

جامعة بغداد

كلية التربية للعلوم الصرفة - ابن الهيثم
التحليل الكيميائي الآلي

قسم الكيمياء
المرحلة الرابعة

أ.م. د. علي خليل محمود أ.م. د. سمية محمد عباس أ.م. د. خالد وليد صالح
م. د. همسة منعم ياسين م. د. مها عبدالستار محمد

مفردات المنهج الدراسي النظري

أولاً: الكيمياء التحليلية ومفهوم التحليل الكيميائي الآلي

الكيمياء التحليلية

مميزات طرائق التحليل الكيميائي الآلي
أهم الخواص الفيزيائية المعتمدة لأغراض التحليل بالطرائق الآلية
العوامل التي تحدد اختيار طريقة التحليل الآلي

ثانياً: الإشعاع الكهرومغناطيسي وتأثره مع المادة

طبيعة الإشعاع الكهرومغناطيسي

الخصائص الموجية

١- الطول الموجي (λ)

٢- التردد (ν)

٣- العدد الموجي (ν^-)

٤- قوة الأشعة (P)

الخصائص الجسيمية (الدقائقية)

طاقة الإشعاع الكهرومغناطيسي

التأثير الكهروضوئي

الطيف الكهرومغناطيسي

تأثر الإشعاع الكهرومغناطيسي مع المادة (تفاعل الإشعاع مع المادة)

انكسار الأشعة (ظاهرة الانكسار)- معامل الانكسار

قانون سنيل للانكسار

الانكسار النوعي

الانكسار المولي

استخدامات معامل الانكسار

التشتت

مناطق التشتت

عدد ابي

انعكاس الأشعة

أجهزة قياس معامل الانكسار- مقياس ابي للانكسار

استقطاب الضوء والفعالية البصرية

تصنيف المواد والمحاليل اعتماداً على سلوكها اتجاه الضوء المستقطب

الدوران النوعي

الدوران الجزيئي
المقطاب
اجزاء المقطاب اليدوي
تطبيقات أو استخدامات قياس الاستقطاب
اولاً: التحليل النوعي أو الوصفي
ثانياً: التحليل الكمي
امتصاص الاشعاع
طيف الامتصاص
١- الامتصاص الذري
٢- الامتصاص الجزيئي
مستويات الطاقة في الجزيئة
انبعاث الإشعاع
كيف تحدث عملية الانبعاث
التفلور والتفسفر
استرخاء الدقائق المثارة
الاسترخاء الغير مشع
استرخاء المشع
مخطط جابلونسكي
العلاجات الرياضية الخاصة بالتفلور

ثالثاً: التحليل الكمي بامتصاص الاشعاع الكهرومغناطيسي

اهمية المحاليل الملونة
القياس الامتصاصي
القياس اللوني
القياس الطيفي
القياس الضوئي
القوانين الكمية للامتصاص
بقانون بيير- لمبرت
الامتصاصية المولية
الامتصاصية النوعية
الامتصاص (A)
النفذية (T)
تطبيقات قانون بيير- لامبرت
تطبيق قانون بيير- لمبرت على الانظمة ذات المكون الواحد:
تطبيق قانون بيير- لمبرت على الانظمة ذوات المكونات المتعددة
التحديات في تطبيق قانون بيير والانحراف عنه
العوامل المسببة للانحراف في قانون بيير
اولاً: عوامل كيميائية
ثانياً: عوامل آلية

تأثير الاشعة المتعددة الطول الموجي
طيف المادة
منحني المعايرة (المنحني التدريجي)
محلول البلانك (الخب)

رابعاً: اجهزة القياس الطيفي ومكوناتها

- اولاً: اجهزة المقارنة المرئية
ثانياً: اجهزة القياس اللوني او اجهزة القياس الضوئي ذات المرشحات
ثالثاً: اجهزة القياس الطيفي
مصادر الطاقة الاشعاعية
شكل يوضح شدة مصدر الاشعاع مقابل الطول الموجي عند درجة حرارة معينة
المصادر المولدة لاشعاع مافوق البنفسجية
- 1- مصباح الهيدروجين
 - 2- مصباح الديتريوم
- المصادر المولدة لاشعاع المرئية
- 1- مصباح خويط التنكستن
 - 2- مصباح الزينون
- مصدر قوس الكاربون
المصادر المولدة لاشعاع ماتحت الحمراء
- 1- متوهج نيرنست
 - 2- مصدر كلوبر
 - 3- المصادر السلكية المتوهجة
- مسيطرات الطول الموجي
- 1- المرشحات
 - 2- موحداث اللون
- مرشحات الامتصاص
مرشحات التداخل
موحدات اللون
الموشور
- 1- موشور كورنو
 - 2- موشور ليترو
- المحز
المحز النفاذ
المحز الانعكاسيالتعبير عن قدرة المحز على الفصل
حاويات (خلايا) النموذج
اولاً: مكشافات مافوق البنفسجية والمرئية
(1) الانابيب الضوئية

(2) الانابيب المضاعفة الضوئية

(٣) الخلية الضوئية الفولتائية أو خلية الطبقة الحاجزة

مكشافات ماتحت الحمراء

أولاً: المكشافات المستخدمة في منطقة ماتحت الحمراء القريبة

(١) مكشافات المرئية وما فوق البنفسجية

(٢) خلايا الموصلات- الضوئية

(٣) خلية كبريتيد الرصاص للتوصيل الضوئي

مكشافات ماتحت الحمراء الوسطية والبعيدة (المكشافات الحرارية)

(١) مكشاف مزدوج حراري

(٢) البولوميتر (مقياس الطاقة الحرارية الاشعاعية)

(٣) مكشاف كولي (مكشاف الحرارة الغازي)

(٤) المكشاف الكهربائي الحراري

قاريء (أو مسجل) اشارة المكشاف

انواع اجهزة القياس اللوني والطيفي النموذجية

١- بنظام الحزمة المنفردة

٢- بنظام الحزمة المزدوجة

اجهزة القياس اللوني الضوئية

(١) اجهزة القياس اللوني ذات الحزمة المنفردة

(٢) اجهزة القياس اللوني الضوئية ذات الحزمة المزدوجة

اجهزة القياس الطيفي

١- اجهزة القياس الطيفي ذات الحزمة المنفردة

٢- اجهزة القياس الطيفي ذات الحزمة المزدوجة.

(١) اجهزة القياس الطيفي للمناطق المرئية وما فوق البنفسجية ذات الحزمة المنفردة

(٢) اجهزة القياس الطيفية ذات الحزمة المزدوجة لمناطق المرئية وما فوق البنفسجية

وماتحت الحمراء

خامساً: تطبيقات قياسات الامتصاص في مطيافية مافوق البنفسجية والمرئية

١- المنطقة المرئية

٢- مناطق مافوق بنفسجية

الفصائل الماصة للإشعاع

أنواع من الانتقالات الالكترونية

أولاً: الفصائل الحاوية على الكترونات n, π, σ

١- انتقالات $\sigma-\sigma^*$

٢- انتقالات $n-\sigma^*$

٣- انتقالات $n-\pi^*, \pi-\pi^*$

أ. تأثيرات المذيب

ب - تأثير وجود مجاميع كروموفورية متقارنة

تأثير وجود مجاميع الأوكزكروم

ثانياً: الفصائل الحاوية على الكترولونات f,d

(١) الامتصاص بواسطة أيونات الفلزات لسلسلة العناصر الانتقالية الأولى والثانية

(٢) الامتصاص بواسطة أيونات عناصر اللانثانيد والاكثنايد

ثالثاً: امتصاص فصائل انتقال الشحنة

أهم النواحي التقنية

الاستخدامات التحليلية لقياسات الامتصاص في المنطقة مافوق البنفسجية والمرئية:

التشخيص الوصفي للمجاميع الفعالة في المركبات العضوية:

أهم تطبيقات الامتصاص لمناطق مافوق البنفسجية والمرئية لأغراض التحليل الكمي:

(١) إيجاد تركيز مادة معينة أو مادتين في آن واحد باستخدام قانون الامتصاص العام:

(٢) دراسة الأيونات المعقدة طيفياً:

أ. طريقة النسبة المولية:

ب. طريقة التغيرات المستمرة:

(٣) تعيين ثوابت التفكك للدلائل

(٤) التسحيحات الفوتومترية (تسحيحات القياسات الضوئية)

منحنى التسحيح الفوتومتري

تكون انواع التسحيحات الفوتومترية

١- تسحيحات فوتومترية بوجود دليل

٢- تسحيحات ذاتية الدليل

سادساً: التحليل بقياس الاستطارة وقياس التعكير

الأسس النظرية:

معادلة قياس التعكيرية

معادلة قياس الاستطارة

القياسات التعكيرية

معامل التعكيرية

النواحي العملية

أ- سرعة وطريقة المزج

مزيج مشبغر

اجهزة القياس

(١) مقياس التعكير

(٢) مقياس الاستطارة تطبيقات طرائق الاستطارة والتعكير:

١- معرفة نقاوة الماء بتعيين كمية الكلوريد (على هيئة كلوريد الفضة) والكبريتات (على هيئة

كبريتات الباريوم).

٢- تعيين تراكيز عدد كبير من الايونات الاخرى في المحاليل باستخدام كاشف مرسب مناسب

٣- استخدمت قياسات التعكيرية لغرض تعيين نقطة النهاية في بعض تسحيحات الترسيب

بطريقة مشابهة للتسحيح الضوئي

٤- استخدمت طرائق الاستطارة بشكل عام لقياس نقاوة الهواء

٥- تستخدم طرائق الاستطارة لتقدير معدل الاوزان الجزيئية للبوليمرات

٦- تقدير قطر دقائق العوالق خاصة باستخدام مقياس الاستطارة

بعض الفصائل المحللة بقياسات الاستطارة (N) التعكير (T) باستخدام كاشف معين اللون المفضل كمصدر للاشعاع في اجهزة قياس الاستطارة
سابعاً: مطيفية امتصاص ماتحت الحمراء

مميزاتها

رسم طيف ماتحت الحمراء

اقسام مناطق الاشعة ماتحت الحمراء الى ثلاث مناطق وهي:

١- المنطقة القريبة

٢- المنطقة الوسطية

٣- المنطقة البعيدة

نظرية امتصاص اشعاعات ما تحت الحمراء

الجزيئات المتناظرة مثل (N_2 Cl_2 H_2 O_2) ذات الكثافة الالكترونية المتماثلة

عزم ثنائي القطب

حساب طاقة الاهتزاز الامتطاطي

التعبير عن مواقع الامتصاص في طيف IR بدلالة العدد الموجي ν

العلاقة بين طاقة اهتزاز الاصرة تزداد بزيادة قوة الاصرة

امثلة رياضية

الانتقالات الدورانية والانتقالات الاهتزازية- الدورانية

الطاقة الازمة لحدوث الانتقالات الدورانية والاهتزازية

١- للغازات:

٢- للسوائل والمواد الصلبة

انواع الاهتزازات الجزيئية

١- الاهتزازات الامتطاطية

أ- اهتزازات امتطاطية منفصلة مثل اصرة (C=O)

ب- اهتزازات امتطاطية مزدوجة مثل ($-CH_2$)

• متماثلة

• غير متماثلة

٢- الاهتزازات الانحنائية او التشويهية

١- تقع ضمن مستوى التوازن : وتكون على نوعين

أ- الاهتزازات الانحنائية المقصية

ب- الاهتزازات الانحنائية التارجحية

٢- تقع خارج مستوى التوازن

أ- الاهتزازات الانحنائية الالتوائية

ب- الاهتزازات الانحنائية الارتجاجية

اجهزة القياس الطيفي في المنطقة ما تحت الحمراء

تقنيات التعامل مع النموذج

١- النماذج الغازية

٢- المحاليل والسوائل النقية

٣- المواد الصلبة: وتوجد ثلاث طرائق لفحصه

أ- طريقة عمل المسحوق او العجينة

- ب- طريقة قرص بروميد البوتاسيوم KBr
 ج- طريقة الأفلام الصلبة:
 الاستخدامات التحليلية لمطيافية ماتحت الحمراء
 التحليل النوعي
 ١- منطقة المجاميع الفعالة
 ٢- منطقة طبع الأصابع
 التحليل الكمي
 ١- طريقة خط الأساس
 ٢- طريقة خلية حاضرة - خلية غائبة

ثامناً: المطيافية الذرية

- الامتصاص الذري
 مميزات طريقة الامتصاص الذري
 العيوب
 امتصاص الذرات للطاقة الإشعاعية
 حساب تردد كل امتصاص في طيف الامتصاص الذري
 معادلة بولتزمان
 ثابت بولتزمان
 تأثير درجة الحرارة على عدد الذرات المثارة
 تقدير كميات العناصر اللافلزية بطريقة الامتصاص الذري
 درجة الامتصاص في مطيافية الامتصاص الذري
 حساب كمية الإشعاع الممتص من قبل الذرات
 مطياف الامتصاص الذري
 مصدر الإشعاع
 ١- مصادر الإشعاع المستعملة في مطياف الامتصاص الذري
 أ- مصباح متوهج التفريغ الكهربائي ذو المهبط المجوف
 ب- مصابيح التفريغ الغازية
 ٢- المواقف والمرذات
 أ- المرذاذ اللهبى ذو الاستهلاك الكلي
 ب- المرذاذ اللهبى ذو الخلط الجاهز
 ١- المرذات عديمة اللهب
 أ. المرذاذ اللهبى ذو الاستهلاك الكلي
 ب. المرذاذ اللهبى ذو الخلط الجاهز
 ٢- المذريات عديمة اللهب
 ١. موحّدات اللون
 ٢. المكشافات
 • الأنايبب الضوئية المضاعفة
 • الأفلام
 • غازات الوقود والغازات المؤكسدة

التطبيقات التحليلية الكمية
أ. تحضير منحنيات معايرة
ب. طريقة إضافات القياسي

تاسعاً: مطيافية الانبعاث

الانبعاث

إثارة العينات

- ١- الإثارة بالتفريغ الكهربائي في الغازات
- ٢- الإثارة باللهب
- ٣- الإثارة باستعمال القوس الكهربائي للتيار المستمر
- ٤- الإثارة بالقوس الكهربائي للتيار المتناوب
- ٥- الإثارة بالشرارة للتيار المتناوب
- ٦- الإثارة بواسطة الليزر

تحضير الأقطاب وعينات الإثارة

مميزات الخطوط الطيفية

التحليل الكمي بواسطة طيف الانبعاث

رسم طيف الانبعاث

تحضير لوح التصوير الفوتوغرافي

المقياس الضوئي للانبعاث باللهب

أهم العوامل المؤثرة على طيف الانبعاث

أ. تأثير المذيب على شدة الانبعاث

ت. تأثير الامتصاص الذاتي

ث. تأثير التأين

ج. تداخل الأيونات السالبة

عاشراً: طرق التحليل الحرارية

التحولات التي ترافق عمليات التسخين ومعدل التسخين

تصنيف التحولات التي ترافق عملية تسخين المادة

١- تحولات فيزيائية

٢- تحولات كيميائية

١- التسخين المتحارر

٢- التسخين غير المتحارر

معدل التسخين أو التبريد

القياس الوزني الحراري (TG)

تطبيقات القياسات الحرارية الوزنية في الكيمياء التحليلية

أولاً: تجفيف الرواسب الوزنية

١- اوكزالات الكالسيوم

٢- كرومات الفضة

٣- كرومات الزنبيقوز

- ٤- خليط من اوكزالات الكالسيوم والمغنيسيوم
ثانياً: التحليل الكمي لخليط من أيونات بدون فصلها
ثالثاً: دراسة البوليمرات
جهاز التحليل الحراري الوزني (الميزان الحراري)
الأجزاء الأساسية التي يتضمنها الميزان الحراري هي
الميزان
الفرن ومسيطر درجة الحرارة
ميزان أمينكو الحراري الوزني
جهاز باوليك المسمى الدريفاتوغراف
القياس الوزني الحراري الاشتقاقي (DTG)
فوائد نظرية وتطبيقية للقياس الوزني الحراري الاشتقاقي
العلاقة بين منحنيات DTG و TGA لمزيج من كربونات المغنيسيوم والكالسيوم.
التحليل الحراري التفاضلي DTA
التغيرات التي تطرأ على درجة حرارة النموذج
١- التغيرات الانتالبية الماصة للحرارة
٢- التغيرات الباعثة للحرارة
منحنى التحليل الحراري التفاضلي (DTA Curve)
جهاز التحليل الحراري التفاضلي
التطبيقات التحليلية
استخدام التحليل الحراري التفاضلي DTA في التحليل النوعي
١. المركبات العضوية
٢. المركبات اللاعضوية
٣. البوليمرات
القياس المسعري المسحي التفاضلي (DSC)
التسخين الحراري (TT)
منحنى التسخين الحراري
جهاز التسخين الحراري
المكونات الأساسية لجهاز التسخين الحراري
١- نظام إضافة الساحوح
٢- خلية التسخين الأديباتية (عازلة الحرارة)
٣- وسيلة قياس درجة الحرارة
٤- نظام التسجيل
الأسس النظرية للتسخين الحراري
الفرق بين بين التسخين الجهدى والتسخين الحراري
تطبيقات التسخينات الحرارية
امثلة على التسخينات الحرارية
١- تسخين حامض قاعدة
٢- التسخينات التعقيدية (تكوين المعقدات)

احد عشر: التحليل بالطرائق الكهروتحليلية (مدخل إلى الكيمياء الكهروتحليلية)

الخلية الكهروكيميائية

انواع الخلايا الكهروكيميائية

١- الخلايا الكلفانية

٢- الخلايا الالكتروليتيية

ملتقيات السوائل

الجسر الملحي

الغشاء المسامي

بعض انصاف الخلايا النموذجية

١- فلز- أيون الفلز

٢- قطب خامل في اتصال مع أيونات عنصر آخر في حالات تأكسد مختلفة

٣- غاز- أيون

٤- فلز مغطى بطبقة صلبة من ملحه غير الذائب في أيوناته السالبة

٥- ملغم- أيون

٦- فلز- أيون معقد

قياس الجهود النسبية لأنصاف الخلايا (قياس جهود الأقطاب)

اصطلاحات الإشارات والتمثيل التقليدي للخلايا

الامثلة

معادلة نيرنست

اشتقاق معادلة نيرنست

التركيز والفعالية والشدة الايونية

جهد القطب القياسي (E°) وسلسلة الفعالية

ميكانيكية عمل الخلية

الخلايا العكوس

الخلايا غير العكوس

أنصاف الخلايا

الأقطاب المرجعية

(١) قطب الكالوميل

(٢) قطب الفضة- كلوريد الفضة

(٣) قطب الهيدروجين القياسي (SHE)

خلية ويستون القياسية

حساب ثابت التوازن

طرائق التحليل الكهروكيميائية

١. القياسات الجهدية (المجهادية)

٢. الترسيب الكهروكيميائي والقياس الكولومي

٣. القياسات الفولتية والبولاروغرافيا ومعايرات القياس الأمبييري

٤. قياسات التوصيل (التوصيلية)

امثلة محلولة

اثنا عشر: القياسات الجهدية

القطب المرجعي

القطب الدليل

المجهاد

الاستخدامات التحليلية الشائعة للقياسات الجهدية

١. القياسات المباشرة لتركيز الأصناف

٢. التسحيحات الجهدية

استخدامات التسحيحات الجهدية

أ. التسحيحات الحامضية- القاعدية

ب. التسحيحات الترسيبية

ت. تسحيحات تكوين المعقدات

ث. تسحيحات التأكسد- الاختزال

٣- قياسات أل PH (الدالة الحامضية)

مقياس الدالة الحامضية او الاس الهيدروجيني

معايرة جهاز الدالة الحامضية pH

أقطاب الانتقاء الأيوني

اصناف أقطاب الانتقاء الأيوني

١- الأقطاب الزجاجية

٢- الأقطاب ذات الأغشية السائلة

٣- أقطاب غشاء مطاط السيلكون- أقطاب الترسيب

١- أقطاب الحالة الصلبة

ثلاثة عشر: الفولتامترية- البولاروغرافيا والمعايرات الأمبيرومترية

الفولتامترية والبولاروغرافيا

الفولتامترية

البولاروغرافي

الاستقطاب وتيار الانتشار

تيار الهجرة

الموجة الولاكرافية

تيار الفضالة أو التيار المتخلف

ذروة التيار

الأهمية التحليلية للموجة البولاروغرافية

١. التحليل الوصفي (النوعي)

٢. التحليل الكمي ومعادلة الكوفيتش

معادلة الكوفيتش

حساب قيمة تيار الانتشار (Idif)

طرائق التعيين البولاروغرافية

أ. المقارنة المباشرة

ب. طريقة منحنى المعايرة

- ت. طريقة إضافة القياس
قطب الزئبق المتقاطر (مادة القطب الدقيق)
مميزات قطب الزئبق المتقاطر
عيوب على قطب الزئبق المتقاطر
البولاروجراف
أهم النواحي العملية الخاصة بالتحليل البولاروجرافي
المعايير الأمبيرومترية
جهاز المعايرة الأمبيرومترية
بعض النواحي العملية في عملية المعايرة
تطبيقات المعاير الأمبيرومترية
منحنيات المعاير الأمبيرومترية
أ. منحنى معايرة لمادة مجهولة التركيز تتفاعل عند القطب الدقيق مع كاشف معاير لا يتفاعل
ب. منحنى معايرة لمادة مجهولة التركيز لا تتفاعل عند القطب الدقيق مع كاشف معاير يتفاعل
ت. منحنى معايرة يعطي فيه المجهول والكاشف المعاير تيار انتشار
د. منحنى معايرة من مزيج أيونين مع كاشف معاير مشترك

اربعة عشر: قياسات التوصيل الكهربائي

- استخدمت قياسات التوصيل الكهربائي
التوصيل الألكتروليتي
التوصيل المكافيء
علاقة التوصيل المكافيء بالتركيز
علاقة التوصيل المكافيء بالجذر التربيعي للتركيز
لحامض الهيدروكلوريك
أمثلة
أجهزة قياس التوصيل الكهربائي
١- قنطرة المقاومة (قنطرة ويتستون)
٢- خلية التوصيل
أوساط قياس التوصيل
ماء قياس التوصيلية
تطبيقات قياسات التوصيل
١- منحنى التوصيل- تركيز الألكتروليت
٢- معايرات التوصيل
٣- معايرات التعادل
أ- معايرة الحوامض القوية
معايرة محلول لحامض الهيدروكلوريك مع محلول لهيدروكسيد الصوديوم
ب- معايرة الحوامض الضعيفة
معايرة محلول حامض ضعيف جداً مثل حامض البوريك ($Pk_a \approx 10$) مع قاعدة قوية مثل
هيدروكسيد الصوديوم

- معايرة حامض ضعيف مثل حامض الخليك ($Pk_a \approx 5$) مقابل قاعدة قوية مثل هيدروكسيد الصوديوم
- معايرة حامض ضعيف مثل حامض الخليك ($Pk_a \approx 5$) مقابل قاعدة ضعيفة مثل هيدروكسيد الأمونيوم
- ج - معايرة أملاح الحوامض أو القواعد الضعيفة
- معايرة أيون الخلات مع محلول لحامض الهيدروكلوريك
- د - معايرة مزيج حامضين مختلفين في درجة التفكك
- ٢- معايرات الترسيب
- معايرة محلول كلوريد الصوديوم بنترات الفضة
- امثلة

مفردات المنهج الدراسي العملي

- ١- التحليل الالي مقدمة تعريفية عن مختبر التحليل الالي والاجهزة المستخدمة في المختبر
- ٢- طرائق التعبير عن التراكيز
- ٣- تحضير المحاليل القياسية
- ٤- معامل الانكسار ايجاد تركيز محلول الايثانول باستخدام قياسات معامل الانكسار
- ٥- الانكسار النوعي والمولي ايجاد الانكسار النوعي والمولي لمحلول البيوتانول
- ٦- الاستقطاب ايجاد تركيز محلول سكري بواسطة الاستقطاب
- ٧- الدوران النوعي ايجاد ثابت الدوران النوعي للسكروز
- ٨- القياس الطيفي و ايضاح قانون لامبرت بير
- ٩- التحليل الكمي لبرمنكنات البوتاسيوم في المنطقة المرئية
- ١٠- التحليل النوعي ورسم طيف محلول برمنكنات البوتاسيوم في المنطقة المرئية
- ١١- تقدير تركيز ايونات الحديدك طيفياً
- ١٢- دراسة الايونات المعقدة طيفياً
- ١٣- ايجاد نسبة العنصر الى الليكاند او الكاشف بطريقة النسب المولية
- ١٤- دراسة الايونات المعقدة طيفياً
- ١٥- ايجاد نسبة العنصر الى الليكاند او الكاشف بطريقة التغيرات المستمرة
- ١٦- ايجاد تركيز مزيج من حامضي الهايدروكلوريك والفسفوريك بواسطة التسحيح الجهدى
- ١٧- ايجاد تركيز حامض الهايدروكلوريك باستخدام القياسات التوصيلية
- ١٨- ايجاد تركيز محلول مزيج من حامضي الهايدروكلوريك والخليك باستخدام التسحيح التوصيلي
- ١٩- ايجاد تركيز ايوني النحاس والرصاص في مزيج لهما بالترسيب الكهربائي
- ٢٠- تقدير سعة البفر
- ٢١- تقدير تركيز محلول كبريتات البوتاسيوم باستخدام قياسات التعكيرية
- ٢٢- تعيين تركيز ايوني الكوبلت والكروم في مزيج لهما كميأ
- ٢٣- تقدير تركيز محلول كبريتات البوتاسيوم باستخدام طريقة الاستطارة