كلية العلوم

القسم : الكيمياء

السنة : الرابعة

المادة : تحليل الي١

المحاضرة : الثالثة/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 بقياس الناقلية الكهربائية:

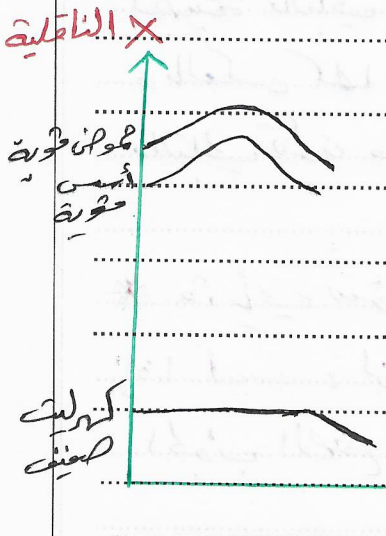
- **الناقلية الكهربائية:** هي مقدرة المادة المنابة عن نقل التيار الكهربائي تحت تأثير حقل كهربائي خارجي حيث يتم نقل التيار الكهربائي بواسطة الشوارد الموجودة في المحلول.
- **الناقلية الكهربائية النوعية:** هي عبارة عن ناقلية $1cm^3$ محصر بين مسريين، البعد بينهما 1cm ومساحة كل منهما $1cm^2$.

* العوامل المؤثرة على الناقلية الكهربائية:

- يوجد عدة عوامل تؤثر على الناقلية الكهربائية:

① طبيعة الكهرليت وتركيزه: وهنا نميز حالتين: ① حالة الكهرليتات القوية:
" حموض قوية أو أسس قوية ": في الكهرليتات القوية تبدأ الناقلية بزيادة حيث تزداد بزيادة التركيز لتصل إلى مرحلة تبدأ بعدها بالتناقص، علل: بسبب ظهور التأثيرات المتبادلة بين الشوارد وإعاقة حركة الشوارد بالمحلول بسبب زيادة التركيز.

② حالة الكهرليتات الضعيفة:
نلاحظ أن الناقلية في الكهرليتات الضعيفة تكون منخفضة كثيراً وعندما يزداد التركيز تتناقص الناقلية بشكل أكبر بسبب ظهور عوامل الإعاقة المتبادلة بين الشوارد وإعاقة حركة الشوارد بالمحلول بسبب زيادة التركيز.



مكتبة A to Z - كلية العلوم (جامعة طرطوس) - TEL:0931497960

(2) حجم الشاردة: كلما كان حجم الشاردة أكبر كلما كانت حركتها أبطأ وبالتالي مقدرتها على نقل التيار الكهربائي تكون أقل بالتالي تكون الناقلية أقل والعكس صحيح إذا كان الحجم أقل تكون الحركة أسرع ← مقدرتها على نقل التيار الكهربائي أكبر ← الناقلية أكبر.

* ملاحظة: في الصفحة السابقة لاحظنا من الرسم بالجهاز البياني يكون ناقلية الحمض القوي أعلى من ناقلية الأسس القوية وذلك لأن الحمض يعطي H^+ ناقلية على الشاردة H^+ بينما الأساس يعطي OH^- وناقلية H^+ أكبر من ناقلية OH^- حيث أن الشاردة H^+ لها أعلى قيمة للناقلية بين الشوارد.

(3) درجة الحرارة:

بزيادة درجة الحرارة يزداد تشرد المحلول بالتالي تزداد عدد الشوارد وأيضاً تزداد مقدرة الشوارد على الحركة وبالتالي تزداد مقدرتها على نقل الناقلية الكهربائية والعكس صحيح: نقصان الحرارة ← يقل تشرد المحلول فيقل عدد الشوارد وتقل مقدرة الشوارد على الحركة ← تنقص مقدرتها على نقل التيار ← تنقص الناقلية

(4) لزوجة المحلول: كلما ازدادت لزوجة المحلول تكون مقدرة الشوارد على الحركة بطيئة بالتالي مقدرتها على نقل التيار الكهربائي أقل بالتالي الناقلية تكون أقل والعكس كلما قلت اللزوجة تكون حركة الشوارد أسهل (حرة أكثر بالحركة) بالتالي تكون مقدرتها على نقل التيار أكبر بالتالي الناقلية الكهربائية أكبر.

* مثال على سؤال بالامتحان: ما هي العوامل التي تزيد من الناقلية الكهربائية:
إذا كتبت: لزوجة المحلول ـ درجة الحرارة ..... يكون الجواب (خطأ)
الجواب الصحيح هو: نقصان لزوجة المحلول ـ زيادة درجة الحرارة .....

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

وفي حال كان السؤال: ما هي العوامل التي تقلل من الناقلية الكهربائية؟

الجواب الصحيح يكون: زيادة لزوجة المحلول ـ نقصان درجة الحرارة .....

---

* تطبيق طرائق الناقلية الكهربائية: تصنف هذه الطرائق بثلاث أشكال:

① طرائق مباشرة: حيث تقوم بقياس مرور الناقلية بشكل مباشر في المحلول المدروس ثم سجل قيمة الناقلية.

② طريقة المنحني القياسي: نطبق هذه الطريقة بالخطوات التالية:

1- نحضر سلسلة محاليل عيارية للمادة المدروسة لتكن ثلاث محاليل 1M ، 0.5M ، 0.1M.

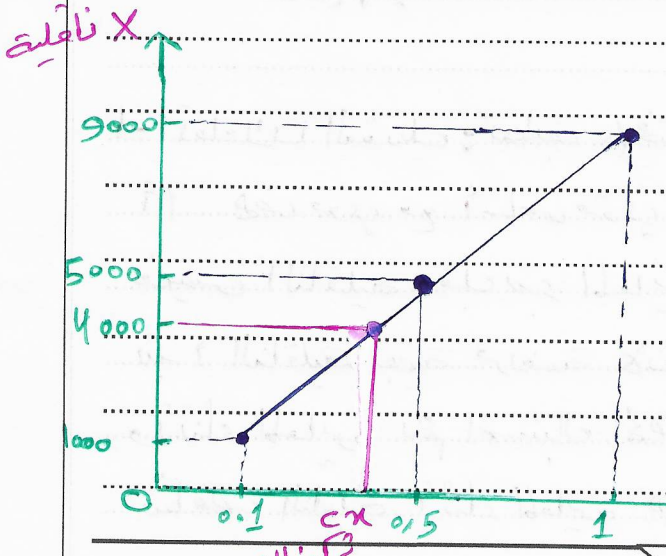
2- نقيس ناقلية كل محلول من محاليل السلسلة العيارية على حدى بدءاً من المحلول الأقل تركيزاً وذلك بقياس مرور الناقلية بكل محلول وعند هذا المرور بين كل قراءة وقراءة نغسل الخلية المقعر.

3- نسجل النتائج في الجدول: ←

التركيز	$C_{(M)}$	0,1	0,5	1	Cx
الناقلية	X	1000	5000	9000	4000
		السلسلة العيارية			المحلول المدروس

4- نقيس ناقلية المحلول المجهول: س

5- نرسم العلاقة بين الناقلية والتركيز فينتج لدينا خط بياني مستقيم صاعد من الشكل:



6- نسقط قيمة الناقلية للمحلول المجهول (المدروس) على الخط البياني فيتقاطع معه في نقطة نسقط من هذه النقطة عمود على محور التراكيز فيتقاطع معه في نقطة محددة تكون Cx وهي تعبر عن تركيز المحلول المجهول.

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

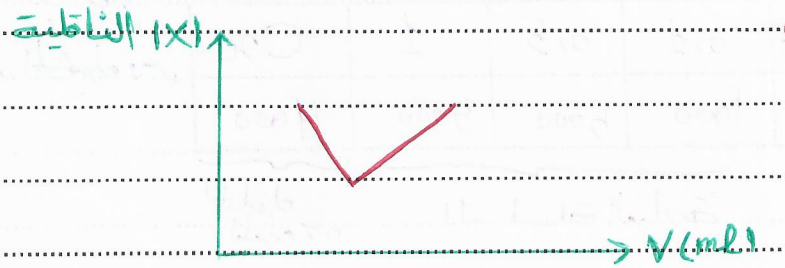
* ملاحظة: لا تطبق طريقة المنحنى القياسي في التراكيز العالية وذلك بسبب أنه يحيث إنحراف في الخط المستقيم في حالة التراكيز العالية وبالتالي عدم مناسبة طريقة المنحنى القياسي في تحديد التراكيز لأنه يصبح غير خطي.

(2) طريقة غير مباشرة (المعايرة بالناقلية):

تعتمد على تفاعل حجم محدد من المادة المدروسة مع حجم محدد من الكاشف القياسي حتى الوصول لنقطة نهاية المعايرة حيث يكون عندها عدد المكافئات الغرامية من المادة المدروسة يساوي عدد المكافئات الغرامية من المحلول القياسي وتطبق هذه الطريقة على كافة تفاعلات (التعديل والترسيب والتعقيد) ولكنها لا تطبق على تفاعلات الأكسدة والإرجاع.

ويكون منحنى المعايرة بالناقلية هو عبارة عن العلاقة بين الناقلية وحجم الكاشف القياسي المضاف ويكون بشكل خطين مستقيمين بينهما زاوية.

مثال:



1- تفاعلات التعديل: تطبق على مختلف أنواع تفاعلات التعديل:

أ) حمض قوي مع أساس قوي: $HCl + NaOH \rightarrow NaCl + H_2O$

تقيس الناقلية قبل بدء المعايرة وبعد المعايرة مع القياس الناقلية:

تبدأ الناقلية بقيمة مرتفعة لأن الحمض الذي في البيشر قوي ومتشرد تام وأثناء المعايرة يتم استبدال الحمض القوي بالملح الناتج فتنخفض الناقلية بالتالي تتناقص الناقلية أثناء المعايرة حتى الوصول لنقطة نهاية المعايرة

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

نكون قد عايرنا كل الحمض الذي في البيشر لنبدأ الناقلية بالإرتفاع بسبب الفائض من الأساس القوي الذي أضفناه بعد نقطة نهاية المعايرة.

$$M_{HCl} \cdot V_{HCl} = M_{NaOH} \cdot V_{NaOH} \Rightarrow M \cdot 20 = 0,1 \times 20$$

$$\Rightarrow M_{HCl} = 0,1\ M \Rightarrow N = M \times n = 0,1 \times 1 = 0,1\ N$$

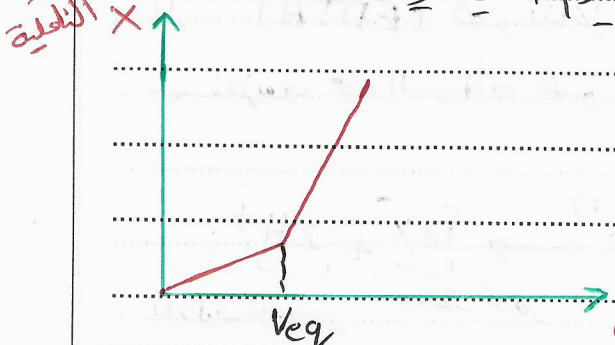
$$C_{g/l} = M \cdot Fw = 0,1 \times 36,5 = \ldots\ g/l$$

ب) أساس قوي مع حمض قوي: $NaOH + HCl \rightarrow NaCl + H_2O$

نفس الحالة السابقة (حمض قوي مع أساس قوي) ولكن الاختلاف أن الـ HCl هنا هو الذي يكون في الحامة وهو الذي يكون فائض بعد نقطة نهاية المعايرة.

ج) حمض ضعيف مع أساس قوي: $CH_3COOH + NaOH \rightarrow CH_3COONa + H_2O$

تبدأ الناقلية بقيمة منخفضة لأن الحمض ضعيف وأثناء المعايرة نلاحظ زيادة الناقلية بسبب استهلاك الحمض الضعيف بملح خلات الصوديوم الذي يكون تشرده أقوى من تشرد حمض الخل حتى نصل إلى النقطة التي يكون منها قد تمت معايرة كل الحمض الضعيف لتبدأ بعدها الناقلية الكهربائية بـ



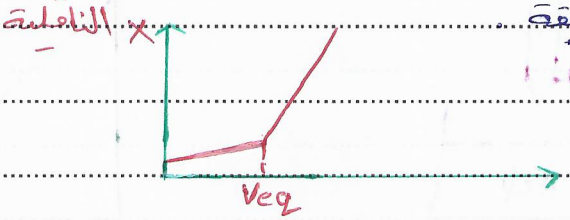
TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

بالازدياد بشكل كبير بسبب وجود فائض من الأساس القوي .

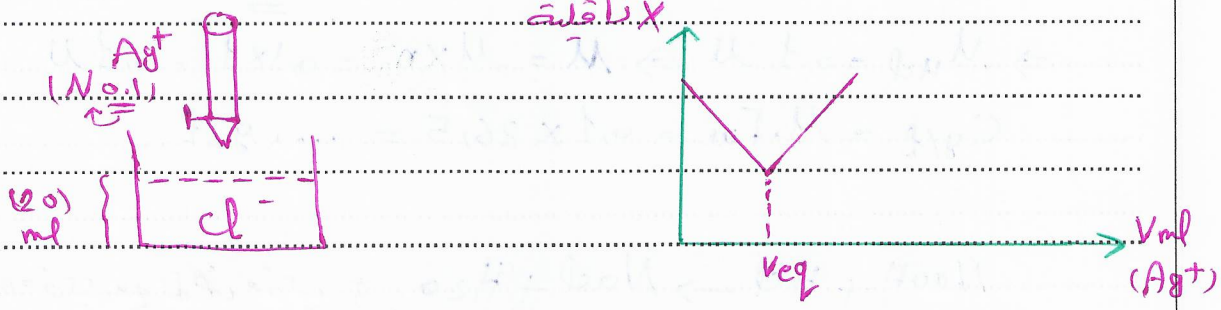
د. أساس ضعيف مع حمض قوي :

$NH_4OH + HCl \rightarrow NH_4Cl + H_2O$

نفس الحالة السابقة .



2- تفاعلات الترسيب :



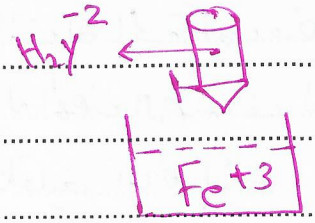
$Cl^- + Ag^+ \rightarrow AgCl$

$NaCl + AgNo_3 \rightarrow AgCl + NaNo_3$

$\Rightarrow M_{Ag^+}.V_{Ag^+} = M_{Cl^-}.V_{Cl^-} \Rightarrow M.20 = 0,1 \times 15 \Rightarrow M = \dots$

3- تفاعلات المعقدات :

الـ (EDTA) هو ثنائي إيتيلين رباعي حمض الخل ورمزه H_4Y والذي صيغته في الحلة هو H_2Y^{-2}



$H_2Y^{-2} + Fe^{+3} \rightarrow FeY^- + 2H^+$

معقد أحمر — ناقلية عالية

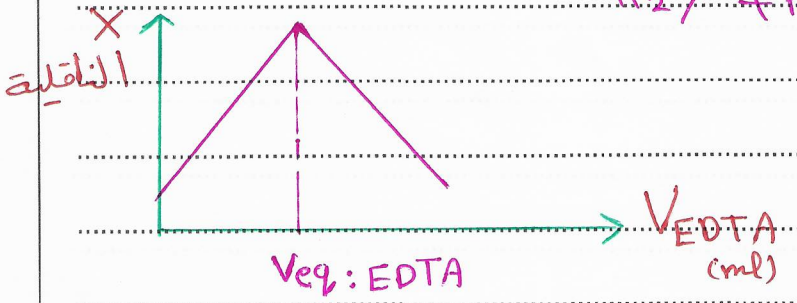
TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

* تفاعل الفائض من EDTA مع H^+ :

$$H_2Y^{-2} + H^+ \longrightarrow H_3Y^-$$

في تفاعلات المعقدات تبدأ الناقلية بقيمة محددة وأثناء المعايرة نلاحظ أن الناقلية تزداد بشكل كبير بسبب تحرر شوارد الـ H^+ بالمحلول حسب التفاعل:

$$H_2Y^{-2} + Fe^{+3} \longrightarrow FeY^- + 2H^+$$



حتى الوصول إلى نقطة تكون فيها الشوارد الموجودة في المحلول قد تفاعلت بشكل كامل بعد ذلك تبدأ الناقلية بالتناقص بشكل كبير بسبب التقاط الكاشف الهيدي EDTA : H_2Y^{-2} لشوارد الهيدروجين H^+ الحرة الموجودة في المحلول حسب التفاعل:

$$H_2Y^{-2} + H^+ \longrightarrow H_3Y^-$$

ملاحظة: قد يأتي في السؤال تغير Fe^{+3} أي قد تأتي بدل Fe^{+3} بالسؤال شاردة أخرى مثلاً Ca^{+2} مثلاً

ملاحظة: لا تطبق طريقة المعايرة بالناقلية في تفاعلات الأكسدة والإرجاع.

لا تستخدم بشكل كبير المحاليل التي فيها أكسدة وإرجاع لأن أغلب هذه المحاليل تتطلب وجود وسيط حمضي قوي أو قلوي قوي وبالتالي ناقليتهم ستكون قوية جداً بحيث تغطي على ناقلية الأكسدة والإرجاع وكذلك معظم هذه التفاعلات تحتاج حرارة وبزيادة الحرارة تزداد ناقلية الوسيط الحمضي القوي أو القلوي القوي بالتالي نعطي على ناقلية أي شاردة أخرى أكثر وأكثر.

(انتهت المحاضرة)

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة