15ـ تحديد كمية المادة بالمعايرة اللونية وقياس الناقلية

(حمض ـ أساس)

بطاقة الأستاذ
ع م 15

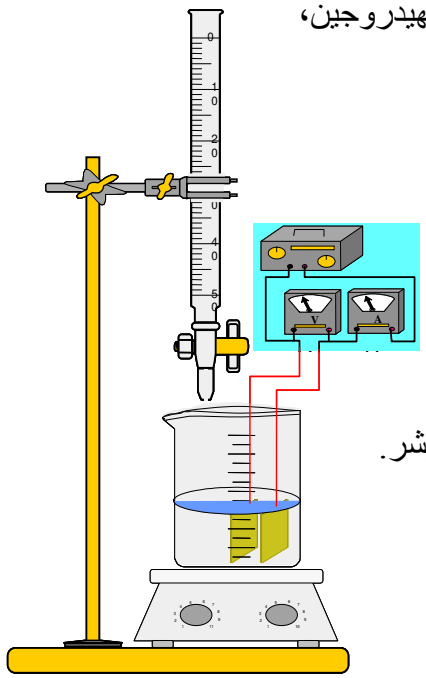
1 ـ مؤشرات الكفاءة :

- يميّز بين الحمض والأساس .
- يعيّن نقطة التكافؤ ثم يوظفها لتعيين كمية المادة خلال المعايرة .

2 ـ الوسائل والمواد المستعملة :

- مخلاط مغناطيسي، مولد GBF، فولط متر، أمبيرمتر، أسلاك توصيل، خلية قياس الناقلية.
- سحاحة مدرجة مع حاملها، بيشر، ماصة، حوجلة عيارية $500\,mL$.
- محلول منظف (هيدروكسيد الصوديوم)، محلول حمض كلور الهيدروجين، كاشف أزرق البروموتيمول ، ماء مقطر.

3 ـ خطوات العمل :



تركيب المعايرة

النشاط: معايرة محلول تجاري منظف (هيدروكسيد الصوديوم).

- خذ بواسطة ماصة $2\,mL$ من المحلول التجاري لهيدروكسيد الصوديوم تركيزه المولي C_0 وضعها في حوجلة عيارية $500\,mL$ ، ثم أكمل بالماء المقطر حتى الخط العياري.
- نأخذ بواسطة ماصة $100\,mL$ من المحلول المحضر ونضعها في بيشر.
- أضف إلى المحلول قطرتين من أزرق البرموتيمول BBT .
- املأ السحاحة بمحلول $(H_3O^+ + Cl^-)$ تركيزه $0{,}1\ mol.L^{-1}$.
- حقّق الدارة المبينة بالشكل المقابل.
- سجّل شدة التيار I_{eff} والتوتر U_{eff} بين طرفي الخلية وكذلك لون المزيج من أجل كل إضافة. وفي كل مرة قس U_{eff} و I_{eff} وسجّل لون المحلول في البيشر كما في الجدول التالي:

...

$V_a(mL)$	0,00	4,00	8,00	12,0	20,0	22,0	23,0	24,0	25,0	27,0	44,0
$U(V)$	6,50	6,45	6,48	6,55	6,56	6,50	6,52	6,48	6,49	6,47	6,45
$I(mA)$	92,5	82,7	71,7	59,7	41,4	40,6	42,1	44,0	45,1	51,3	103
$G(mS)$	14,20	12,82	11,06	9,11	6,31	6,24	6,45	6,79	6,94	7,90	15,96
لون المزيج	أزرق	أزرق	أزرق	أزرق	أزرق	أصفر	أصفر	أصفر	أصفر	أصفر	أصفر

1- أكتب معادلة التفاعل المنمذج للتحول الحادث، وما مميزاته؟

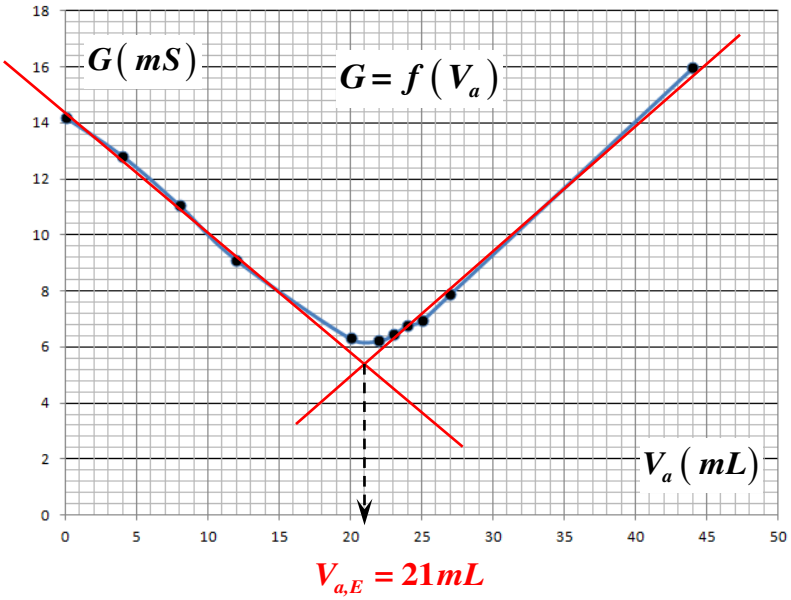
$$H_3O^+(aq) + OH^-(aq) = H_2O(l)$$ ...

هو تفاعل (حمض – أساس). ويمتاز بأنه: سريع وتام وناشر للحرارة.

2- أكمل الجدول، ثم أرسم المنحنى $G = f(V_a)$، وناقشه.

... انظر الجدول.

... انظر البيان $G = f(V_a)$ المقابل.



... **مناقشة البيان:** نميز في البيان ثلاث مراحل:

أ- قبل التكافؤ:

عند إضافة الحمض تتفاعل شوارد الهيدرونيوم مع شوارد الهيدروكسيد لتعطي الماء، فيتناقص تركيز المزيج بشوارد الهيدروكسيد، حيث كمية مادتها الابتدائية أكبرمن كمية مادة الهيدرونيوم المضافة من السحاحة، وبالتالي تبقى شوارد الهيدروكسيد في البيشر بعد تفاعل حمض - أساس، ولذلك المحلول الناتج أساسي، فيكون لون المزيج أزرق.

ب-عند نقطة التكافؤ:

يكون عندها كل الشوارد OH^- قد تفاعلت مع الشوارد H_3O^+ وينتج الماء، لذلك تكون للناقلية أدنى قيمة. ويمكن تعيين نقطة التكافؤ بيانيا من نقطة تقاطع المستقيمين الناتجين من البيان $G = f(V_a)$ قبل التكافؤ وبعده.

جـ - بعد نقطة التكافؤ:

تبقى كمية مادة شوارد الهيدرونيوم المضافة في المزيج دون تفاعل نتيجة لاختفاء كل شوارد الهيدروكسيد وعليه يكون المزيج في الكأس حمضيا ولذلك فإن لونه أصفر.

3- اشرح تغيرات لون المزيج.

... شرح تغيرات لون المزيج.

- **قبل التكافؤ:** لون المزيج أزرق لأن الوسط أساسي.
- **عند نقطة التكافؤ:** لون المزيج أخضر لأن الوسط معتدل.
- **بعد نقطة التكافؤ:** لون المزيج أصفرلأن الوسط حمضي.

4- أنشئ جدول تقدم التفاعل من أجل $V_a < V_{a,E}$، حيث: $V_{a,E}$: الحجم عند نقطة التكافؤ، ثم من أجل $V_a = V_{a,E}$، ثم من أجل $V_a > V_{a,E}$.

...

مراحل المعايرة	$n(H_3O^+)$	$n(OH^-)$
قبل التكافؤ	0	$0,1 \cdot C_b - C_a.V_a$
عند نقطة التكافؤ	0	0
بعد نقطة التكافؤ	$C_a.V_a - 0,1 \cdot C_b$	0

5- كيف نميِّز نقطة التكافؤ في البيان $G = f(V_a)$.

عند نقطة التكافؤ، تكون كمية مادة الحمض وكمية مادة الأساس في المنظف تناسب مع الأرقام الستوكيومترية، وهي بيانيا النهاية الحدية الصغرى للبيان : $G = f(V_a)$ ، أوهي الاضافة التي يأخذ عندها المحلول اللون الأخضر.

6- عيِّن نقطة التكافؤ ثم احسب التركيز C_b للمحلول المعايَر ثم C_0 للمحلول التجاري (المنظف).

... تتميز نقطة التكافؤ بـ: $C_b.V_b = C_a.V_{a,E}$.

لدينا من البيان: $V_{a,E} = 21mL$. ولدينا: $C_a = 0,1\ mol.L^{-1}$.

حجم العينة المُعَايَرة هو: $V_b = 100mL$.

... تركيز المحلول المعايَر: $C_b = \frac{C_a.V_{a,E}}{V_b}$ ، ت.ع: $C_b = \frac{0,1.21\times10^{-3}}{100\times10^{-3}} = 2,1\times10^{-2}\ mol/L$.

... بما أننا عايرنا محلولا مخففا من المنظف ووجدنا تركيزه المولي $C_b = 2,1\times10^{-2}\ mol/L$ ،

وباستخدام قانون التخفيف: $C_b.V_b = C_0.V_0$ ، فيكون $C_0 = \frac{C_b.V_b}{V_0}$.

ت.ع: $C_0 = \frac{2,1\times10^{-2}.500}{2} = 5,25\ mol/L$.

ملاحظات للأستاذ:

- يمكن اضافة أسئلة أخرى تخدم الموضوع كحساب درجة النقاوة.
- يمكن ذكر بعض خواص المحلول التجاري (الخطورة ، الاستعمالات ، .....).