مفردات المنهج الدراسي النظري

اولآ: الكيمياء التحليلية ومفهوم التحليل الكيميائي الألي

الكيمياء التحليلية
مميزات طرائق التحليل الكيميائي الالي
اهم الخواص الفيزيائية المعتمدة لاغراض التحليل بالطرائق الالية
العوامل التي تحدد اختيار طريقة التحليل الالي

ثانيآ: الإشعاع الكهرومغناطيسي وتأثره مع المادة

طبيعة الإشعاع الكهرومغناطيسي
الخصائص الموجية
1- الطول الموجي (λ)
2- التردد (ν)
3- العدد الموجي ($\bar{\nu}$)
4- قوة الآشعة (P)
الخصائص الجسيمية (الدقائقية)
طاقة الإشعاع الكهرومغناطيسي
التأثير الكهروضوئي
الطيف الكهرومغناطيسي
تآثر 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
اجهزة قياس معامل الانكسار- مقياس ابي للانكسار
استقطاب الضوء والفعالية البصرية
تصنيف المواد والمحاليل اعتمادا على سلوكها اتجاه الضوء المستقطب
الدوران النوعي
الدوران الجزيئي
المقطاب
اجزاء المقطاب اليدوي
تطبيقات أو استخدامات قياس الاستقطاب
اولآ: التحليل النوعي أو الوصفي

Prof. Dr. Ali Khalil Mahmood

ثانياً: التحليل الكمي
امتصاص الاشعاع
طيف الامتصاص
1- الامتصاص الذري
2- الامتصاص الجزيئي
مستويات الطاقة في الجزيئة
أنبعاث الإشعاع
كيف تحث عملية الانبعاث
التفلور والتفسفر
استرخاء الدقائق المثارة
الاسترخاء الغير مشع
استرخاء المشع
مخطط جابلونسكي
العلات 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)
النفاذية (T)
تطبيقات قانون بيير- لامبرت
تطبيق قانون بيير- لمبرت علىالانظمة 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
اولا: عوامل كيميائية
ثانياً: عوامل آلية
تأثير الاشعة المتعددة الطول الموجي
طيف المادة
منحني المعايرة (المنحني التدريجي)
محلول البلانك(الخلب)

Prof. Dr. Ali Khalil Mahmood

رابعاً: اجهزة القياس الطيفي ومكوناتها

اولا: اجهزة المقارنة المرئية
ثانياً: اجهزة القياس اللوني او اجهزة القياس الضوئي ذات المرشحات
ثالثاً: أجهزة 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- موحدات اللون
مرشحات الامتصاص
مرشحات التداخل
موحدات اللون
الموشور
1- موشور كورنو
2- موشور ليترو
المحزز
المحزز النفاذ
المحزز الانعكاسيالتعبير عن قدرة المحزز على الفصل
حاويات (خلايا) النموذج
اولآ: مكشافات مافوق البنفسجية والمرئية
(1) الانابيب الضوئية

(2) الانابيب المضاعفة الضوئية
(3) الخلية الضوئية الفولتائية أو خلية الطبقة الحاجزة

مكشافات ماتحت الحمراء
اولآ: المكشافات المستخدمة في منطقة ماتحت الحمراء القريبة
(1) مكشافات المرئية وما فوق البنفسجية

Prof. Dr. Ali Khalil Mahmood

(2) خلايا الموصلات- الضوئية
(3) خلية كبريتيد الرصاص للتوصيل الضوئي
مكشافات ماتحت الحمراء الوسطية والبعيدة (المكشافات الحرارية)
(1) مكشاف المزدوج الحراري
(2) البولوميتر (مقياس الطاقة الحرارية الاشعاعية)
(3) مكشاف كولي (مكشاف الحرارة الغازي)
(4) المكشاف الكهربائي الحراري
قارىء (أو مسجل) اشارة المكشاف
انواع اجهزة القياس اللوني والطيفي النموذجية
1- بنظام الحزمة المنفردة
2- بنظام الحزمة المزدوجة
اجهزة القياس اللوني الضوئية
(1)اجهزة القياس اللوني ذات الحزمة المنفردة
(2)اجهزة القياس اللوني الضوئية ذوات الحزمة المزدوجة
اجهزة القياس الطيفي
1- اجهزة القياس الطيفي ذات الحزمة المنفردة
2- اجهزة القياس الطيفي ذات الحزمة المزدوجة.
(1) اجهزة القياس الطيفي للمناطق المرئية وما فوق البنفسجية ذات الحزمة المنفردة
(2) اجهزة القياس الطيفية ذات الحزمة المزدوجة لمناطق المرئية وما فوق البنفسجية وماتحت الحمراء

خامساً: تطبيقات قياسات الامتصاص في مطيافية مافوق البنفسجية والمرئية

1- المنطقة المرئية
2- مناطق مافوق بنفسجية
الفصائل الماصة للإشعاع
أنواع من الانتقالات الالكترونية
أولاً: الفصائل الحاوية على الكترونات n, π, σ
1- انتقالات σ-σ^*
2- انتقالات n-σ^*
3- انتقالات n-π^*,π-π^*
أ. تأثيرات المذيب
ب - تأثير وجود مجاميع كروموفورية متقارنة
تأثير وجود مجاميع الأوكزكروم
ثانياً: الفصائل الحاوية على الكترونات f,d
(1) الامتصاص بواسطة أيونات الفلزات لسلسلة العناصر الانتقالية الأولى والثانية
(2) الامتصاص بواسطة أيونات عناصر اللانثناياد والاكتناياد
ثالثاً: امتصاص فصائل انتقال الشحنة
أهم النواحي التقنية

Prof. Dr. Ali Khalil Mahmood

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:
(1) إيجاد تركيز مادة معينة أو مادتين في آن واحد باستخدام قانون الامتصاص العام:
(2) دراسة الأيونات المعقدة طيفياً:
أ. طريقة النسبة المولية:
ب. طريقة التغيرات المستمرة:
(3) تعيين ثوابت التفكك للدلائل
(4) التسحيحات الفوتومترية (تسحيحات القياسات الضوئية)
منحني التسحيح الفوتومتري
تكون أنواع التسحيحات الفوتومترية
1- تسحيحات فوتومترية بوجود دليل
2- 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
(1)مقياس التعكير
(2)مقياس الاستطارة تطبيقات طرائق الاستطارة والتعكير:
1- معرفة نقاوة الماء بتعيين كمية الكلوريد (على هيئة كلوريد الفضة) والكبريتات (على هيئة كبريتات الباريوم).
2- تعيين تراكيز عدد كبير من الايونات الاخرى في المحاليل باستخدام كاشف مرسب مناسب
3- استخدمت قياسات التعكيرية لغرض تعيين نقطة النهاية في بعض تسحيحات الترسيب بطريقة مشابهة للتسحيح الضوئي
4- استخدمت طرائق الاستطارة بشكل عام لقياس نقاوة الهواء
5- تستخدم طرائق الاستطارة لتقدير معدل الاوزان الجزيئية للبوليمرات
6- 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: مطايفية امتصاص ماتحت الحمراء

مميزاتها
رسم طيف ماتحت الحمراء

Prof. Dr. Ali Khalil Mahmood

اقسام مناطق الاشعة ماتحت الحمراء الى ثلاث مناطق وهي:

1- المنطقة القريبة

2- المنطقة االوسطية

3- 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 $\bar{\nu}$

العلاقة بين طاقة اهتزاز الاصرة تزداد بزيادة قوة الاصرة

امثلة رياضية

الانتقالات الدورانية والانتقالات الاهتزازية- الدورانية

الطاقة الازمة لحدوث الانتقالات الدورانية والاهتزازية

1- للغازات:

2- للسوائل والمواد الصلبة

انواع الاهتزازات الجزيئية

1- الاهتزازات الامتطاطية

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

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

- **متماثلة**
- **غير متماثلة**

2- الاهتزازات الانحنائية او التشويهية

1- تقع ضمن مستوى التوازن : وتكون على نوعين

أ- الاهتزازات الانحنائية المقصية

ب- الاهتزازات الانحنائية التأرجحية

2- تقع خارج مستوى التوازن

أ- الاهتزازات الانحنائية الالتوائية

ب- الاهتزازات الانحنائية الارتجاجية

اجهزة القياس الطيفي في المنطقة ما تحت الحمراء

تقنيات التعامل مع النموذج

1- النماذج الغازية

2- المحاليل والسوائل النقية

3- المواد الصلبة: وتوجد ثلاث طرائق لفحصه

أ- طريقة عمل المسحوق او العجينة

ب- طريقة قرص بروميد البوتاسيوم KBr

ج- طريقة الافلام الصلبة:

الاستخدامات التحليلية لمطيافية ماتحت الحمراء

التحليل النوعي

1- منطقة المجاميع الفعالة

Prof. Dr. Ali Khalil Mahmood

2- منطقة طبع الأصابع
التحليل الكمي
1- طريقة خط الاساس
2- طريقة خلية حاظرة – خلية غائبة

ثامناً: المطيافية الذرية

الامتصاص الذري
مميزات طريقة الامتصاص الذري
العيوب
امتصاص الذرات للطاقة الاشعاعية
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 الاشعاع الممتص من قبل الذرات
مطياف الامتصاص الذري
مصدر الاشعاع
1- مصادر الإشعاع المستعملة في مطياف الامتصاص الذري
أ- مصباح متوهج التفريغ الكهربائي ذو المهبط المجوف
ب - مصابيح التفريغ الغازية
2- المواقد والمرذاذات
أ- المرذاذ اللهبي ذو الاستهلاك الكلي
ب- المرذاذ اللهبي ذو الخلط الجاهز
1- المرذاذات عديمة اللهب
أ. المرذاذ اللهبي ذو الاستهلاك الكلي
ب. المرذاذ اللهبي ذو الخلط الجاهز
2- المذريات عديمة اللهب
1. موحدات اللون
2. المكشافات

- الأنابيب الضوئية المضاعفة
- الأفلام
- غازات الوقود والغازات المؤكسدة

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

Prof. Dr. Ali Khalil Mahmood

تاسعآ: مطيافية الانبعاث

الانبعاث

إثارة العينات

1- الإثارة بالتفريغ الكهربائي في الغازات

2- الإثارة باللهب

3- الإثارة باستعمال القوس الكهربائي للتيار المستمر

4- الإثارة بالقوس الكهربائي للتيار المتناوب

5- الإثارة بالشرارة للتيار المتناوب

6- الإثارة بواسطة الليزر

تحضير الأقطاب وعينات الإثارة

مميزات الخطوط الطيفية

التحليل الكمي بواسطة طيف الانبعاث

راسم طيف الانبعاث

تحضير الوح 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

عاشرآ: طرائق التحليل الحرارية

التحولات التي ترافق عمليات التسخين ومعدل التسخين

تصنيف التحولات التي ترافق عملية تسخين المادة

1- تحولات فيزيائية

2- تحولات كيميائية

1- التسخين المتحارر

2- التسخين غير المتحارر

معدل التسخين أوالتبريد

القياس الوزني الحراري (TG)

تطبيقات القياسات الحرارية الوزنية في الكيمياء التحليلية

اولآ: تجفيف الرواسب الوزنية

1- اوكزالات الكالسيوم

2- كرومات الفضة

3- كرومات الزئبقوز

4- خليط من اوكزالات الكالسيوم والمغنيسيوم

ثانيآ: التحليل الكمي لخليط من أيونات بدون فصلها

ثالثآ: دراسة البوليمرات

جهاز التحليل الحراري الوزني (الميزان الحراري)

Prof. Dr. Ali Khalil Mahmood

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 وTGA(TG) لمزيج من كاربونات المغنيسيوم والكالسيوم.
التحليل الحراري التفاضلي DTA
التغيرات التي تطرأ على درجة حرارة النموذج
1- التغيرات الانثالبية الماصة للحرارة
2- التغيرات الباعثة للحرارة
منحني التحليل الحراري التفاضلي (DTA Curve)
جهاز التحليل الحراري التفاضلي
التطبيقات التحليلية
استخدام التحليل الحراري التفاضلي DTA في التحليل النوعي
1. المركبات العضوية
2. المركبات اللاعضوية
3. البوليمرات
القياس المسعري المسحي التفاضلي (DSC)
التسحيح الحراري (TT)
منحني التسحيحي الحراري
جهاز التسحيح الحراري
المكوناتا الأساسية لجهاز التسحيح الحراري
1- نظام إضافة الساحوح
2- خلية التسحيح الأديباتية (عازلة الحرارة)
3- وسيلة قياس درجة الحرارة
4 - نظام التسجيل
الأسس النظرية للتسحيح الحراري
الفرق بين بين التسحيح الجهدي والتسحيح الحراري
تطبيقات التسحيحات الحرارية
امثلة على التسحيحيات الحرارية
1- تسحيح حامض قاعدة
2- التسحيحات التعقيدية (تكوين المعقدات)

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

الخلية الكهروكيميائية
انواع الخلايا الكهروكيميائية
1- الخلايا الكلفانية

Prof. Dr. Ali Khalil Mahmood

2- الخلايا الالكتروليتية
ملتقيات السوائل
الجسر الملحي
الغشاء المسامي
بعض انصاف الخلايا النموذجية
1- فلز- أيون الفلز
2- قطب خامل في اتصال مع أيونات عنصر آخر في حالات تأكسد مختلفة
3- غاز- أيون
4- فلز مغطى بطبقة صلبة من ملحه غير الذائب في أيوناته السالبة
5- ملغم- أيون
6- فلز- أيون معقد
قياس الجهود النسبية لأنصاف الخلايا (قياس جهود الأقطاب)
اصطلاحات الإشارات والتمثيل التقليدي للخلايا
الامثلة
معادلة نيرنست
اشتقاق معادلة نيرنست
التركيزو الفعالية والشدة الايونية
جهد القطب القياسي (E^o) وسلسلة الفعالية
ميكانيكية عمل الخلية
الخلايا العكوس
الخلايا غير العكوس
أنصاف الخلايا
الأقطاب المرجعية
(1) قطب الكالوميل
(2) قطب الفضة- كلوريد الفضة
(3) قطب الهيدروجين القياسي (SHE)
خلية ويستون القياسية
حساب ثابت التوازن
طرائق التحليل الكهربائية
1. القياسات الجهدية (المجهادية)
2. الترسيب الكهربائي والقياس الكولومي
3. القياسات الفولتية والبولاركرافيا ومعايرات القياس الأمبيري
4. قياسات التوصيل (التوصيلية)
امثلة محلولة

اثنا عشر: القياسات الجهدية

القطب المرجعي
القطب الدليل
المجهاد

Prof. Dr. Ali Khalil Mahmood

الاستخدامات التحليلية الشائعة للقياسات الجهدية
1. القياسات المباشر لتركيز الأصناف
2. التسحيحات الجهدية
استخدامات التسحيحات الجهدية
أ. التسحيحات الحامضية- القاعدية
ب. التسحيحات الترسيبية
ت. تسحيحات تكوين المعقدات
ث. تسحيحات التأكسد- الاختزال
3- قياسات أل PH (الدالة الحامضية)
مقياس الدالة الحامضية او الاس الهيدروجيني
معايرة جهاز الدالة الحامضية pH
أقطاب الانتقاء الأيوني
اصناف أقطاب الانتقاء الأيوني
1- الأقطاب الزجاجية
2- الأقطاب ذات الأغشية السائلة
3- أقطاب غشاء مطاط السيلكون- أقطاب الترسيب
1- أقطاب الحالة الصلبة

ثلاثة عشر: الفولتامترية- البولاروكرافيا والمعايرات الأمبيرومترية

الفولتامترية والبولاروكرافيا
الفولتامترية
البولاروكرافي
الاستقطاب وتيار الانتشار
تيار الهجرة
الموجة الولاركرافية
تيار الفضالة أو التيار المتخلف
ذروة التيار
الأهمية التحليلية للموجة البولاروكرافية
1. التحليل الوصفي (النوعي)
2. التحليل الكمي ومعادلة الكوفيتش
معادلة الكوفيتش
حساب قيمة تيار الانتشار (I_{dif})
طرائق التعيين البولاروكرافية
أ. المقارنة المباشرة
ب. طريقة منحني المعايرة
ت. طريقة إضافة القياس
قطب الزئبق المتقاطر (مادة القطب الدقيق)
مميزات قطب الزئبق المتقاطر
عيوب على قطب الزئبق المتقاطر

Prof. Dr. Ali Khalil Mahmood

البولاروكراف
أهم النواحي العملية الخاصة بالتحليل البولاروكرافي
المعايرات الأمبيرومترية
جهاز المعايرة الأمبيرومترية
بعض النواحي العملية في عملية المعايرة
طبيقات المعايرات الأمبيرومترية
منحنيات المعايرات الأمبيرومترية
أ. منحني معايرة لمادة مجهولة التركيز تتفاعل عند القطب الدقيق مع كاشف معاير لا يتفاعل
ب. منحني معايرة لمادة مجهولة التركيز لا تتفاعل عند القطب الدقيق مع كاشف معاير يتفاعل
ت. منحني معايرة يعطي فيه المجهول والكاشف المعاير تيار انتشار
د . منحني معايرة من مزيج أيونين مع كاشف معاير مشترك

اربعة عشر: قياسات التوصيل الكهربائي

استخدمت قياسات التوصيل الكهربائي
التوصيل الالكتروليتي
التوصيل المكافيء
علاقة التوصيل المكافيء بالتركيز
علاقة التوصيل المكافيء بالجذر التربيعي للتركيز
لحامض الهيدروكلوريك
امثلة
أجهزة قياس التوصيل الكهربائي
1- قنطرة المقاومة (قنطرة ويتستون)
2- خلية التوصيل
أوساط قياس التوصيل
ماء قياس التوصيلية
تطبيقات قياسات التوصيل
1- منحني التوصيل- تركيز الالكتروليت
2- معايرات التوصيل
3- 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

Prof. Dr. Ali Khalil Mahmood

ج - معايرة أملاح الحوامض أو القواعد الضعيفة
معايرة أيون الخلات مع محلول لحامض الهيدروكلوريك
د - معايرة مزيج حامضين مختلفين في درجة التفكك
2- معايرات الترسيب
معايرة محلول كلوريد الصوديوم بنترات الفضة
امثلة

مفردات المنهج الدراسي العملي

1- التحليل الالي مقدمة تعريفية عن مختبر التحليل الالي والاجهزة المستخدمة في المختبر
2- طرائق التعبير عن التراكيز
3- تحضير المحاليل القياسية
4- معامل الانكسار ايجاد تركيز محلول الايثانول باستخدام قياسات معامل الانكسار
5- الانكسار النوعي والمولي ايجاد الانكسار النوعي والمولي لمحلول البيوتانول
6- الاستقطاب ايجاد تركيز محلول سكري بواسطة الاستقطاب
7- الدوران النوعي ايجاد ثابت الدوران النوعي للسكروز
8- القياس الطيفي و ايضاح قانون لامبرت بير
9- التحليل الكمي لبرمنكنات البوتاسيوم في المنطقة المرئية
10- التحليل النوعي ورسم طيف محلول برمنكنات البوتاسيوم في المنطقة المرئية
11- تقدير تركيز ايونات الحديديك طيفياً
12- دراسة الايونات المعقدة طيفياً
13- ايجاد نسبة العنصر الى الليكاند او الكاشف بطريقة النسب المولية
14- دراسة الايونات المعقدة طيفياً
15- ايجاد نسبة العنصر الى الليكاند او الكاشف بطريقة التغيرات المستمرة
16- ايجاد تركيز مزيج من حامضي الهايدروكلوريك والفسفوريك بواسطة التسحيح الجهدي
17- ايجاد تركيز حامض الهايدروكلوريك باستخدام القياسات التوصيلية
18- ايجاد تركيز محلول مزيج من حامضي الهايدروكلوريك والخليك باستخدام التسحيح التوصيلي
19- ايجاد تركيز ايوني النحاس والرصاص في مزيج لهما بالترسيب الكهربائي
20- تقدير سعة البفر
21- تقدير تركيز محلول كبريتات البوتاسيوم باستخدام قياسات التعكيرية
22- تعين تركيز ايوني الكوبلت والكروم في مزيج لهما كمياً
23- تقدير تركيز محلول كبريتات البوتاسيوم باستخدام طريقة الاستطارة