كلية العلوم

القسم : الكيمياء

السنة : الرابعة

المادة : تحليل الي١

المحاضرة : السابعة/نظري/

{{ مكتبة A to Z }}

Facebook Group : مكتبة A to Z

2026

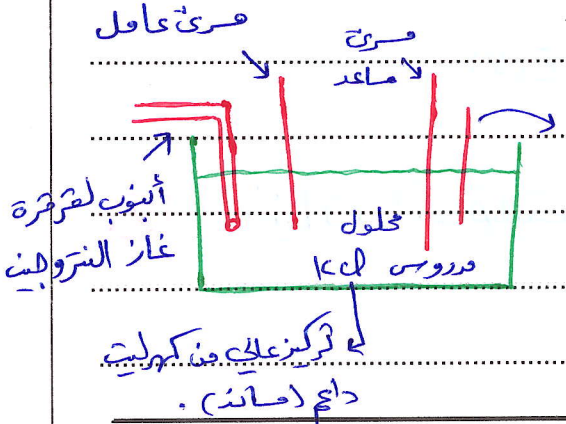
كلية العلوم ، كلية الصيدلة ، الهندسة التقنية

يمكنكم طلب المحاضرات برسالة نصية (SMS) أو عبر(What's app-Telegram)على الرقم 0931497960

* التحليل الفولط أمبيرومتر: وهو التحليل الذي يعتمد على قياس التيار المستمد عن المرجع العامل المغمور في المحلول المدروس (هو المحلول الحاوي على الشوارد المدروسة) وذلك بينما يتم الملح الكهربي على المرجع.

* تتألف الخلية في التحليل الفولط أمبيرومتري من:

1. مرجع عامل: وهو إما أن يكون مصنوع من مادة صلبة مثل البلاتين أو الغرافيت أو الذهب فيكون (التحليل فولط أمبيرومتري)، أو أن يكون من قطرة من الزئبق معلقة على أنبوب شعري فيكون التحليل (تحليل استقطابي (بولوغرافي)).
2. المرجع المقارن: إما أن يكون مرجع فضة كلوريد الفضة رمزه: ($Ag/AgCl/Cl^-$) أو أن يكون مرجع الكالوميل: ($Hg/Hg_2Cl_2/2Cl^-$).
3. المحلول المدروس: هو المحلول الحاوي على الشوارد المدروسة.
4. مرجع مساعد: هو المرجع الذي يساعد على إكمال الدارة.
5. أنبوب لمرور غاز النتروجين
6. تركيز عالي من كهرليت داعم أو مساند مثل الـ KCl.



* مبدأ التحليل العتوط أمبيرومتري :

مثال: لنفرض أنه لدينا محلول كوبي شوارد الرصاص pb^{+2} الذي سوف نخضع للإرجاع على سطح المرنة العامل عندما يطبق الكمون ويصل إلى قيمة محددة للكمون يطلق عليها كمون بداية الإرجاع لشوارد الرصاص وبالتالي ستنتقل شوارد الرصاص من قلب المحلول لسطح المرنة العامل ويتم عليها عملية الإرجاع حسب المعادلة :

$$2e^- + pb^{+2} \rightarrow pb$$

وبالتالي ينشأ في التركيز فرق بين قلب المحلول وسطح المرنة وحيث نتيجة لذلك تيار النفوذ وهو التيار الذي نقيسه بالتحليل العتوط أمبيرومتري

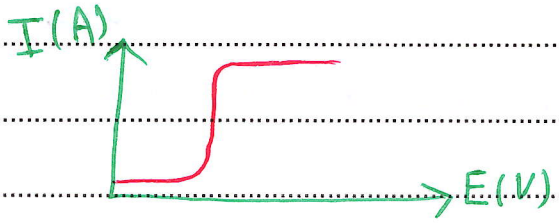
* ملاحظة 1 : الكمون المطبق يطبق بين المرنة العامل والمقارن .

* ملاحظة 2 : التيار المقاس نقيس بين المرنة العامل والمرنة المساعد .

