتيونات مثل الصوديوم و البوتاسيوم والكالسيوم والماغنسيوم والحديد وغيرها.ويحدد صلاحية المياه للاستخدام تركيز هذه الكاتيونات. وتعتبر تقنية الامتصاص الذري من أهم التقنيات المستخدمة لتقدير تركيز الكاتيونات. حيث يمتص كل كاتيون بعد تحوله إلى ذرة العنصر الضوء عند طول موجي محدد ومميز لكل عنصر. و على ذلك يمكن تقدير الكاتيونات المختلفة في وجود بعضها البعض دون حدوث مشكلة التداخل. ويتناسب الامتصاص Absorbance طردا مع تركيز الكاتيون حسب قانون بير Beer's law.

٢. المواد و الأجهزة:

١. محاليل قياسية من الكاتيونات المراد تقديرها في العينات.
٢. جهاز الامتصاص الذري.
٣. عينات من المياه.
٤. كلوريد الكالسيوم $CaCl_2$.
٥. كلوريد المنغنيس $MgCl_2$.

٣. طريقة العمل:

١. حضر محلول قياسي ppm ١٠٠٠ من الماغنسيوم في كلوريد الماغنسيوم.
٢. خفف المحلول إلى ppm ١٠٠ في دورق سعة ml ١٠٠٠.
٣. خفف من محلول المغنسيوم (ppm ١٠٠) إلى المحاليل القياسية (٥، ١٠، ١٥، ٢٠، ٢٥) ppm في دوارق سعة ml ١٠٠.
٤. كرر نفس الخطوات مع الكالسيوم.
٥. شغل الجهاز.
٦. ارسم منحنى التدريج القياسي.
٧. حدد تركيز المغنسيوم في عينات الماء من الرسم.
٨. حدد تركيز الكالسيوم في عينات الماء من الرسم.

امتحان ذاتي رقم (١)

أجب على الأسئلة التالية:

١. متى تزداد التوصيلية في عينة المياه ؟

٢. رتِّب عينات الماء التالية من حيث زيادة التوصيلية:

أ. مياه آبار.

ب. مياه مقطرة.

ج. مياه الشرب المعبأة.

٣. ما العلاقة بين TDS والتوصيلة ؟

٤. ما هي الأملاح المسؤولة عن العسر المؤقت والعسر الدائم ؟

٥. إلى أي شي تعزى الملوحة في بعض أنواع المياه مثل البحار وكيف يمكن تقديرها ؟

امتحان ذاتي رقم (2)

أجب على الأسئلة التالية ثم تأكد من صحة إجابتك بالنظر للحل النموذجي.

اختر الإجابة الصحيحة فيما يلي:

١. تقاس توصيلية المحلول بوحدة:

أ. µs.

ب. ml.

ج. mg.

د. ppm.

٢. يقاس تركيز الأملاح الذائبة الكلية بوحدة:

أ. ppm و g/l.

ب. ms و ppm.

ج. ms و µs.

د. µs و ppm.

٣. تركيز 0.002 mole/l (مولار) من البوتاسيوم والذي وزنه الذري 39 g/mole يعادل:

أ. 19.5 ppm.

ب. 87 ppm.

ج. 78 ppm.

د. 19500 ppm.

٤. تركيز 0.015 mole/l (مولار) من الكالسيوم والذي وزنه الذري 40 g/mole يعادل:

أ. 2666.6 g/l.

ب. 266.66 g/l.

ج. 6 g/l.

د. 0.6 g/l.

٥. في تجربة تعيين تركيز الكلوريد في الماء تم معايرة 50 ml من الماء بمحلول قياسي من نترات الفضة تركيزه 0.02 M فكان حجم المعايرة من نترا ت الفضة 3 ml فكم يكون تركيز الكلوريد الموجود في العينة بالمولارية:

أ. 7500 M.

ب. 1.2×10^{-3} M.

ج. 0.33 M.

د. 3 M.

إجابة الامتحان الذاتي رقم (١)

١. تزداد قيمة التوصيلة كلما زادت الأيونات في عينة المياه.

٢. مياه آبار، مياه الشرب المعبأة ثم مياه مقطرة.

٣. العلاقة طردية كلما زادت التوصيلة زادت TDS والعكس.

٤. الأملاح المسؤولة عن العسر المؤقت هي بيكروبونات أيون الكالسيوم والماغنيسيوم.

الأملاح المسؤولة عن العسر الدائم هي كلوريدات و كبريتات و كربونات ونترات أيونا الكالسيوم والماغنيسيوم .

٥. يعزى ذلك إلى وجود أملاح الصوديوم والكالسيوم والماغنيسيوم لأيون الكلوريد.

ويمكن تقدير الكلوريد بمعايرته مع نترات الفضة باستخدام دليل كرومات البوتاسيوم (طريقة مور).

إجابة الامتحان الذاتي رقم (2)

١. أ

٢. أ

٣. ج

٤. د

٥. ب

المراجع

فهد عبدالرحمن السكران، فواز عبدالله الفواز و أحمد جهاد الزهراني (١٤١٩ هـ): تحليل المياه المعالجة لمحطة الصرف الصحي لمدينة الرياض، تقرير مشروع تخرج دبلوم، الكلية التقنية بالرياض، قسم التقنية الكيميائية.

المحتويات

طرق جمع وتحليل عينات الماء

١ ـ الخلفية النظرية ٢
١ ـ ١ عبوة جمع العينات ٢
أ ـ العبوة الزجاجية ٢
ب ـ العبوات البلاستيكية ٢
١ ـ ٢ حجم العينة ٢
١ ـ ٣ ترشيح العينة ٢
١ ـ ٤ عملية حفظ العينة ٢
التجربة رقم (١): جمع عينات الماء
١ ـ المواد و الأجهزة ٣
٢ ـ خطوات جمع العينات ٣
التجربة رقم (٢): تقدير التوصيلية الكهربية
١ ـ الخلفية النظرية ٤
٢ ـ المواد و الأجهزة ٤
٣ ـ طريقة العمل: ٤
التجربة رقم (٣): تقدير المواد الصلبة الذائبة
١ ـ الخلفية النظرية ٥
٢ ـ المواد والأجهزة ٥
٣ ـ طريقة العمل ٥
٣ ـ ١ الطريقة الأولى ٥
٣ ـ ٢ الطريقة الثانية ٥
التجربة رقم (٤): تقدير الرقم الهيدروجيني
١ ـ الخلفية النظرية ٦
٢ ـ المواد والأجهزة ٦
٣ ـ طريقة العمل ٦
التجربة رقم (٥): تقدير العسرة الكلية للماء
١ ـ الخلفية النظرية ٧
٢ ـ المواد والأجهزة ٧

٣ ـ طريقة العمل ٧
٤ ـ الحساب ٧
التجربة رقم (٦): تقدير الكلوريد Chloride
١ ـ نظرية العمل ٩
٢ ـ المواد والأجهزة ٩
٣ ـ طريقة العمل ٩
٤ ـ الحساب ٩
التجربة رقم (٧): تقدير الكبريتات
١ ـ طريقة العمل ١٠
٢ ـ ملاحظة ١٠
التجربة رقم (٨): تقدير القلوية (الحموضة)
١ ـ الخلفية النظرية ١١
٢ ـ المواد والأجهزة ١١
٣ ـ طريقة العمل ١١
٤ ـ الحساب ١١
التجربة رقم (٩): تقدير الصوديوم و البوتاسيوم بجهاز الانبعاث الذري
١ ـ نظرية العمل ١٣
٢ ـ المواد والأجهزة ١٣
٣ ـ طريقة العمل ١٣
التجربة رقم (١٠): تقدير المغنسيوم و الكالسيوم بجهاز الامتصاص الذري للطيف
١ ـ الخلفية النظرية ١٤
٢ ـ المواد و الأجهزة ١٤
٣ ـ طريقة العمل ١٤
امتحان ذاتي رقم (١) ١٥
امتحان ذاتي رقم (٢) ١٦
إجابة الامتحان الذاتي رقم (١) ١٨
إجابة الامتحان الذاتي رقم (٢) ١٩
المراجع ٢٠

مهارات التحليل الكيميائي (عملي)

طرق جمع وتحليل عينات التربة

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

الجدارة:

أن يكون الطالب قادراً على جمع عينات من التربة و تحليلها.

الأهداف:

بعد الانتهاء من هذه الوحدة التدريبية يكون الطالب قادرا على:

١. جمع عينات من التربة.
٢. تقدير الرقم الهيدروجيني في التربة.
٣. تقدير التوصيلية والأملاح الكلية الذائبة في التربة.
٤. تقدير عناصر مثل الصوديوم و البوتاسيوم في التربة.

الوقت المتوقع:

١٢ ساعة.

متطلبات الجدارة:

معرفة ما سبق دراسته في "جميع الحقائب السابقة".

١ - الخلفية النظرية:

التربة نظام غير متجانس ذو بنية مفككة يتكون من ثلاثة أطوار صلبة وسائلة وغازية.

١ ـ ١ الطور الصلب:

يتكون الطور الصلب من الآتي

١. حبيبات معدنية غير عضوية بعضها كبير وبعضها صغير وتتكون قشرة الأرض عادة من الأوكسجين (٤٦,٦٪) والسيليكون (٢٧,٧٪) والألومنيوم (٨,١٪) والحديد (٥,٠٪) والكالسيوم (٣,٦٪) والصوديوم (٢,٨٪) والبوتاسيوم (٢,٦٪) والمغنيسيوم (٢,١٪) .

٢. مواد عضوية وهي عبارة عن بقايا ومخلفات النبات والحيوان المعرضة لعمليات التحلل بواسطة الأحياء الدقيقة الموجودة في التربة مثل البكتيريا والفطريات والديدان المختلفة.

١ ـ ٢ الطور السائل:

والذي يسمى عادة محلول التربة وهو عبارة عن محلول مائي يحوي أملاح الكالسيوم والمغنيسيوم والبوتاسيوم والصوديوم والحديد والمنجنيز والنترات والكبريتات والبيكربونات والكلوريدات بالإضافة إلى بعض المواد العضوية وهذا هو المحلول الذي يمتص من قبل النبات.