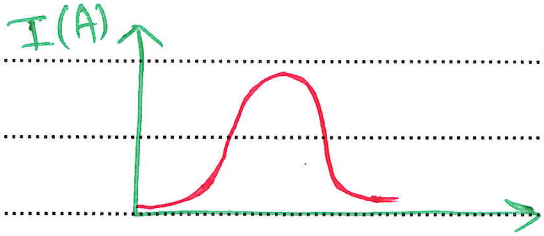
* أشكال المنحنيات بالتحليل العتوط أمبيرومتري :

وهذه المنحنيات تمثل العلاقة بين التيار والكمون ولها نوعان :

1. المنحنيات العتوط أمبيرومترية التكاملية : هي عبارة عن إشارة تكاملية صحيحة أو مقلوبة وتسمى بالموجة العتوط أمبيرومترية .



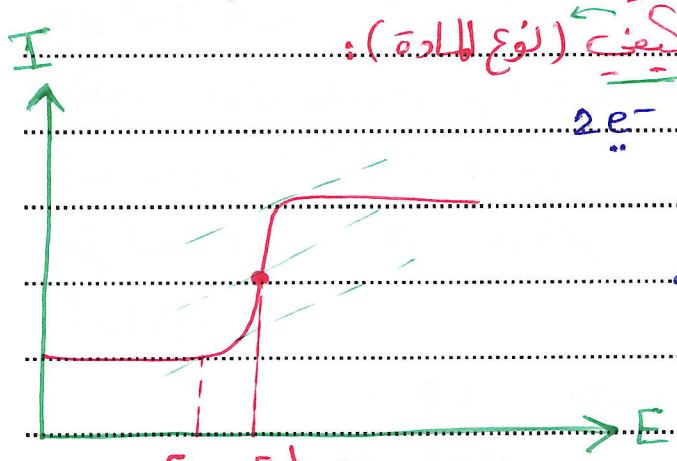
2. المنحنيات التفاضلية : لها شكل قمة :



TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

* كيف تستثمر هذه المعلومات في التحليل الكيفي والكمي:

1) المعلومات التكاملية في التحليل الكيفي (نوع المادة):



$2e^- + Pb^{+2} \rightarrow Pb$: $E\frac{1}{2}$ = ... V

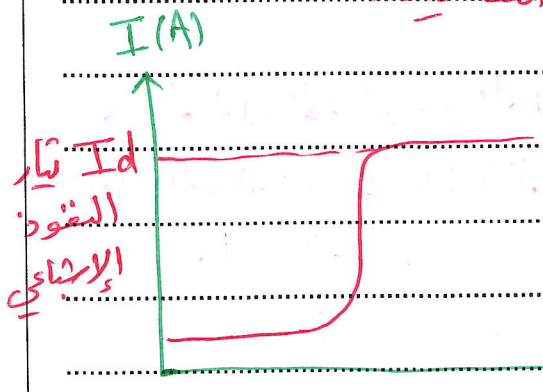
↓ خاصة بالرصاص

* حيث أن $E\frac{1}{2}$ هو كمون نصف الموجة: وهو يستثمر في التحليل الكيفي بمقارنة قيمة كمون نصف الموجة للمادة المدروسة مع قيم كموناتها أو أنصاف الموجة في الجداول المرجعية لقيم كموناتها أنصاف الموجة.

Eo ← كمون بداية الأكسدة (أو الإرجاع)

$E\frac{1}{2}$ ← كمون (نصف الموجة)

2) التحليل الكمي (تركيز وكمية المادة) للمعلومات التكاملية:



يستثمر تيار النفوذ Id بالتحليل الكمي حيث يتناسب طرداً مع تركيز المادة وفق العلاقة:

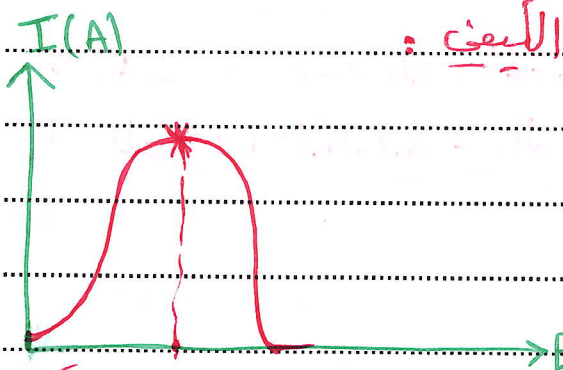
$Id = k \cdot c$ ← تركيز المادة، ثابت النفوذ، تيار النفوذ

$c = \frac{Id}{k}$ ← حيث Id من الجهاز، والثابت k يتعلق بنوع الجهاز كما ذكرنا.

* كيف تستثمر معلومات الشكل المقاطعي (الهيئة) في التحليل العوالط أمبيرومتري في التحليل الكيفي والكمي:

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

1) استخدام الشكل التفاضلي في التحليل الكيفي :



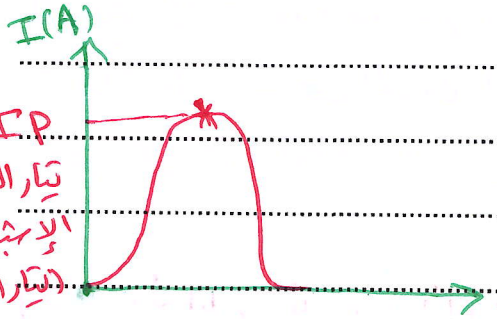
EP كمون قمة الضف : وهو يستخدم في التحليل الكيفي حيث يقارن مع قيم كمونات ضف القمة للمحاليل المرجعية لقيم كمونات ضف القمة للعناصر الكيميائية .

EP ضف كمون القمة أو كمون القمة

$2e^- + Pb^{+2} \rightarrow Pb$: Ep = ـــ V

لـ خاص بالرصاص

2) استخدام الشكل التفاضلي في التحليل الكمي :



Ip تيار القمة الذي يتناسب طرداً مع تركيز المحاليل المدروسة .

تيار النفوذ الإنشائي (تيار القمة)

$Ip = k \cdot c \Rightarrow c = \frac{Ip}{k}$

* العوامل المؤثرة على التحليل المحلل أمبيرومتري :

1) الكهرليت المساند (الداعم) : لكي نتخلص من تيار الهجرة الغير مرغوب فيه في التحليل المحلل أمبيرومتري نضيف إلى المحلول تركيز عالي من مادة خاملة مثل نترات البوتاسيوم أو كلورات البوتاسيوم حيث تقم الهجرة فيه المحاليل المضافة على سطح المروث من المحلول بدلاً من هجرة المحاليل المدروسة على سطح المروث ويجب أن يتمتع الكهرليت المساند بالخصائص التالية :

1- يجب أن يكون تركيزه أكبر بكثير من تركيز المحاليل المدروسة .

2- يجب أن لا يتفاعل مع تيار النفوذ للمادة المدروسة .

3- يجب أن يكون خامل كيميائياً .

TEL:0931497960 - Facebook Group : A to Z مكتبة

2 تأثير الأكسجين المنحل بالمحلول :

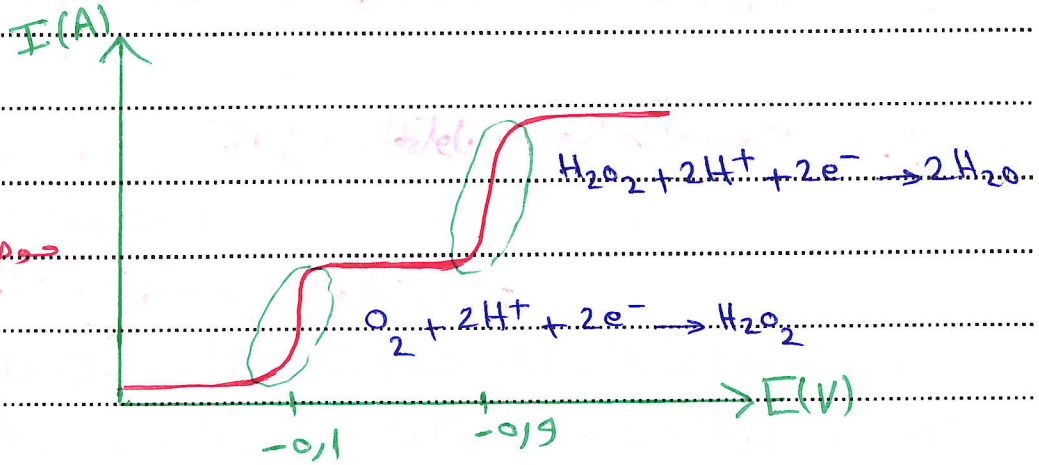
قبل بداية التحليل المقوط أمبيرومتري يجب التخلص من الأكسجين المنحل بالمحلول المدروس وذلك بفقاعة غاز خامل وليكن النتروجين داخل المحلول المدروس لأن الأكسجين يتداخل في كثير أغلب الشوارد المدروسة حيث أنه يرجع على مرحلتين :

1 ـ يرجع هذا الأكسجين إلى الماء الأكسجيني :

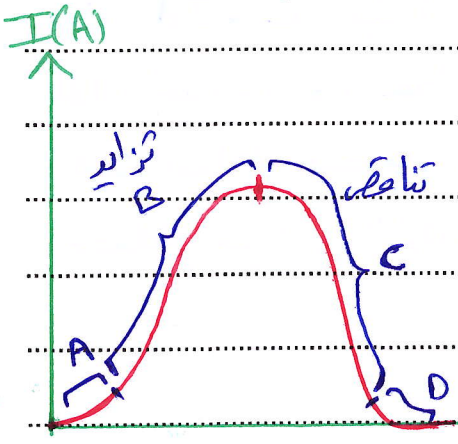
$$O_2 + 2H^+ + 2e^- \longrightarrow H_2O_2 \quad ; E = -0,1\ V$$

2 ـ يرجع الماء الأكسجيني إلى الماء :

$$H_2O_2 + 2H^+ + 2e^- \longrightarrow 2H_2O \quad ; E = -0,9\ V$$



* توضيح كيف نقيس التيار في التحليل المقوط أمبيرومتري :



① المنطقة (A) : نلاحظ أن التيار يساوي الصفر لأنه لا يوجد تفاعلات أكسدة أو إرجاع لأن الكمون المطبق لا يكفي للحصول على تفاعلات أكسدة أو إرجاع (أي لم يصل الكمون إلى كمون بداية الأكسدة أو إرجاع) .

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

② المنطقة (B): نلاحظ نمو التيار حيث أنه يزداد بشكل كبير حتى يصل إلى أعلى قيمة وذلك بسبب حصول عمليات الأكسدة والإرجاع على سطح المرجة وحيث يكون تركيز الشوارد الخاصة للأكسدة والإرجاع كبير فيزداد التيار ويصل إلى ذروته عند القمة.

③ المنطقة (C): نلاحظ تناقص في شدة التيار بسبب التناقص في تركيز الشوارد الخاصة لعملية الأكسدة والإرجاع.

④ المنطقة (D): نلاحظ أن قيمة التيار صفر حيث أن كافة الشوارد الموجودة في المحلول قد تأكسدت أو أرجعت بالتالي تركيز الشوارد صفر في المحلول بالتالي التيار يساوي صفر.

* قد يأتي السؤال: اكتب مراحل نمو التيار في التحليل العقولط أمبيرومتري؟!

* وضع طرائق حساب التركيز في التحليل العقولط أمبيرومتري؟!