١ ـ ٣ الطور الغازي:

ويشكل الهواء الموجود داخل فراغات التربة حوالي ٣٥٪ من حجم التربة ويختلف تركيبه قليلا عن تركيب هواء الغلاف الجوي حيث يحوي نسبة أقل من الأوكسجين ونسبة أعلى من ثاني أوكسيد الكربون نتيجة لتحلل المواد العضوية الذي يستهلك الأوكسجين ويطلق ثاني أوكسيد الكربون.

يمكن تقسيم العناصر الموجودة في التربة والمغذية للنبات والتي يعزى لها خصوبة التربة إلى قسمين:

١ ـ ٣ ـ ١ عناصر يحتاجها النبات بكميات كبيرة نسبياً:

مثل الكربون والهيدروجين والأوكسجين والنتروجين والفسفور والبوتاسيوم والكالسيوم والمغنيسيوم والكبريت. .والعناصر المتوقع أن تشح كميتها في التربة والتي تضاف عادة كسماد هي النتروجين والفسفور والبوتاسيوم.

١ ـ ٣ ـ ٢ عناصر يحتاجها النبات بكميات قليلة:

مثل البورون والكلور والنحاس والحديد والمنجنيز والموليبدينيوم والصوديوم والفانيديوم والزنك. هذه العناصر عندما تتواجد بكميات قليلة فهي مفيدة للنبات خاصة في النشاط الأنزيمي للنبات وفي عملية التمثيل الضوئي إلا أنها تعتبر سامة للنبات إذا وجدت بكميات كبيرة.

في هذه التجربة سيقوم الطالب بجمع عدة عينات من التربة ثم سيقوم بدراسة بعض الخواص الفيزيائية والكيميائية لها مثل الرقم الهيدروجيني والتوصيلية والأملاح الذائبة الكلية ثم بعد ذلك سيقوم الطالب بتهيئة العينة لتحليل بعض العناصر فيها مثل الصوديوم والبوتاسيوم وذلك بعد إخضاع العينة لعدة عمليات وهي على التولي: التجفيف، النخل، الهضم، التخفيف ثم القياس.

التجربة رقم (١): تقدير الرقم الهيدروجيني

١. المواد الكيميائية والمحاليل:

١. محلول منظم pH = 9.
٢. محلول منظم pH = 7.
٣. ماء مقطر.

٢. الأدوات و الأجهزة المستخدمة:

١. كأس سعة ٥٠ مل.
٢. ساق زجاجية للتحريك.
٣. مجرفة من الحديد الصلب عديم التبقع Stainless steel.
٤. جهاز قياس الرقم الهيدروجيني pH-meter.

٣. السلامة:

يجب فصل جهاز الرقم الهيدروجيني من المصدر حال الانتهاء منه.

٤. خطوات التجربة:

١. **جمع العينات:** يتم جمع ١ كيلوجرام لكل عينة من التربة وعلى عمق حوالي ٣٠ سم من الموقع المطلوب دراسته (مزرعة أو غيرها) وذلك باستخدام مجرفة من الحديد الصلب عديم التبقع بحيث تغطي العينات جميع مساحة المزرعة - إذا كان المطلوب تحليل أكثر من عينة - ويفضل أن تكون العينات جافة ويجب حذف ما عليها من حشائش ثم توضع العينات في أكياس بلاستيكية وتعطى رمزاً بقلم واضح ويسجل المكان والتاريخ ولون التربة.
٢. **تهيئة العينة:** ضع ١٠ جرام من العينة الخالية من الحصى الكبير في كأس سعة ٥٠ مل ثم أضف عليها ٢٥ مل من الماء المقطر ثم حرك العينة بساق زجاجية لمدة ٣٠ دقيقة.
٣. **معايرة الجهاز:** ضع ٤٠ مل من المحلول المنظم (pH = 9) في كأس سعة ٥٠ مل ثم اضبط الـ pH في الجهاز على 9 ثم ضع ٤٠ مل من المحلول المنظم (pH = 7) في كأس سعة ٥٠ مل ثم اضبط الـ pH في الجهاز على 7.
٤. **القياس:** ضع محلول العينة الذي هيأته في الخطوة رقم ٢ أسفل الجهاز ثم اغمس قطب الجهاز في محلول العينة وسجِّل القراءة.

التجربة رقم (٢): تقدير التوصيلية والأملاح الذائبة الكلية

١. المواد و الأجهزة المستخدمة:

١. ماء مقطر.
٢. كأس سعة ٥٠ مل.
٣. ساق زجاجية للتحريك.
٤. جهاز قياس التوصيلية والأملاح الذائبة الكلية Conductivity- meter.

٢. السلامة:

يجب فصل جهاز قياس التوصيلية والأملاح الذائبة الكلية من المصدر حال الانتهاء منه.

٣. خطوات التجربة:

١. **جمع العينات:** انظر جمع العينات في تقدير الرقم الهيدروجيني.
٢. **تهيئة العينة:** ضع ٢٥ جرام من العينة الخالية من الحصى الكبير في كأس سعة ٥٠ مل ثم أضف عليها ٢٥ مل من الماء المقطر ثم حرك العينة بساق زجاجية لمدة ٥ دقائق.
٣. **معايرة الجهاز:** عاير توصيلية الجهاز باستخدام ٤٠ مل من محلول قياسي معلوم التوصيلية.
٤. **القياس:** ضع محلول العينة الذي هيأته في الخطوة رقم ١ أسفل الجهاز ثم اغمس قطب الجهاز في محلول العينة وسجل قراءة التوصيلية ثم سجل قراءة الأملاح الذائبة الكلية.

التجربة رقم (٣): تقدير تركيز البوتاسيوم والصوديوم في التربة

١. المواد الكيميائية والمحاليل:

١. حمض نيتريك مركز عالي النقاوة HNO_3 .
٢. ماء معاد تقطيره.
٣. كلوريد البوتاسيوم KCl.
٤. كلوريد الصوديوم NaCl.
٥. حضر محلول قياسي ١٠٠٠ ملجم/لتر من البوتاسيوم وذلك بإذابة ١,٩٠٧ جم من كلوريد البوتاسيوم في ماء مقطر وخففه إلى ١ لتر.
٦. حضر محلول قياسي ١٠٠٠ ملجم/لتر من الصوديوم وذلك بإذابة ٢,٥٤٢ جم من كلوريد الصوديوم في ماء مقطر وخففه إلى ١ لتر.
٧. حضر عدة محاليل قياسية (١٠٠ ، ٢٠٠ ، ٣٠٠ ، ٤٠٠ ، ٥٠٠ ملجم/لتر) في دورق سعة ١٠٠ مل من المحلول القياسي الأساسي للبوتاسيوم (١٠٠٠ ملجم/لتر) وذلك باستخدام قانون التخفيف التالي:

$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$$

حيث:

C_1 : تركيز المحلول القياسي الأساسي.
V_1 : الحجم المأخوذ من المحلول القياسي الأساسي.
C_2 : تركيز المحلول القياسي الجديد (المطلوب تحضيره).
V_2 : حجم المحلول القياسي الجديد.

أ - حضر عدة محاليل قياسية (١٠٠ ، ٢٠٠ ، ٣٠٠ ، ٤٠٠ ، ٥٠٠ ملجم/لتر) في دورق سعة ١٠٠ مل من المحلول القياسي الأساسي للصوديوم (١٠٠٠ ملجم/لتر) وذلك باستخدام نفس قانون التخفيف السابق:

$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$$

٢. الأدوات المستخدمة :

١. كؤوس زجاجية سعة ٢٥٠ مل و ٥٠ مل.
٢. مجرفة مصنوعة من الحديد الصلب عديم التبقع Stainless Steel.
٣. ماسك أدوات.
٤. ملعقة وزن.
٥. قمع ترشيح.
٦. دوارق قياسية سعة ١٠ مل.
٧. دوارق قياسية سعة ١٠٠ مل.
٨. دوارق مخروطية سعة ١٠٠ مل.
٩. دوارق قياسية سعة ١٠٠٠ مل.
١٠. ورق ترشيح مقوى مقاوم للأحماض ذو فتحة سعة ٢ ميكرومتر.
١١. قلم للترميز.
١٢. أكياس بلاستيكية.
١٣. عبوات بلاستيكية.
١٤. زجاجة ساعة.

٣. الأجهزة المستخدمة :

١. ميزان حساس.
٢. فرن تجفيف.
٣. حمام رملي.
٤. منخل مصنوع من الحديد الصلب عديم التبقع Stainless steel متعدد الفتحات 0.7-0.2 mm.
٥. جهاز الانبعاث الذري.

٤. السلامة :

١. البس قفازات مطاطية عند التعامل مع حمض النيتريك المركز داخل دولاب الغازات لأنه حارق وعند وقوعه على الجلد يجب غسله عدة مرات بالماء ثم غسله بمادة قلوية مخففة مثل كربونات الصوديوم ١٠٪.
٢. يجب فصل الأجهزة الكهربائية من المصدر حال الانتهاء منها.

٥. خطوات التجربة:

١. **جمع العينات:** انظر جمع العينات في تقدير الرقم الهيدروجيني.

٢. **التجفيف:** توضع العينة المجموعة في كأس زجاجي سعة ٢٥٠ مل مع وضع الرمز الخاص بالعينة على الكأس بالقلم الرصاص ثم توضع في فرن التجفيف عند درجة ١٠٥ ° م لمدة ٢٤ ساعة وذلك لتجفيف العينة من الماء ثم توضع في المجفف الزجاجي حتى تبرد.

٣. **النخل:** توضع العينة المجففة في أعلى المنخل المتعدد الفتحات ثم يشغل الجهاز ويضبط على السرعة المناسبة بحيث تنزل حبيبات التربة من الشبك الأعلى فتحة (0.7 mm) تدريجياً حتى تصل إلى الشبك الأصغر فتحة (0.2 mm) ثم تفرغ الصينية أسفل الشبك الأصغر داخل عبوة بلاستيكية وذلك للاحتفاظ بها ولعمل بقية الخطوات عليها.

٤. **الهضم:** يوزن بدقة ١ جرام من العينة المنخولة في كأس سعة ٥٠ مل ثم يضاف عليها بضع قطرات من الماء المقطر حتى لا تتطاير ثم يضاف ١٠ مل من حمض النيتريك المركز بحذر على كأس العينة ثم يوضع كأس العينة على حمام رملي عند درجة حرارة مابين ٨٠ - ٩٠°م ويغطى الكأس بزجاجة ساعة. استمر في التسخين حتى تمام عملية الهضم (حتى الوصول إلى حجم ٢ مل تقريباً).

٥. **الترشيح:** بعد عملية الهضم يضاف حوالي ٥ مل من الماء المقطر إلى كأس العينة ثم ترشح العينة باستخدام قمع ترشيح مناسب وورق ترشيح مقاس ٢ ميكرومتر ويجمع الرشيح داخل دورق قياسي سعة ١٠ مل.

٦. **التخفيف:** يكمل الدورق القياسي ذو سعة ١٠ مل حتى العلامة بالماء المقطر لإعداده للقياس.

٧. **القياس:** استخدم جهاز الانبعاث الذري لقياس المحاليل القياسية والعينات المجهولة للبوتاسيوم والصوديوم.

٨. **حساب التركيز:** يحسب تركيز العنصر في العينة بالميكروجرام/جرام(µg/g) عن طريق استخدام القانون التالي:

التركيز (µg/g) = التركيز (µg/ml) × معامل التخفيف (ml/g)

حيث إن:

التركيز (µg/ml) = التركيز بالـ ppm المقروء من الجهاز.

و يحسب معامل التخفيف Dilution factor كالآتي:

$$\text{معامل التخفيف (ml/g)} = \frac{\text{حجم دورق التخفيف}}{\text{وزن العينة بالجرام}} = \frac{١٠}{١} = ١٠ \text{ مل/جم}$$

امتحان ذاتي رقم (١)

أجب على الأسئلة التالي:

١. تقسم العناصر الموجودة في التربة والمغذية للنبات إلى قسمين رئيسيين اذكرهما ؟ مع ذكر أمثلة لكل قسم ؟

٢. ما هي الخطوات المعملية الأساسية المتبعة لقياس تركيز عنصر ما في عينة التربة ؟

٣. لماذا يتم نخل عينة التربة حتى 0.2 mm ؟

٤. ما فائدة عملية الهضم ؟

٥. لماذا يتم ترشيح العينة على ورق ترشيح صغير المسام يصل إلى 2 ميكرومتر؟

امتحان ذاتي رقم (2)

أجب على الأسئلة التالية:

اختر الإجابة الصحيحة فيما يلي:

١. يقاس الانبعاث بـ:

أ. µg.

ب. ليس له وحدة.

ج. g/l.

د. ppm.

٢. تعتبر جميع العناصر التالية سامة للنبات إذا وجدت في التربة بكميات كبيرة:

أ. الأوكسجين والبوتاسيوم.

ب. الكالسيوم والنحاس.

ج. الفسفور والحديد.

د. النحاس والزنك.

٣. كم تزن من مادة كلوريد البوتاسيوم KCl ذات الوزن الجزيئي 74.55 g/mole لكي تحضِّر محلول قياسي من البوتاسيوم تركيزه 250 ppm في دورق قياسي سعته 250 ml إذا علمت أن الوزن الذري للبوتاسيوم هو 39 g/mole:

أ. 0.5 g.

ب. 0.033 g.

ج. 0.12 g.

د. 0.0005 g.

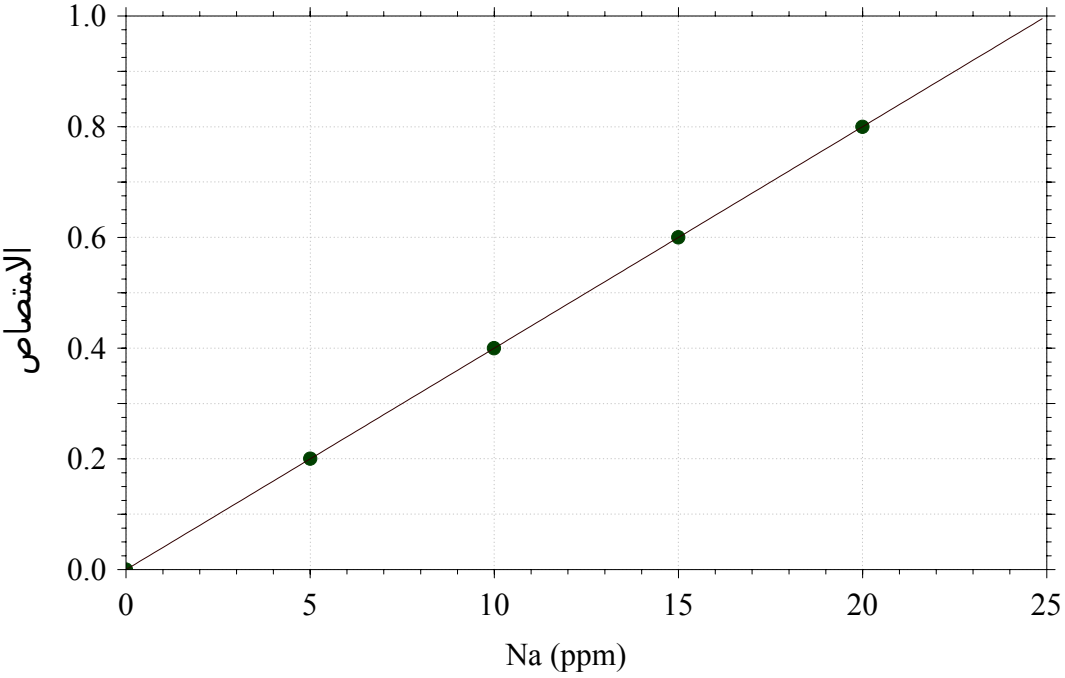
٤. أوجد تركيز العينة المجهولة المخففة من الصوديوم قبل التخفيف مستعيناً بالشكل (١) ، إذا علمت أن معامل التخفيف لها هو 5 وامتصاصها هو 0.5:

أ. 62.5 ppm.

ب. 12.5 ppm.

ج. 15 ppm.

د. 40 ppm.



الشكل (١): منحنى التدرج القياسي للصوديوم

٥. لديك عينة من التربة قِسْت امتصاص البوتاسيوم فيها فكان 0.4 ثم أردت أن تعيِّن تركيزها ولم يتوفر لديك سوى محلول قياسي واحد من البوتاسيوم تركيزه 1200 ppm والذي أوجدت امتصاصه بالتجربة فكان 0.5 فكم يكون تركيز العينة التي لديك:

أ. 1500 ppm.

ب. 240 ppm.

ج. 960 ppm.

د. 6000 ppm.

إجابة الامتحان الذاتي رقم (١)

١. أولاً: عناصر يحتاجها النبات بكميات كبيرة نسبياً مثل: الكربون والهيدروجين والأوكسجين والفسفور والبوتاسيوم والكالسيوم والمغنيسيوم والكبريت.

٢. ثانياً: عناصر يحتاجها النبات بكميات قليلة مثل: البورون والكلور والنحاس والحديد والمنجنيز والصوديوم والزنك.

٣. النخل ، التجفيف ، الهضم ، التخفيف ، القياس.

٤. حتى نحصل على حبيبات أكثر تجانساً وذات مساحة سطحية كبيرة وبالتالي يسهل تجفيفها.

٥. حتى يتم تفكيك مركبات العناصر إلى أشكال حرة أو أقل ترابطاً وبالتالي يسهل تذريرها بواسطة اللهب أثناء التحليل على الأجهزة.

٦. حتى يتم التخلص من غالبية الرواسب وذلك لحماية أجهزة التحليل من الانسداد.

إجابة الامتحان الذاتي رقم (2)

١. ب
٢. د
٣. ج
٤. أ
٥. ج

المراجع

عبده سعود المشهري، عبدالحليم الضماطي و محمود فهمي (١٤٠٤ هـ): التجارب العملية في أسس علم التربة. عمادة شؤون المكتبات، جامعة الملك سعود.

المحتويات

طرق جمع وتحليل عينات التربة

١ ـ الخلفية النظرية ٢٤
١ ـ ١ الطور الصلب ٢٤
١ ـ ٢ الطور السائل ٢٤
١ ـ ٣ الطور الغازي ٢٤
١ ـ ٣ ـ ١ عناصر يحتاجها النبات بكميات كبيرة نسبياً ٢٤
١ ـ ٣ ـ ٢ عناصر يحتاجها النبات بكميات قليلة ٢٥
التجربة رقم (١): تقدير الرقم الهيدروجيني
١ ـ المواد الكيميائية والمحاليل ٢٦
٢ ـ الأدوات و الأجهزة المستخدمة ٢٦
٣ ـ السلامة ٢٦
٤ ـ خطوات التجربة ٢٦
التجربة رقم (٢): تقدير التوصيلية والأملاح الذائبة الكلية
١ ـ المواد و الأجهزة المستخدمة ٢٧
٢ ـ السلامة ٢٧
٣ ـ خطوات التجربة ٢٧
التجربة رقم (٣): تقدير تركيز البوتاسيوم والصوديوم في التربة
١ ـ المواد الكيميائية والمحاليل ٢٨
٢ ـ الأدوات المستخدمة ٢٩
٣ ـ الأجهزة المستخدمة ٢٩
٤ ـ السلامة ٢٩
٥ ـ خطوات التجربة ٣٠
امتحان ذاتي رقم (١) ٣٢
امتحان ذاتي رقم (٢) ٣٣
إجابة الامتحان الذاتي رقم (١) ٣٥
إجابة الامتحان الذاتي رقم (٢) ٣٦
المراجع ٣٧

مهارات التحليل الكيميائي (عملي)

جمع و تحليل عينات غذائية

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

الجدارة:

أن يكون الطالب قادراً على جمع و تحليل عينات غذائية.

الأهداف:

بعد الانتهاء من هذه الوحدة التدريبية يكون الطالب قادرا على:

١. جمع عينات غذائية مثل الخضروات و الفواكه.
٢. تقدير البوتاسيوم و الحديد في الخضروات و الفواكه.
٣. تقدير الكالسيوم في الحليب.
٤. تقدير الكافيين في البيبسي كولا.

الوقت المتوقع:

٢٠ ساعة.

متطلبات الجدارة:

معرفة ما سبق دراسته في "جميع الحقائب السابقة".

١. الخلفية النظرية:

يعرف الغذاء بأنه كل ما يتناوله الإنسان ويدخل جسمه من مأكل ومشرب سواء كان ذلك عن طريق الفم أو بطرق أخرى. وتبرز أهمية الغذاء للإنسان لاحتوائه على مكوناته الكيميائية الستة وهي:

١. البروتينات.
٢. الكربوهيدرات.
٣. الدهون والزيوت.
٤. الفيتامينات.
٥. الأملاح والمعادن.
٦. الماء.

وسيكون اهتمامنا هنا منصبا على الأملاح المعدنية، حيث تصنف الأملاح المعدنية حسب كميتها في الجسم البشري إلى قسمين:

١. **العناصر المعدنية الكبرى الأساسية:** وتوجد بكميات كبيرة في الجسم وهي تضم كلاً من الكالسيوم والصوديوم والفسفور والبوتاسيوم والكبريت والكلور والمغنسيوم.
٢. **العناصر المعدنية الصغرى:** وتوجد بكميات قليلة في الجسم وهي تضم باقي الأملاح والمعادن الأخرى.

في هذه التجربة سيقوم الطالب بتهيئة المادة الغذائية (خضار أو فاكهة أو حليب) للتحليل بعد أن يقوم بعدة عمليات مثل: الجمع والتقطيع والتجفيف والحرق والهضم ، كل مادة حسب ما يناسبها من تهيئة، ثم في النهاية تكون المادة جاهزة للتحليل ويختار الطالب الجهاز المناسب لتحليل العنصر في المادة والمتوافق مع تركيزه فيها.

العناصر التي سوف يقوم الطالب بتحليلها في الخضار والفاكهة هي: البوتاسيوم والحديد. أما في الحليب فسيقوم الطالب بتحليل عنصر الكالسيوم وذلك لأهمية هذا العنصر في الحليب.

التجربة رقم (١): تقدير الحديد و البوتسيوم في الخضروات والفواكه

١. المواد الكيميائية والمحاليل:

١. حمض النيتريك المركز عالي النقاوة HNO_3 .
٢. ماء معاد تقطيره.
٣. كلوريد البوتاسيوم KCl.
٤. كلوريد الحديديك FeCl3.
٥. كلوريج الصوديوم NaCl.
٦. حضر محلول قياسي يحتوي على ١٠٠٠ ملجم/لتر من البوتاسيوم و ٠,١٪ من الصوديوم (يضاف ٠,١٪ من Na لمنع التداخلات الأيونية Ionization interferences).
٧. حضر محلول قياسي ١٠٠٠ ملجم/لتر من الحديد.
٨. حضر عدة محاليل قياسية (١٠٠ ، ٢٠٠ ، ٣٠٠ ، ٤٠٠ ، ٥٠٠ ملجم/لتر) في دورق سعة ١٠٠ مل من المحلول القياسي الأساسي للبوتاسيوم (١٠٠٠ ملجم/لتر) وذلك باستخدام قانون التخفيف المشروح سابقاً في تجربة التربة:

$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$$

٩. حضر عدة محاليل قياسية (٥ ، ١٠ ، ١٥ ، ٢٠ ، ٢٥ ملجم/لتر) في دورق سعة ١٠٠ مل من المحلول القياسي الأساسي للحديد (١٠٠٠ ملجم/لتر) وذلك باستخدام قانون التخفيف السابق:

$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$$

٢. الأدوات المستخدمة:

١. كؤوس زجاجية مصنوعة من مادة سيليكات البورون (Pyrex) سعة ٥٠ مل.
٢. مقص مصنوع من الحديد الصلب عديم التبقع Stainless Steel.
٣. ماسك أدوات.
٤. ملعقة وزن.
٥. قمع ترشيح.
٦. دوارق قياسية سعة ١٠ مل.
٧. دوارق قياسية سعة ١٠٠ مل.

٨. دوارق مخروطية سعة ١٠٠ مل.
٩. دوارق قياسية سعة ١٠٠٠ مل.
١٠. ورق ترشيح مقوى مقاوم للأحماض ذو فتحة سعة ٢ ميكرومتر.
١١. قلم للترميز.
١٢. أكياس ورقية.
١٣. عبوات بلاستيكية.
١٤. سكين للقطع.
١٥. كأس سعة ٢٥٠ مل.
١٦. زجاجة ساعة.

٣. الأجهزة المستخدمة:

١. ميزان حساس.
٢. فرن تجفيف.
٣. فرن حرق.
٤. حمام رملي.
٥. طاحونة من الحديد الصلب عديم التبقع.
٦. مجفف زجاجي.
٧. خلاط كهربائي.
٨. جهاز الانبعاث الذري.
٩. جهاز الامتصاص الذري.

٤. السلامة:

١. البس قفازات مطاطية عند التعامل مع حمض النيتريك المركز داخل دولاب الغازات لأنه حارق وعند وقوعه على الجلد يجب غسله عدة مرات بالماء ثم غسله بمادة قلوية مخففة مثل كربونات الصوديوم ١٠٪.
٢. يجب فصل الأجهزة الكهربائية من المصدر حال الانتهاء منها.

٥. خطوات التجربة:

١. **جمع العينات:** يتم جمع العينات (فاكهة أو خضار) من الموقع المطلوب دراسته (مزرعة أو غيرها) بحيث تغطي العينات جميع مساحة المزرعة - إذا كان المطلوب تحليل أكثر من عينة - ثم توضع العينات في أكياس ورقية وتعطى رمزاً بقلم واضح ويسجل مكان العينة وتاريخ أخذها.

٢. **التقطيع:** تغسل العينات بالماء ثم يزال ما عليها من شوائب ثم تقطع الخضار إلى قطع صغيرة بمقص من الحديد الصلب عديم التبقع. أما الفواكه فتقطع بسكين مناسبة أو عن طريق الخلاط الكهربائي.

٣. **التجفيف:** توضع العينة المقطعة في كأس زجاجي سعة ٢٥٠ مل مع وضع الرمز الخاص بالعينة على الكأس بالقلم الرصاص ثم توضع في فرن التجفيف عند درجة ١٠٥ ° م لمدة ٢٤ ساعة وذلك لتجفيف العينة من الماء ولكي يسهل طحنها ثم توضع في المجفف الزجاجي حتى تبرد.

٤. **الطحن:** تطحن العينة المجففة في طاحونة مصنوعة من الحديد الصلب عديم التبقع حتى تصبح العينة ناعمة ومتجانسة ثم توضع في عبوات بلاستيكية بعد ترميزها بالرمز الخاص بكل عينة.

٥. **الحرق:** يوزن بدقة ١ جرام من العينة المطحونة على ميزان حساس ويوضع في كأس سعة ٥٠ مل مصنوع من مادة سيليكات البورون (Pyrex) المقاومة للحرارة نسبياً ويوضع عليه رمز العينة بقلم الرصاص ثم يوضع في فرن الحرق عند درجة ٤٣٠°م لمدة ٢٤ ساعة وذلك لكي يتم التخلص من المركبات العضوية داخل العينة.

٦. **الهضم:** بعد عملية الحرق يضاف بضع قطرات من الماء المقطر على رماد العينة حتى لا تتطاير ثم يضاف ١٠ مل من حمض النيتريك المركز بحذر على كأس العينة ثم يوضع كأس العينة على حمام رملي عند درجة حرارة مابين ٨٠ - ٩٠°م ويغطى الكأس بزجاجة ساعة. استمر في التسخين حتى تمام عملية الهضم (حتى الوصول إلى حجم ٢ مل تقريباً).

٧. **الترشيح:** بعد عملية الهضم يضاف حوالي ٥ مل من الماء المقطر إلى كأس العينة ثم ترشح العينة باستخدام قمع ترشيح مناسب وورق ترشيح مقاس ٢ ميكرومتر ويجمع الرشيح داخل دورق قياسي سعة ١٠ مل.

٨. **التخفيف:** يكمل الدورق القياسي ذو سعة ١٠ مل حتى العلامة بالماء المقطر وبهذا تكون العينة جاهزة للقياس.

٩. **القياس:** استخدم جهاز الانبعاث الذري لقياس المحاليل القياسية والعينات المجهولة للبوتاسيوم واستخدم جهاز الامتصاص الذري لقياس المحاليل القياسية والعينات المجهولة للحديد.

١٠. **حساب التركيز:** يحسب تركيز العنصر في العينة بالميكروجرام/جرام(µg/g) عن طريق استخدام القانون التالي:

التركيز (µg/g) = التركيز (µg/ml) × معامل التخفيف (ml/g)

حيث إن:

التركيز (µg/ml) = التركيز بالـ ppm المأخوذ من الجهاز.

معامل التخفيف (ml/g) = حجم دورق التخفيف / وزن العينة بالجرام = ١٠ / ١ = ١٠ مل/جم

التجربة رقم (٢): تقدير الكالسيوم في الحليب

١. المواد الكيميائية والمحاليل:

١. ثلاثي كلوريد حمض الخل Trichloroacetic acid (٢٤٪).
٢. كلوريد اللانثانيوم LaCl3 (١٪).
٣. كلوريد الكالسيوم CaCl2.
٤. ماء معاد تقطيره.
٥. حضر محلول قياسي ١٠٠٠ملجم/لتر من الكالسيوم وذلك بإذابة ٢,٧٦٩ من كلوريد الكالسيوم في ماء مقطر وخففه إلى ١ لتر.
٦. حضر عدة محاليل قياسية (٥ ، ١٠ ، ١٥ ، ٢٠ ، ٢٥ ملجم/لتر) في دورق سعة ١٠٠ مل من المحلول القياسي الأساسي للكالسيوم (١٠٠٠ ملجم/لتر) وذلك باستخدام قانون التخفيف المشروح مسبقاً في تجربة التربة:

$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$$

٢. الأدوات المستخدمة:

١. دوارق قياسية سعة ٥٠ مل.
٢. دورق مخروطي سعة ١٠٠ مل.
٣. قمع ترشيح.
٤. ورق ترشيح مناسب.
٥. ماصة سعة ١٠ مل.
٦. دورق قياسي سعة ١٠٠٠ مل.
٧. دوارق قياسية سعة ١٠٠ مل.

٣. الأجهزة المستخدمة:

١. ميزان حساس.
٢. جهاز الامتصاص الذري.

٤. السلامة :

١. البس قفازات مطاطية عند التعامل مع ثلاثي حمض الخل داخل دولاب الغازات لأنه مادة حارقة وعند وقوعه على الجلد يجب غسله عدة مرات بالماء ثم غسله بمادة قلوية مخففة مثل كربونات الصوديوم ١٠٪.

٢. يجب فصل الأجهزة الكهربائية من المصدر حال الانتهاء منها.

٥. خطوات التجربة :

١. **الترسيب:** ضع ٥ مل من الحليب السائل في دورق سعته ٥٠ مل ثم أضف عليه ٢٥ مل من ثلاثي حمض الخل ٢٤٪. خفف حتى العلامة بالماء المقطر ثم رج المحلول كل ٥ دقائق لمدة نصف ساعة.

٢. **الترشيح:** رشح المحلول السابق في دورق مخروطي سعة ١٠٠ مل باستخدام قمع وورق ترشيح مناسب.

٣. **التخفيف:** خذ ٥ مل من الرشيح باستخدام الماصة وضعها في دورق قياسي سعته ٥٠ مل ثم أضف عليها ١ مل من محلول كلوريد اللانثانيوم ١٪ ثم خفف المحلول بالماء المقطر حتى العلامة وبهذا تكون العينة جاهزة للقياس.

٤. **القياس:** استخدم جهاز الامتصاص الذري لقياس المحاليل القياسية والعينة المجهولة.

٥. **حساب التركيز:** يحسب تركيز الكالسيوم في الحليب عن طريق استخدام القانون التالي:

التركيز (µg/ml) = التركيز بالـ p.p.m من الجهاز × معامل التخفيف (ml/ml)

$$\text{معامل التخفيف (ml/ml)} = \frac{\text{٣٠مل}}{\text{٥مل}} \times \frac{\text{٥٠مل}}{\text{٥مل}}$$

معامل التخفيف = ٦٠

التجربة رقم (٣): تقدير الكافيين في البيبسي كولا باستخدام الطيف الفوق بنفسجي

١. الخلفية النظرية:

تضاف كثير من المواد الكيميائية للمواد الغذائية لحفظها وإدخال تحسينات لنكهتها ونوعيتها ، ومن هذه المواد المضافة مادة الكافيين التي توجد في جوز شجرة الكولا ، وهي شجرة يستفاد من جوزها في إعداد بعض المشروبات ، وهي مادة مخدرة لذا لابد من تقدير تركيز مادة الكافيين في تلك المشروبات ، والتركيز المسموح به لهذه المادة في المشروبات هو: (٢٠٠ ملجم/لتر) ، ويستخلص الكافيين في وسط قاعدي باستخدام مذيب الكلوروفورم ، ويقاس امتصاص هذه المادة باستخدام جهاز الطيف للأشعة الفوق بنفسجية عند الطول الموجي ٢٧٦,٥ نانومتر.

٢. المواد الكيميائية والمحاليل:

١. كلوروفورم ($CHCl_3$).
٢. حمض الفوسفوريك (H3PO4) ١٥٪.
٣. محلول هيدروكسيد الصوديوم (NaOH) ٢٥٪.
٤. برمنجنات البوتاسيوم (KMnO4) ١,٥٪.
٥. محلول مختزل: وهو عبارة عن ٥ جم من كبريتات الصوديوم (Na2SO4) و ٥ جم من ثيوسيانات البوتاسيوم (KSCN) مذابة في ١٠٠ مل من الماء المقطر.
٦. كافيين نقي (C8H10NaO2).
٧. محلول قياسي من الكافيين النقي تركيزه ١٠٠ ملجم/لتر، ويتم ذلك بإذابة ٠,٠٠٥ جم من الكافيين النقي في ٥٠ مل من الكلوروفورم في دورق قياسي سعة ٥٠ مل.
٨. حضِّر عدة محاليل قياسية (٢,٥ ، ٥ ، ٧,٥ ، ١٠ ، ١٢,٥ ملجم/لتر) من المحلول القياسي الأساسي للكافيين (١٠٠ ملجم/لتر) في دوارق سعة ٢٥ مل مستخدماً قانون التخفيف المشروح سابقاً في تجربة التربة:

$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$$

٣. الأدوات المستخدمة:

١. ميزان حساس.
٢. ملعقة وزن نظيفة.
٣. دورق قياسي سعة ٥٠ مل.
٤. دوارق قياسية سعة ٢٥ مل.

٥. ماصة سعة ١٠ مل.
٦. قمع فصل.
٧. قمع ترشيح.
٨. ورق ترشيح مناسب.
٩. كأس سعة ٢٥٠ مل.

٤. الأجهزة المستخدمة :

جهاز الطيف الفوق بنفسجي.

٥. السلامة :

١. مادة الكلوروفورم ماد سامة ومتطايرة يجب أن يكون التعامل معها بحذر وفي دولاب الغازات مع لبس القفازات.
٢. مادة ثيوسيانات البوتاسيوم ومادة برمنجنات البوتاسيوم مواد سامة يجب ألا تصل إلى الفم ويجب لبس القفازات عند التعامل معها.
٣. مادة حمض الفوسفوريك ومادة هيدروكسيد الصوديوم مواد حارقة يجب الحرص عند التعامل معها بلبس القفازات ومراعاة عدم مساسها للجسم وإن وقعت على الجسم يجب غسلها عدة مرات بالماء.

٦. خطوات التجربة :

ضع ٢٠ مل من عينة البيبسي في كأس سعة ٢٥٠ مل ثم رجَّ المحلول حتى يتم التخلص من جميع ثاني أكسيد الكربون الموجود في العينة.

خذ ١٠ مل بالماصة من محلول عينة البيبسي وضعها في قمع الفصل ثم أضف عليها ٥ مل من محلول برمنجات البوتاسيوم ١,٥٪ ثم رجَّ الخليط لمدة ٥ دقائق.

أضف بعد ذلك ١٠ مل من المحلول المختزل (محلول كبريتات الصوديوم مع ثيوسيانات البوتاسيوم) إلى الخليط في القمع ، ثم أضف عليها ١ مل من حمض الفوسفوريك ١٥٪ و ١ مل من محلول هيدروكسيد الصوديوم ثم رجَّ الخليط.

أضف ٢٥ مل من الكلوروفورم إلى الخليط في قمع الفصل لاستخلاص الكافيين ، ثم رجَّ الخليط لعدة دقائق ، ثم صبَّ طبقة الكلوروفورم في دورق قياسي سعة ٥٠ مل من خلال ورقة ترشيح مناسبة.

أعد الاستخلاص على ما تبقى من الخليط في القمع وذلك بإضافة ١٥ مل من الكلوروفورم،ثم صبَّ طبقة الكلوروفورم من خلال ورقة الترشيح إلى ناتج الاستخلاص الأول في الدورق القياسي سعة ٥٠ مل،ثم

اغسل ورقة الترشيح بـ ٥ مل من الكلوروفورم وصبَّها في الدورق القياسي،ثم أكمل الدورق حتى العلامة بالكلوروفورم.

قس امتصاص المحاليل القياسية ، ثم امتصاص العينة بجهاز الطيف فوق البنفسجي عند طول الموجة ٢٧٦,٥ نانومتر ، ثم احسب تركيز الكافيين في العينة من منحنى التدريج القياسي.

حساب التركيز: يحسب تركيز الكافيين في البيبسي كولا عن طريق استخدام القانون التالي:

التركيز (µg/ml) = التركيز بالـ p.p.m من الجهاز × معامل التخفيف (ml/ml)

$$\text{معامل التخفيف (ml/ml)} = \frac{\text{٥٠مل}}{\text{١٠مل}}$$

معامل التخفيف = ٥

امتحان ذاتي رقم (١)

أجب على الأسئلة التالية:

١. اذكر مكونات الغذاء الكيميائية ؟
٢. لماذا تبرز أهمية تحليل الكالسيوم في الحليب ؟
٣. ما هي فائدة الحرق ؟
٤. لماذا يتم تقطيع النبات إلى قطع صغيرة جداً ؟
٥. ما هو الحد المسموح به للكافين في المشروبات الغازية ؟

امتحان ذاتي رقم (2)

أجب على الأسئلة التالية:

اختر الإجابة الصحيحة فيما يلي:

١. الخطوات المعملية الأساسية المتبعة لقياس تركيز البوتاسيوم في النبات بعد التقطيع هي على الترتيب:

أ. الطحن ، التجفيف ، الحرق ، الهضم ، القياس.

ب. التجفيف ، الحرق ، الطحن ، الهضم ، القياس.

ج. التجفيف ، الطحن ، الحرق ، الهضم ، القياس.

د. الطحن ، التجفيف ، الهضم ، الحرق ، القياس.

٢. في تجربة النبات تم:

أ. حرق العينة عند درجة 430ºC وتم الهضم بـ 10 ml من حمض النتريك المركز ورُشِّحت في دورق سعة 10 ml.

ب. حرق العينة عند درجة 430ºC وتم الهضم بـ 10 ml من حمض النتريك المركز ورُشِّحت في دورق سعة 100 ml.

ج. حرق العينة عند درجة 530ºC وتم الهضم بـ 10 ml من حمض النتريك المركز ورُشِّحت في دورق سعة 10 ml.

د. حرق العينة عند درجة 430ºC وتم الهضم بـ 20 ml من حمض النتريك المركز ورُشِّحت في دورق سعة 10 ml.

٣. كم تزن من مادة كلوريد الكالسيوم CaCl2 ذات الوزن الجزيئي 110.99 g/mole لكي تحضِّر محلول قياسي من الكالسيوم تركيزه 0.5 M (مولار) في دورق قياسي سعته 1000 ml:

أ. 4.5 g.

ب. 0.055 g.

ج. 221.98 g.

د. 55.495 g.

٤. لديك محلول قياسي من الحديد تركيزه 150 p.p.m طُلِب منك أن تحضِّر منه محلول قياسي آخر تركيزه 15 p.p.m في دورق قياسي سعته 50 ml فكم يكون الحجم المأخوذ منه:

أ. 5 ml.
ب. 500 ml.
ج. 45 ml.
د. 0.2 ml.

٥. قمت بتحليل 2 جرام من النبات في محلول مخفف حجمه 25 ml فكان تركيز العينة المقروء من الجهاز هو 120 µg/ml ، احسب تركيز العينة بالـ µg/g :
أ. 9.6 µg/g.
ب. 1500 µg/g.
ج. 6000 µg/g.
د. 2.4 µg/g.

إجابة الامتحان الذاتي رقم (١)

١. أ. البروتينات ، ب. الكربوهيدرات ، ج. الدهون والزيوت ، د. الفيتامينات ، هـ. الأملاح والمعادن ، و. الماء.
٢. لأنه مهم لنمو الأطفال ولبناء العظام.
٣. للتخلص من المركبات العضوية في العينة.
٤. لكي تكبر مساحة سطح العينة وبالتالي يسهل تجفيفها.
٥. 200 mg/l (ppm).

إجابة الامتحان الذاتي رقم (2)

١. ج
٢. أ
٣. د
٤. أ
٥. ب

المراجع

علي المنيع، خالد الحمود، محمد العتي و محمد سراج (١٤٢٣ هـ): دراسة محتوى العناصر في بعض الخضار من مدينة الرياض و منطقة القصيم، مشروع تخرج بكالوريوس، الكلية التقنية بالرياض، قسم التقنية الكيميائية.

المحتويات

جمع و تحليل عينات غذائية

١ ـ الخلفية النظرية ٤٠
التجربة رقم (١): تقدير الحديد و البوتسيوم في الخضروات والفواكه
١ ـ المواد الكيميائية والمحاليل ٤١
٢ ـ الأدوات المستخدمة ٤١
٣ ـ الأجهزة المستخدمة ٤٢
٤ ـ السلامة ٤٢
٥ ـ خطوات التجربة ٤٣
التجربة رقم (٢): تقدير الكالسيوم في الحليب
١ ـ المواد الكيميائية والمحاليل ٤٥
٢ ـ الأدوات المستخدمة ٤٥
٣ ـ الأجهزة المستخدمة ٤٥
٤ ـ السلامة ٤٦
٥ ـ خطوات التجربة ٤٦
التجربة رقم (٣): تقدير الكافيين في البيبسي كولا
١ ـ الخلفية النظرية ٤٧
٢ ـ المواد الكيميائية والمحاليل ٤٧
٣ ـ الأدوات المستخدمة ٤٧
٤ ـ الأجهزة المستخدمة ٤٨
٥ ـ السلامة ٤٨
٦ ـ خطوات التجربة ٤٨
امتحان ذاتي رقم (١) ٥٠
امتحان ذاتي رقم (٢) ٥١
إجابة الامتحان الذاتي رقم (١) ٥٣
إجابة الامتحان الذاتي رقم (٢) ٥٤
المراجع ٥٥

مهارات التحليل الكيميائي (عملي)

جمع و تحليل عينات بيئية

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

الجدارة:

أن يكون الطالب قادراً على جمع و تحليل عينات بيئية.

الأهداف:

بعد الانتهاء من هذه الوحدة التدريبية يكون الطالب قادرا على:

١. جمع عينات بيئية.
٢. تقدير العناصر الثقيلة.

الوقت المتوقع:

١٢ ساعة.

متطلبات الجدارة:

معرفة ما سبق دراسته في "جميع الحقائب السابقة".

جمع وتحليل بعض العناصر الثقيلة في بيئة مدينة الرياض

١. الخلفية النظرية:

يلعب الغلاف الجوي عدة أدوار بارزة ومهمة لحياة الكائنات الحية نباتية كانت أو حيوانية أو بشرية وأي تغيير في تركيبه لا شك أنه سينعكس على الحياة التي تعيشها هذه الكائنات الحية وفيما يلي بعض الأدوار لهذا الغلاف:

١. مصدر حماية للكائنات الحية من المؤثرات الضارة في الفضاء الخارجي وذلك من خلال امتصاصه للأشعة الكونية وأشعة الشمس الإلكترومغناطيسية الأقصر من 300 nm الضارة بالكائنات الحية.
٢. يعتبر الغلاف الجوي المصدر الرئيسي لغاز ثاني أكسيد الكربون الذي يستهلكه النبات في عملية التمثيل الضوئي وهو أيضاً مصدر لأوكسجين التنفس والنيتروجين المستخدم في الصناعات المختلفة.
٣. يعتبر وسيلة لنقل الماء من المحيطات إلى اليابسة من خلال التبخير ومن ثم تكثيف الماء وتحويله إلى مطر بإذن الله.
٤. الغلاف الجوي ضروري للحفاظ على التوازن الحراري للأرض حيث يمتص الأشعة تحت الحمراء سواء المنبعثة من الشمس أو تلك المرتدة من الأرض فهو يعمل كمثبت للحرارة على الأرض.

ولكن الهواء الذي يتركب منه الغلاف الجوي عرضة للتلوث وبشكل مستمر في هذه الحياة وهناك عدة مصادر لتلوث الهواء منها:

١. **المصادر الطبيعية:** مثل الانبعاثات الناتجة عن شدة أشعة الشمس خاصة في فصل الصيف والغبار والشوائب الدقيقة الناجمة عن الرياح والعواصف، والغازات المنبعثة من البراكين وحبوب اللقاح والميكروبات المختلفة المنتشرة في الهواء والإشعاعات المنطلقة من التربة.
٢. **المصادر الإنسانية:** وتشمل المنشآت الصناعية المختلفة مثل محطات توليد الطاقة الكهربائية ، ومنشآت صناعة النفط والغاز الطبيعي ، ومصانع الأسمنت والسماد والأصباغ والمعادن ، ومحطات معالجة مياه الصرف الصحي ، ووسائل النقل المختلفة مثل السيارات والمركبات والطائرات والسفن وغيرها.

٢. المواد الكيميائية والمحاليل:

١ - حمض نيتريك مركز عالي النقاوة HNO_3.

٢ - ماء معاد تقطيره.

٣ - نترات الرصاص $Pb\ (NO_3)_2$.

٤ - نترات الكاديوم $Cd\ (NO_3)_2.\ 4H_2O$.

٥ - حضر محلول قياسي ١٠٠٠ ملجم/لتر من الرصاص وذلك بإذابة ١,٥٩٨ جم من نترات الرصاص في ماء مقطر وخففه إلى ١ لتر.

٦ - حضر محلول قياسي ١٠٠٠ ملجم/لتر من الكاديوم وذلك بإذابة ٢,٧٤٤ جم من نترات الكاديوم في ماء مقطر وخففه إلى ١ لتر.

٧ - حضر عدة محاليل قياسية (٥ ، ١٠ ، ١٥ ، ٢٠ ، ٢٥ ملجم/لتر) في دورق سعة ١٠٠ مل من المحلول القياسي الأساسي للرصاص (١٠٠٠ ملجم/لتر) وذلك باستخدام قانون التخفيف المشروح مسبقاً في تجربة التربة:

$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$$

٨ - حضر عدة محاليل قياسية (٥ ، ١٠ ، ١٥ ، ٢٠ ، ٢٥ ملجم/لتر) في دورق سعة ١٠٠ مل من المحلول القياسي الأساسي للكاديوم (١٠٠٠ ملجم/لتر) وذلك باستخدام قانون التخفيف المشروح مسبقاً في تجربة التربة:

$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$$

٣. الأدوات المستخدمة:

١. كؤوس زجاجية مصنوعة من مادة سيليكات البورون (Pyrex) سعة ٥٠ مل.

٢. مقص مصنوع من الحديد الصلب عديم التبقع Stainless Steel.

٣. مجرفة مصنوعة من الحديد الصلب عديم التبقع Stainless Steel.

٤. ماسك أدوات.

٥. ملعقة وزن.

٦. قمع ترشيح.

٧. دوارق قياسية سعة ١٠ مل.

٨. دوارق قياسية سعة ١٠٠ مل.
٩. دوارق مخروطية سعة ١٠٠ مل.
١٠. دوارق قياسية سعة ١٠٠٠ مل.
١١. ورق ترشيح مقوى مقاوم للأحماض ذو فتحة سعة ٢ ميكرومتر.
١٢. قلم للترميز.
١٣. أكياس ورقية وبلاستيكية.
١٤. عبوات بلاستيكية.
١٥. سكين للقطع.
١٦. كأس سعة ٢٥٠ مل.
١٧. زجاجة ساعة.

٤. الأجهزة المستخدمة:

١. ميزان حساس.
٢. فرن تجفيف.
٣. فرن حرق.
٤. حمام رملي.
٥. طاحونة من الحديد الصلب عديم التبقع.
٦. منخل مصنوع من الحديد الصلب عديم التبقع Stainless steel متعدد الفتحات (0.7 - 0.2 mm).
٧. مجفف زجاجي.
٨. خلاط كهربائي.
٩. جهاز الامتصاص الذري.

٥. السلامة:

١. البس قفازات مطاطية عند التعامل مع حمض النيتريك المركز داخل دولاب الغازات لأنه حارق وعند وقوعه على الجلد يجب غسله عدة مرات بالماء ثم غسله بمادة قلوية مخففة مثل كربونات الصوديوم ١٠٪.
٢. مادة نترات الرصاص ومادة نترات الكاديوم مواد سامة يجب عدم وصولها إلى الفم أو الأجزاء الحساسة من الجسم ويجب لبس القفازات عند التعامل معها.

٣. يجب فصل الأجهزة الكهربائية من المصدر حال الانتهاء منها.

٦. خطوات التجربة:

١. **جمع العينات:** يتم جمع العينات المطلوب دراستها على حسب نوع العينة، فإن كانت العينة تربة أو نبات فيتم جمعها وتحليلها بنفس الطرق التي أوضحناها سابقاً في تجربتي تحليل التربة، والخضار والفواكه فلتراجع. أما إذا كانت العينة هي عينة هواء فيمكن جمعها من المكان قيد الدراسة لتحليل الجسيمات الصغيرة الملوثة للهواء فيها عن طريق فصل هذه الجسيمات بالاصطدام الفجائي بسطح مستوٍ أو بالترسيب بالحرارة أو باستخدام مرشحات ورقية أو زجاجية وهذا النوع الأخير هو ما سنطبقه في هذه التجربة، ثم تعطى العينات المجموعة رموزاً خاصة ويسجّل المكان والتاريخ.

٢. **تهيئة العينة:** توزن ورقة الترشيح المناسبة لحجم جسيمات العينة المراد جمعها على ميزان حساس وذلك قبل عملية الجمع وورقة أخرى مشابهة لا تجمع عليها العينة. بعد الوزن تتم عملية جمع العينة كما أوضحنا سابقاً على الورقة الأولى فقط ثم توزن مرة أخرى لمعرفة وزن العينة المجموعة وذلك يتضح بالمعادلة التالية:

وزن العينة = وزن ورقة الترشيح مع العينة – ورقة الترشيح فارغة

٣. **الحرق:** توضع ورقة العينة والورقة المشابهة في كأسين زجاجيين سعتهما ٥٠ مل مصنوعين من مادة سليكات البورون (Pyrex) المقاومة للحرارة نسبياً ثم يوضع عليهما رمز العينة ثم يوضعان في فرن الحرق عند ٤٣٠ °م لمدة ٢٤ ساعة وذلك لكي يتم التخلص من المركبات العضوية الموجودة في أوراق الترشيح.

٤. **الهضم:** بعد عملية الحرق يضاف بضع قطرات من الماء المقطر على رماد العينة ورماد ورقة الترشيح المشابهة حتى لا يتطايران ثم يضاف ٥ مل من حمض النيتريك المركز بحذر على كل كأس ثم يوضع الكأسان على حمام رملي عند درجة حرارة مابين ٨٠ - ٩٠°م ويغطيان بزجاجات ساعة. استمر في التسخين حتى تمام عملية الهضم (حتى الوصول إلى حجم ٢ مل تقريباً).

٥. **الترشيح:** بعد عملية الهضم يضاف حوالي ٢ مل من الماء المقطر إلى كأس العينة ثم ترشح العينة باستخدام قمع ترشيح مناسب وورق ترشيح مقاس ٢ ميكرومتر ويجمع الرشيح داخل دورق قياسي سعة ٥ مل.

٦. **التخفيف:** يكمل الدورق القياسي ذو سعة ٥ مل حتى العلامة بالماء المقطر وبهذا تكون العينة جاهزة للقياس.

٧. **القياس:** استخدم جهاز الامتصاص الذري لقياس المحاليل القياسية والعينات المجهولة للرصاص والكاديوم.

٨. **حساب التركيز:** يحسب تركيز العنصر في العينة بالنانوجرام/جرام(ng/g) عن طريق استخدام القانون التالي:

التركيز (ng/g) = التركيز (ng/ml) × معامل التخفيف (ml/g)

حيث إن:

التركيز (ng/ml) = التركيز بالـ p.p.b المأخوذ من الجهاز.

$$\text{معامل التخفيف (ml/g)} = \frac{\text{حجم دورق التخفيف}}{\text{وزن العينة بالجرام}} = \frac{٥}{\text{وزن العينة بالجرام}}$$

التركيز النهائي للعينة (ng/g) = تركيز محلول العينة بورقة الترشيح – تركيز محلول ورقة الترشيح

امتحان ذاتي رقم (1)

أجب عن الأسئلة التالية:

١. ما أهمية الغلاف الجوي للكائنات الحية ؟

٢. ما هي مصادر تلوث الهواء ؟

٣. لماذا يستخدم في الحرق كأس زجاجي مصنوع من البايركس ؟

٤. اذكر الطرق التي يتم بها جمع الجسيمات الملوثة للهواء ؟

٥. لماذا يتم الترشيح في هذه التجربة في دوارق قياسية سعة 5 ml ؟

امتحان ذاتي رقم (2)

اختر الإجابة الصحيحة فيما يلي:

١. الأشعة الإلكترومغناطيسية الضارة بالكائنات الحية هي أقصر من:

أ. 3000 nm.

ب. 300 nm.

ج. 130 nm.

د. 30 nm.

٢. من الأمثلة على مصادر تلوث الهواء الطبيعية:

أ. غازات البراكين ومحطات الصرف الصحي.

ب. العواصف ومحطات توليد الطاقة.

ج. الغبار ومنشآت النفط.

د. غازات البراكين وحبوب اللقاح.

٣. من أهم العناصر السامة والملوثة للهواء في المدن عنصر:

أ. الرصاص.

ب. الحديد.

ج. النحاس.

د. القصدير.

٤. هناك عناصر ثقيلة وسامة مثل:

أ. الرصاص والصوديوم والكالسيوم.

ب. الزئبق والكاديوم والكروم.

ج. الزئبق والكاديوم والبوتاسيوم.

د. الكروم والرصاص والمغنيسيوم.

٥. أفضل جهاز لقياس المحاليل المخففة بالـ ppb هو جهاز:

أ. الامتصاص الذري ذو الفرن الكهربائي.

ب. الامتصاص الذري اللهبي.

ج. الانبعاث الذري.

د. الأشعة المرئية والفوق بنفسجية.

إجابة الامتحان الذاتي رقم (١)

١. أ. مصدر حماية للكائنات الحية من الأشعة الكونية.

ب. مصدر رئيسي لغاز ثاني أكسيد الكربون المهم للنبات وغاز الأوكسجين المهم للتنفس.

ج. وسيلة لنقل الماء من المحيطات إلى اليابسة بإذن الله.

د. يلعب دوراً كبيراً في الحفاظ على التوازن الحراري للأرض.

٢. (i): مصادر طبيعية.

(ii): مصادر إنسانية.

٣. لأنه يتحمل درجات حرارة عالية نسبياً.

٤. أ. فصل الجسيمات عن طريق الاصطدام الفجائي بسطح مستو.

ب. الترسيب بالحرارة.

ج. استخدام مرشحات ورقية أو زجاجية.

٥. لأننا نتوقع أن تكون التراكيز للعينات مخففة.

إجابة الامتحان الذاتي رقم (2)

١. ب
٢. د
٣. أ
٤. ب
٥. أ

المراجع

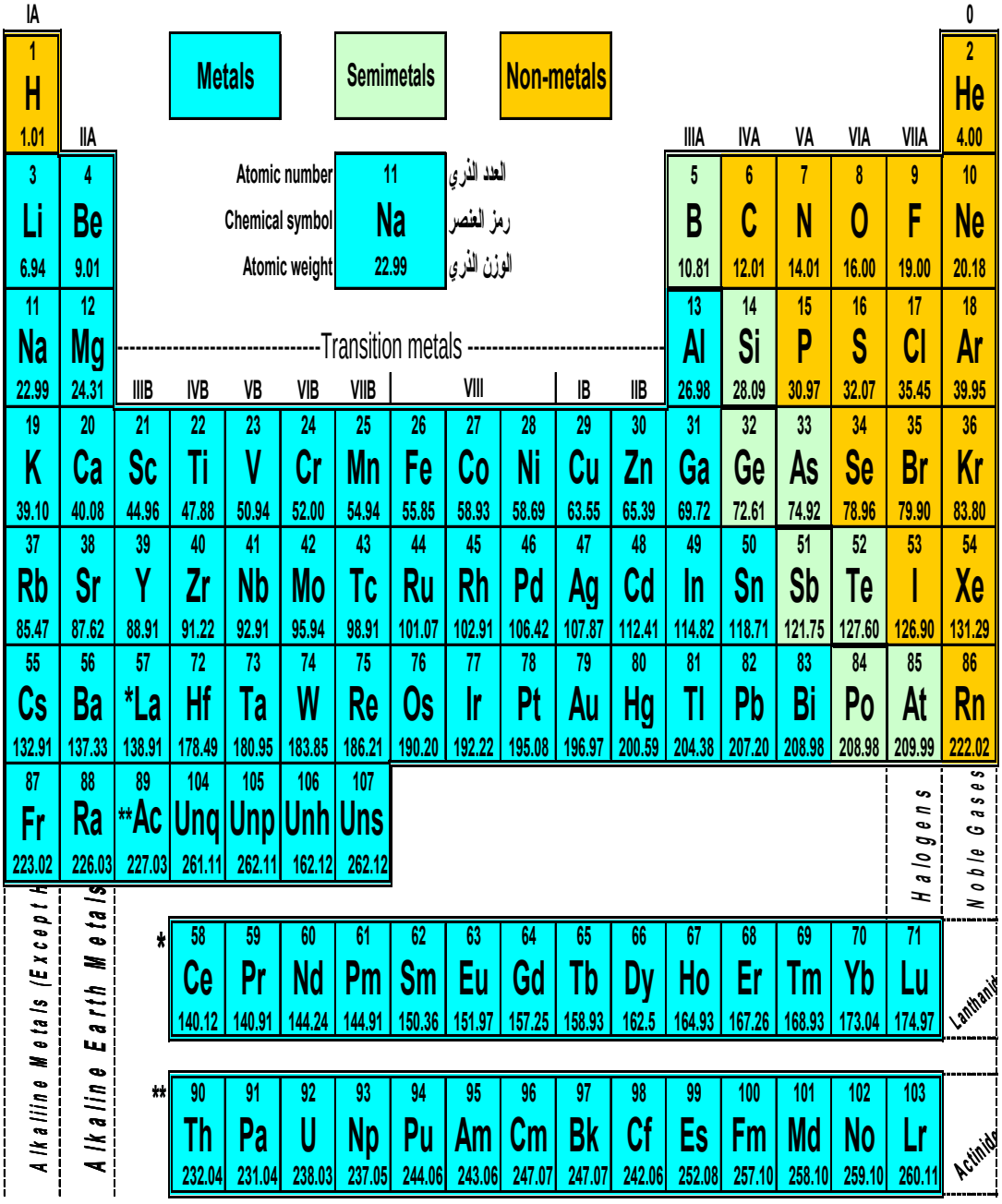
فهد عبدالرحمن السكران، فواز عبدالله الفواز و أحمد جهاد الزهراني (١٤١٩ هـ): تحليل المياه المعالجة لمحطة الصرف الصحي لمدينة الرياض، تقرير مشروع تخرج دبلوم، الكلية التقنية بالرياض، قسم التقنية الكيميائية.

المحتويات

جمع وتحليل بعض العناصر الثقيلة في بيئة مدينة الرياض

١ ـ الخلفية النظرية ٥٨
٢ ـ المواد الكيميائية والمحاليل ٥٩
٣ ـ الأدوات المستخدمة ٥٩
٤ ـ الأجهزة المستخدمة ٦٠
٥ ـ السلامة ٦٠
٦ ـ خطوات التجربة ٦١
امتحان ذاتي رقم (١) ٦٣
امتحان ذاتي رقم (٢) ٦٤
إجابة الامتحان الذاتي رقم (١) ٦٦
إجابة الامتحان الذاتي رقم (٢) ٦٧
المراجع ٦٨

الجـدول الـدوري للـعنـاصر الكيميـائـيـة
THE MODERN PERIODIC TABLE OF ELEMENTS



الفلزات القلوية : Alkaline metals - الفلزات القلوية الأرضية : Alkaline earth metals - الفلزات الانتقالية : Transition metals - الغازات الخاملة : Noble gases - الهالوجينات : Halogens
الفلزات : Metals - الشبه الفلزات : Metalloids or semimetals - اللافلزات : Non-metals

المراجع

١. فهد عبدالرحمن السكران، فواز عبدالله الفواز و أحمد جهاد الزهراني (١٤١٩ هـ): تحليل المياه المعالجة لمحطة الصرف الصحي لمدينة الرياض، تقرير مشروع تخرج دبلوم، الكلية التقنية بالرياض، قسم التقنية الكيميائية.

٢. عبده سعود المشهري، عبدالحليم الضماطي و محمود فهمي (١٤٠٤ هـ): التجارب العملية في أسس علم التربة. عمادة شؤون المكتبات، جامعة الملك سعود.

٣. علي المنيع، خالد الحمود، محمد العتي و محمد سراج (١٤٢٣ هـ): دراسة محتوى العناصر في بعض الخضار من مدينة الرياض و منطقة القصيم، مشروع تخرج بكالوريوس، الكلية التقنية بالرياض، قسم التقنية الكيميائية.

المحتويات

طرق جمع وتحليل عينات الماء

١ ـ الخلفية النظرية ٢
١ ـ ١ عبوة جمع العينات ٢
أ ـ العبوة الزجاجية ٢
ب ـ العبوات البلاستيكية ٢
١ ـ ٢ حجم العينة ٢
١ ـ ٣ ترشيح العينة ٢
١ ـ ٤ عملية حفظ العينة ٢
التجربة رقم (١): جمع عينات الماء
١ ـ المواد و الأدوات ٣
٢ ـ خطوات جمع العينات ٣
التجربة رقم (٢): تقدير التوصيلية الكهربية
١ ـ الخلفية النظرية ٤
٢ ـ المواد و الأجهزة ٤
٣ ـ طريقة العمل: ٤
التجربة رقم (٣): تقدير المواد الصلبة الذائبة
١ ـ الخلفية النظرية ٥
٢ ـ المواد والأجهزة ٥
٣ ـ طريقة العمل ٥
٣ ـ ١ الطريقة الأولى ٥
٣ ـ ٢ الطريقة الثانية ٥
التجربة رقم (٤): تقدير الرقم الهيدروجيني
١ ـ الخلفية النظرية ٦
٢ ـ المواد والأجهزة ٦
٣ ـ طريقة العمل ٦
التجربة رقم (٥): تقدير العسرة الكلية للماء
١ ـ الخلفية النظرية ٧

٢ ـ المواد والأجهزة ٧
٣ ـ طريقة العمل ٧
٤ ـ الحساب ٧
التجربة رقم (٦): تقدير الكلوريد Chloride
١ ـ نظرية العمل ٩
٢ ـ المواد والأجهزة ٩
٣ ـ طريقة العمل ٩
٤ ـ الحساب ٩
التجربة رقم (٧): تقدير الكبريتات
١ ـ طريقة العمل ١٠
٢ ـ ملاحظة ١٠
التجربة رقم (٨): تقدير القلوية (الحموضة)
١ ـ الخلفية النظرية ١١
٢ ـ المواد والأجهزة ١١
٣ ـ طريقة العمل ١١
٤ ـ الحساب ١١
التجربة رقم (٩): تقدير الصوديوم و البوتاسيوم بجهاز الانبعاث الذري
١ ـ نظرية العمل ١٣
٢ ـ المواد والأجهزة ١٣
٣ ـ طريقة العمل ١٣
التجربة رقم (١٠): تقدير المغنسيوم و الكالسيوم بجهاز الامتصاص الذري للطيف
١ ـ الخلفية النظرية ١٤
٢ ـ المواد و الأجهزة ١٤
٣ ـ طريقة العمل ١٤
امتحان ذاتي رقم (١) ١٥
امتحان ذاتي رقم (٢) ١٦
إجابة الامتحان الذاتي رقم (١) ١٨
إجابة الامتحان الذاتي رقم (٢) ١٩
المراجع ٢٠

طرق جمع وتحليل عينات التربة

١ ـ الخلفية النظرية ٢٤
١ ـ ١ الطور الصلب ٢٤
١ ـ ٢ الطور السائل ٢٤
١ ـ ٣ الطور الغازي ٢٤
١ ـ ٣ ـ ١ عناصر يحتاجها النبات بكميات كبيرة نسبياً ٢٥
١ ـ ٣ ـ ٢ عناصر يحتاجها النبات بكميات قليلة
التجربة رقم (١): تقدير الرقم الهيدروجيني ٢٦
١ ـ المواد الكيميائية والمحاليل ٢٦
٢ ـ الأدوات و الأجهزة المستخدمة ٢٦
٣ ـ السلامة ٢٦
٤ ـ خطوات التجربة
التجربة رقم (٢): تقدير التوصيلية والأملاح الذائبة الكلية ٢٧
١ ـ المواد و الأجهزة المستخدمة ٢٧
٢ ـ السلامة ٢٧
٣ ـ خطوات التجربة
التجربة رقم (٣): تقدير تركيز البوتاسيوم والصوديوم في التربة
١ ـ المواد الكيميائية والمحاليل ٢٨
٢ ـ الأدوات المستخدمة ٢٩
٣ ـ الأجهزة المستخدمة ٢٩
٤ ـ السلامة ٢٩
٥ ـ خطوات التجربة ٣٠
امتحان ذاتي رقم (١) ٣٢
امتحان ذاتي رقم (٢) ٣٣
إجابة الامتحان الذاتي رقم (١) ٣٥
إجابة الامتحان الذاتي رقم (٢) ٣٦
المراجع ٣٧

جمع و تحليل عينات غذائية

١ ـ الخلفية النظرية ٤٠
التجربة رقم (١): تقدير الحديد و البوتسيوم في الخضروات والفواكه
١ ـ المواد الكيميائية والمحاليل ٤١
٢ ـ الأدوات المستخدمة ٤١
٣ ـ الأجهزة المستخدمة ٤٢
٤ ـ السلامة ٤٢
٥ ـ خطوات التجربة ٤٣
التجربة رقم (٢): تقدير الكالسيوم في الحليب
١ ـ المواد الكيميائية والمحاليل ٤٥
٢ ـ الأدوات المستخدمة ٤٥
٣ ـ الأجهزة المستخدمة ٤٥
٤ ـ السلامة ٤٦
٥ ـ خطوات التجربة ٤٦
التجربة رقم (٣): تقدير الكافيين في البيبسي كولا
١ ـ الخلفية النظرية ٤٧
٢ ـ المواد الكيميائية والمحاليل ٤٧
٣ ـ الأدوات المستخدمة ٤٧
٤ ـ الأجهزة المستخدمة ٤٨
٥ ـ السلامة ٤٨
٦ ـ خطوات التجربة ٤٨
امتحان ذاتي رقم (١) ٥٠
امتحان ذاتي رقم (٢) ٥١
إجابة الامتحان الذاتي رقم (١) ٥٣
إجابة الامتحان الذاتي رقم (٢) ٥٤
المراجع ٥٥

جمع وتحليل بعض العناصر الثقيلة في بيئة مدينة الرياض

١ ـ الخلفية النظرية ٥٨
٢ ـ المواد الكيميائية والمحاليل ٥٩
٣ ـ الأدوات المستخدمة ٥٩
٤ ـ الأجهزة المستخدمة ٦٠
٥ ـ السلامة ٦٠
٦ ـ خطوات التجربة ٦١
امتحان ذاتي رقم (١) ٦٣
امتحان ذاتي رقم (٢) ٦٤
إجابة الامتحان الذاتي رقم (١) ٦٦
إجابة الامتحان الذاتي رقم (٢) ٦٧
المراجع ٦٨

تقدر المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني الدعم

المالي المقدم من شركة بي آيه إي سيستمز (العمليات) المحدودة

GOTEVOT appreciates the financial support provided by BAE SYSTEMS