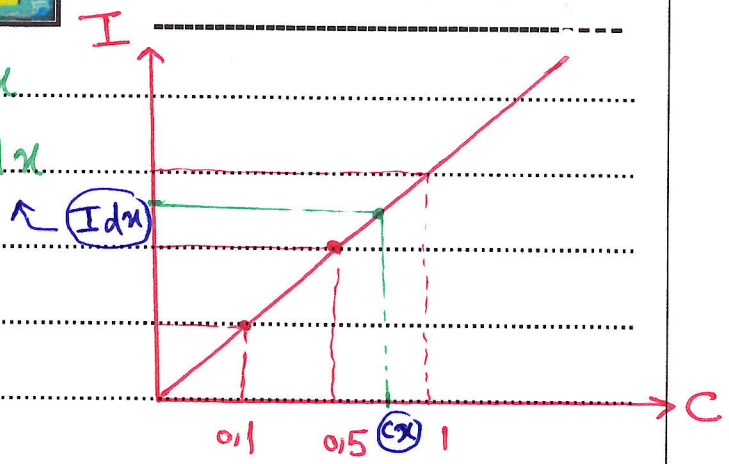
يتم ذلك بطريقتين:

① طريقة المنحني القياسي (العيارية):

بخضوعة محاليل قياسية للمادة المدروسة ولتكن ثلاث محاليل بتركيز: (0.1 , 0.5 , 1) حيث واحدة من التراكيز هي (محلول البلنك) وبعد ذلك نقيس تيار النفوذ الإشعاعي لكل منها بدءاً من أقل تركيز ونرسم العلاقة بين I_d و C فنحصل على خط مستقيم مار من المبدأ ثم نقيس تيار النفوذ الإشعاعي للمادة المدروسة ونسقطه على الخط المستقيم الذي نتج لدينا من علاقة I_d مع C حيث يتقاطع معه في نقطة نسقط عمود من هذه النقطة على محور التراكيز فيتقاطع مع محور التراكيز في نقطة لتكن C_x وهي تكون تركيز المادة المدروسة:

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

C(M)	0,1	0,5	1	Cx
Id	—	—	—	Idx



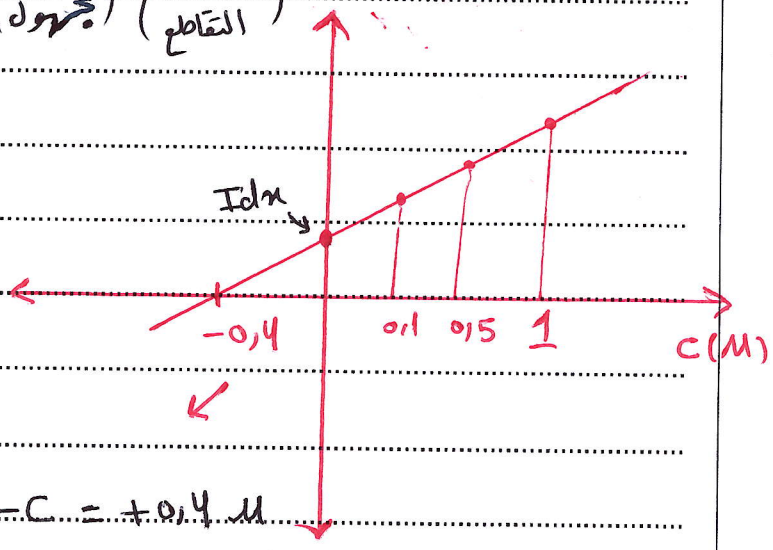
② طريقة الإضافات القياسية (إضافات معيارية):

تحضر سلسلة محاليل قياسية للمادة المدروسة مجهولة التركيز، بعد ذلك نقيس تيار النفوذ الإرشاعي للمادة المدروسة وكم نضيف كمية محددة من المحاليل القياسية المحضرة بدءاً من التركيز الأقل إلى خلية التحليل ونسجل تيار النفوذ الإرشاعي بعد كل إضافة من هذه المحاليل القياسية ثم نرسم العلاقة بين تيار النفوذ الإرشاعي والتركيز فينتج خط مستقيم يتقاطع مع محور التراكيز في الجهة السالبة (نقطة التقاطع هي تركيز المادة المدروسة) حيث $Cx = -C$

(تركيز مجهول) (نقطة التقاطع)

C(M)	Cx	0,1	0,5	1
Id	Idx	—	—	—

10 ml 10 ml 10 ml



$\Rightarrow Cx = -C = +0,4\ M$

انتهت المحاضرة

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة