الفصل التاسع

التوصيل الإلكتروليتى والحمل

obeikandl.com

obeikandl.com

(1) التوصيل الإلكتروليتى :

يعرف التوصيل النوعى K للمحول الإلكتروليتى على أنه توصيل عمود من المحلول طوله 1cm ومساحة مقطعة $1cm^2$- وقيمتها وجد أنه يساوى مقلوب المقاومة النوعية ρ وهى مقاومة نفس العمود من المحلول. ويمكن تعينها بقياس مقاومة خلية مكونة من قطبين متوازيين مساحة مقطع كل منهما $1cm^2$ وتوجد مسافة بينهما قدرها 1cm.

وخلايا التوصيل عادة لا تتفق مع هذه المتطلبات وبالتالى يكون من الضرورى تعيين ثابت مميز لكل خلية وهو ما يسمى بثابت الخلية k. العلاقة بين k، K هى كالتالى :

$$K \cdot R = k$$

$$K = \frac{k}{R} = K.\, k'$$

حيث R هى المقاومة المقاسة للخلية المحتوية على المحلول الإلكتروليتى ذات التوصيل النوعى K، $K' = \frac{1}{R}$ التوصيل للإلكتروليت كما قيس فى الخلية.

التوصيل المكافئ Λ_v = هو توصيل المحلول المحتوى على 1 جم مكافئ من المذاب عندما يوضع بين قطبين متوازيين ذو مساحة مناسبة ويبعدان بعضهما عن بعض مسافة 1cm – العلاقة بين Λ_v ، K هى كالتالى :

$$\Lambda_v = K.V = K'' \cdot \frac{1000}{N}$$

حيث V هو حجم المحلول بالسنتيمتر المكعب المحتوى على 1 جم مكافئ من المذاب، N هى عيارية المحلول ولقياس التوصيل تستخدم قنطرة هويتستون والتى تتضمن نظام مكون من أربع مقاومات R_1 ، R_2 ، R_3 ، R_4 كما هو مبين فى الشكل (29).

والأساس الذى بنى عليه إتزان القنطرة هو العلاقة التالية :

$$R_1 / R_2 = R_3 / R_4$$

ولذا فإنه إذا كان هناك ثلاث مقاومات معلومة يمكن الحصول على المقاومة الرابعة ففى القنطرة المتريـة شكل (29) عند سلك من البلاتين أو من سبيكة البلاتين – إيريديوم على مسطرة مدرجة تحتوى على نسبة الذراعين المعروفة (مقاومتان معروفتان كل واحدة منهما تتناسب مع طول السلك المقابل) والمقاومة المعلومة الثالثة هى عبارة عن صندوق مقاومات متغير على ذراع واحد. وتكون المقاومة المجهولة على

شكل (29) قنطرة هويتستون

الذراع الرابعة للخلية. يستخدم مصدر للتيار المتردد على سبيل المثال متذبذب صمام أو ملف حتى تستخدم لتغذية القنطرة وذلك لتقليل إستقطاب أقطاب الخلية.

ولتلاشى تأثيرات الإستقطاب تماماً حتى مع وجود التيار المتردد يجب بلتنة الإستقطاب (تغطى بطبقة لاصقة من أسود البلاتين).

تستخدم زوج من سماعات الأذن ذات المقاومة المنخفضة لمعرفة نقطة الإتزان على القنطرة. المحلول المبلتن هو عبارة عن 1% من محلول مائى لكلوريد البلاتين المضاف إليه بللورات صغيرة من خلات الرصاص.

وعاء الخلية والأقطاب يتم تنظيفهم بدقة بحمض نيتريك ساخن ثم عدة مرات بالماء المقطر.

تستخدم كمية من المحلول المبلتن وتتصل الأقطاب ببطارية 4 volt (خليتان حمضيتان على التوالى) خلال مفتاح يساعد على إنعكاس إتجاه التيار شكل (30) يمر التيار لمدة تتراوح بين 10 ، 15 دقيقة. وينعكس إتجاهه كل نصف دقيقة.

شكل (30)

وللقدرة العالية التى يتميز بها أسود البلاتين على الإمتزاز يصعب التخلص من الآثار البسيطة من المحلول المبلتن والذى يتخلله غاز الكلور وذلك بمجرد الغسيل. ويمكن التغلب على هذه المشكلة وذلك بعمل التحلل الكهربى فى محلول مخفف من الكبريتيك لمدة ربع ساعة (15 min) وذلك بإنعكاس التيار كل دقيقة. يتم غسل الأقطاب جيداً وتحفظ تحت الماء المقطر.

شكل (31)

ولتقدير ثابت الخلية k تستخدم محلول 0.1 عيارى من محلول كلوريد البوتاسيوم والذى يكون معروفاً بدقة قيمة توصيليته النوعية تستخدم كمحلول الكتروليتى قياسى. يتم غسل الخلية مرات عديدة بأجزاء من المحلول تشحن ثم تغمر فى حمام مائى عند درجة 0.1 ± 25°C وذلك بالقنطرة المبينة فى شكل (31) تقاس مقاومة المحلول بإختيار مناسب من صندوق المقاومات بحيث تقع نقطة الإتزان فى الثلث الأوسط من طول السلك (بين 30 cm، 70 cm) وتبعاً للرسم يبدأ التدريج فى القراءات من اليسار. يتم أخذ ثلاث قراءات بإستخدام ثلاث مقاومات

obeikandl.com

صندوق مختلفة. إذا كانت R هى مقاومة الصندوق لنطقة الإتزان التى تقسم مقياس السلك إلى النسبة L إلى L-100 وتكون مقاومة الخليـــة هـــى R_C تبعـــاً للقاعـــدة المعروفة.

$$R_C = \frac{R.L}{100 - L}$$

$K = 1/R_C$ يمكن حسابها وبمعرفة قيمة التوصيل النوعى لمحلول 0.1N مـــن كلوريد البوتاسيوم عند 25°C. يمكن حساب ثابت الخلية ($k = 0.01285\ ohm^{-1}$) بإستخدام العلاقة السابقة.

2 – الإلكتروليتات الضعيفة :

فى الإلكتروليتات الضعيفة يكون إختلاف التوصيل بإختلاف تركيز المذاب يكـــون مرجعه فى الأساس إلى الإختلافات فى عدد الأيونات وذلك بقيـــاس مـــدى التفكـــك للمحلول. درجة التفكك α بالتخفيف تخفيف قدره (V) يمكن الحـــصول عليـــه مـــن العلاقة التالية :

$$\alpha = \frac{\Lambda_V}{\Lambda_o}$$

حيث Λ_V هى التوصيل المكافئ عند التخفيف، Λ_o هى التوصيل المكافئ المحدود عند تخفيف ما لا نهاية. وللمحاليل الإلكتروليتية الضعيفة لا يمكن الحصول على Λ_o وذلك بمد الخط على إستقامته إلى تخفيف ما لا نهاية وذلك للنتـــائج التـــى حـــصلنا عليها عند تركيز معين. يمكن حسابها من قانون كولوراوش.

$$\Lambda_o = \Lambda_+ + \Lambda_-$$

حيث Λ_+ ، Λ_- هى التوصيل الأيونى عند تخفيف ما لا نهاية لكل من الكاتيونات والأنيونات.

التجربة : تقدير ثابت التفكك لحمض ضعيف بطريقة التوصيل .

المواد المستعملة والكيماويات المطلوبة :

حمض الساكسينيك – تقدير المقاومة للمحلول

(1) حضر 100 ml من محلول 0.2N من حمـــض الساكـــسينيك ومـــن هـــذا المحلول حضر محاليل مخففة وهى 0.0125N ، 0.0251 ، 0.05 ، 0.1،.

(2) عين مقاومة كل محلول كما سبق.

الحسابات :

(1) من معرفة ثابت الخلية. إحسب التوصيل النوعى ثم التوصيل المكافئ لكل محلول.

(2) بمعلومية التوصيل المكافئ المحدود للحمض Λ_o وذلك من $\Lambda_o=\Lambda_+ +\Lambda_- =382$. يمكن حساب درجة التفكك α عند تركيزين منخفضين.

(3) إحسب القيمة المتوسطة لثابت التفكك K_a للحمض بإستخداتم علاقة استوالد التالية.

$$K_a = \frac{\alpha^2 - C}{1 - \alpha}$$

حيث إن C هى التركيز معبراً عنه بالجم مكافئ كل لتر

3- الإلكتروليتات القوية :

تبعاً لديباى هيكل وأونزاجر تعتبر الإلكتروليتات القوية مفككة تماماً عند كل التركيزات. لتقدير التغير فى التوصيل بتغير التركيز يعتبر أونزاجر أثر العوامل المختلفة مثل اللزوجة، ثابت العزل، التكافؤ ... إلخ. ووضعت المعادلة التالية للإلكتروليتات أحادية التكافؤ.

$$\Lambda_o = \frac{\Lambda + 59.78\sqrt{C}}{1 - 0.2273\sqrt{C}}$$

Λ هى التوصيل المكافئ عند تركيز C ، Λ_o هى التوصيل عند تخفيف ما لا نهاية. يمكن تطبيق هذه العلاقة فقط فى المحاليل المخففة التى يصل تركيزها حوالى 10^{-4} $\simeq$. فى المحاليل الأكثر تركيزاً تعطى المعادلة قيم Λ_o التى تعطى زيادة محدودة بالتركيز. فى هذه المحاليل إلى تركيز يصل إلى 0.1N يمكن تمثيل النتائج بالعلاقة النصف أولية والتى وضعها شدلوفسكى

$$\Lambda' = \Lambda_o + BC = \frac{\Lambda + 59.78\sqrt{C}}{1 - 0.2273\sqrt{C}}$$

حيث إن B هو ثابت . وتستخدم هذه العلاقة لتقدير قيمة Λ_o من قياسات Λ عند تركيزات مختلفة.

التجربة : تقدير التوصيل المكافئ عند تخفيف ما لا نهاية للإلكتروليت القوى أحادى التكافؤ.

المواد المستخدمة والكيمياويات :

(1) نستخدم خلايا التوصيل التى سبق ذكرها – ملح كلوريد البوتاسيوم.

الطريقة :

(1) حضر 250ml من محلول 0.25N كلوريد البوتاسيوم ومن هذا المحلول يحضر محاليل مختلفة التركيز وهى محاليل 0.001N ، 0.0025N، 0.005N، 0.01N، 0.05N، 0.1N وذلك بالتخفيف المناسب. يوضع المحاليل فى حمام مائى عند درجة $25°C \pm 0.1$.

(2) بإستخدام خلية التوصيل التى يكون ثابت الخلية لها معروفاً نقدر مقاومة كل محلول عند 25°C.

الحسابات :

(1) إحسب قيم K ، Λ لكل محلول.

(2) إحسب Λ المقابلة بإستخدام علاقة شدولوفسكى.

(3) إرسم العلاقة البيانية بين Λ،التركيزC ويمد إلى تركيز C=o وذلك لتقدير Λ_o .

(4) المعايرات بالتوصيل :

تعطى أيونات الهيدروجين والهيدروكسيل توصيلاً عالياً. عندما يضاف الحمض القوى بالتدريج إلى محلو قلوى فإن توصيل المحلول سوف يقل أولاً وذلك لإختفاء أيونات الهيدروكسيد وذلك لإستبدالها بأيونات الحمض الأقل حركة.

عندما يتم التخلص من أيونات الهيدروكسيد وذلك بإتحادها مع أيونات الهيدروجين وذلك لتكوين جزئيات الماء الغير مفككة.

فإن أى إضافة للحمض بعد ذلك سوف تؤدى إلى زيادة التوصيل مرة أخرى. برسم العلاقة بين توصيل المحلول وعدد الميلليلترات من الحمض المضاف نحصل

على منحنى يأخذ حرف V. ونقطة التلاقى لفرعى المنحنى يعطى عدد الميلليلترات من الحمض المكافئة لكمية القلوى المستخدم.

المعايرات بالتوصيل تتضح فى معايرات الأحماض الضعيفة والقواعد الضعيفة والتى يصعب إتمامها بإستخدام طريقة الأدلة.

يمكن لمحلول من حمض الخليك عياريته N/100 أن يعاير توصيلياً بمحلول N/100 من هيدروكسيد الأمونيوم – ففى البداية يكون التوصيل منخفضاً وذلك لإنخفاض تأين الحمض ولكنها تزيد تدريجياً بإضافة هيدروكسيد الأمونيوم وذلك لتكوين خلات الأمونيوم التى هى من الإلكتروليتات القوية.

بعد نقطة النهاية يبقى التوصيل ثابتاً وذلك لأن تأين الزيادة من هيدروكسيد الأمونيوم سيتوقف بتأثير أيون الأمونيوم المشترك.

التجربة : المعايرة بالتوصيل لقاعدة قوية بحمض قوى.

الأدوات والكيمياويات المطلوبة :

(1) دائرة قنطرة التوصيل.

(2) هيدروكسيد الصوديوم، حمض الهيدروكلوريك – كربونات الصوديوم.

طريقة العمل :

(1) حضر 100 ml من محلول هيدروكسيد الصوديوم عياريته تقريبا 0.1N وكذا لحمض الهيدروكلوريك. حضر 100 ml من محلول كربونات الصوديوم عياريته بالضبط 0.1N عاير الحمض مع الكربونات.

(2) يوصل دائرة القنظرة المترية كما سبق.

(3) إنقل 25 ml من محلول هيدروكسيد الصوديوم إلى خلية التوصيل وبإستخدام صندوق مقاومات مناسب عين نقطة الإتزان على سلك القنطرة.

(4) صب HCl من السحاحة بكميات صغيرة فى نفس الوقت إخلط جيداً وبإستخدام نفس صندوق المقاومات عند نقطة الإتزان بعد كل إضافة.

الحسابات :

(1) عند نقطة الإتزان يتناسب طول السلك مع مقاومة المحلول ويتناسب مقلوب الطول مع التوصيل. وإرسم مقلوب قراءات القنطرة مع عدد الميلليلترات من الحمض المضاف. نقطة تقاطع جزأى المنحى تحدد نقطة التكافؤ.

(2) بمعرفة عيارية الحمض. إحسب عيارية القلوى بإستخدام العلاقة التالية :

$$N \times V = N' \times V'$$

(5) أعداد الحمل :

عند تحلل محلول ملح بين قطبين معدنيين فعلى سبيل المثال، عند تحلل محلول نترات الفضة بين قطبين من الفضة.

يلاحظ تغير فى تركيز الإلكتروليت التى لا تكون متساوية عند القطب الموجب والقطب السالب.

حيث إن هناك كميات متكافئة من الأيونات الموجبة والسالبة تفقد شحناتها عند الأقطاب فإن سرعة هجرة الكاتيوناتUc تختلف عن سرعة هجرة الأنيونات Ua.

وحيث إن كمية الكهربية التى تنتقل بالأيون تتناسب مع سرعته فإن الكمية المتنقلة بالكاتيون تتناسب مع Uc أما تلك التى تنتقل بالأنيون تتناسب مع Ua يتناسب الكمية المنتقلة كلها مع مجموع Uc+Ua

وتبعاً لهتيتوورف فإن الكسر $n_+ = \frac{Uc}{Uc + Ua}$ يساوى عدد حمل الكاتيون والكسر $\frac{Ua}{Ua + Uc}$ هو عدد حمل الأنيون n_-.

ويمكن توضيح خلية نقل تستخدم فى تقدير أعداد الحمل فى الرسم التالى شكل (32)

شكل (32) خلية نقل تستخدم فى تقدير أعداد الحمل

الكمية الكلية للكهربية تتناسب مع Uc + Ua يمكن تقديرها بواسطة كولومتر نحاس يتصل على التوالى مع الخلية. تقدر كمية النحاس المترسبة كاثودياً فى

obeikandl.com

الكولوميتر وتقدر أيضاً كمية الفضة المكافئة والذائبة أنودياً فى غرفة الأنـــود (A). وكمية الكهربية المنتقلة بكاتيونات الفضة والمهاجرة ناحية غرفة الكاثود (B) والتى تتناسب مع Uc يمكن تقديرها بالإنخفاض النسبى فى كمية الفضة فى غرفة الأنـــود بعد السماح لكمية الفضة المذابة أنودياً بالإنتقال إلى هـــذه الغرفـــة بمعرفـــة قيمـــة Uc+Ua ، Uc يمكن حساب n_+، n_-.

التجربة : تقدير أعداد الحمل لأيونات الفضة والنترات فى محلول نترات الفضة

المواد والكيماويات المستخدمة فى التجربة :

(1) كلوريد الصوديوم – نترات الفـــضة – ثيوســـيانيد البوتاســـيوم – حمـــض النيتريك.

(2) يتركب الجهاز المبين فى الشكل (32).

الطريقة :

حضر المحاليل التالية:

100 ml من محلول كلوريد الصوديوم عياريته بالضبط 0.1N، 250 ml مـــن محلول نترات الفضة عياريتها تقريباً 0.1N ، 500 ml مـــن محلـــول ثيوســـيانيد البوتاسيوم عياريته تقريبا 0.1N. عاير نترات الفـــضة ضـــد كلوريـــد الـــصوديوم بإستخدام طريقة موهر كالتالى :

يضاف إلى 10 ml من محلول كلوريد الصوديوم 50 ml مـــن المـــاء المقطـــر وقطرات من كرومات البوتاسيوم. تضاف من السحاحة محلول نترات الفـــضة مـــع إستمرار التقليب (الرج). يستمر إضافة نترات الفضة حتى ظهـــور اللـــون الأحمـــر الطوبى.

(1) تعاير محلول ثيوسيانيد البوتاسيوم بمحلول نترات الفضة بإستخدام طريقـــة فولهارد كالتالى : يضاف إلى 100 ml من نترات الفضة 5ml من محلول حمـــض النيتريك عياريته 6N، 1 ml من محلول 2% من دليل شب الحديد. تعاير بمحلـــول ثيوسيانيد البوتاسيوم حتى ظهور اللون الأحمر الدموى.

(2) يوزن بالضبط 25 ml من محلول نترات الفـــضة (w gm) ويعبـــر عـــن تركيبها كالتالى [ماء (w-n)g + نترات الفضة n g] .

(3) تملأ الغرف (A)، (B)، (C) للخلية بمحلول نترات الفضة وتغمر أقطـــاب الفضة كما هو مبين بالرسم. ويوصل كولومتر نحاسى وميللى أميتر علـــى التـــوالى بالخلية من خلال مقاومة منزلقة . والكولوميتر النحاسى يتكون ببساطة من كـــأس

سعته من 100 ml إلى 150 ml يمسك حمام النحاس وشريحتين من أقطاب النحاس مساحة كل منهما تقريبا 2 cm^2 وذلك كانود وكاثود. الإلكترود الذى يعمل كاثوداً ينظف وذلك بالكحول جيداً ويجفف ويوزن. ويتكون الحمام النحاس من 15 gm كبريتات نحاس + 5 gm حمض كبريتيك + 5 gm كحول إيثيلى + 100 gm ماء مقطر.

(4) وصل طرفا الخلية بمصدر متردد للتيار جهده من 40 إلى 60 فولت. وتضبط المقاومة بحيث يكون التيار المار هو 10 ma (كثافة التيار عند أقطاب النحاس تقريباً 2.5 ma/cm^2) يبقى حمام الكولوميتر فى تقليب مستمر وذلك بتيار من الهيدروجين النقى أو غاز ثانى أكسيد الكربون. يستمر مرور التيار الكهربى لمدة تتراوح بين 3 إلى 4 ساعات. يفصل الإلكتروليت فى الغرفة الوسطى (C) بين كل من الأنوليت، الكاثوليت وذلك بواسطة زوج من الصنابير.

(5) يرفع بحذر أنود الفضة وينقل كمياً الأنوليت خلال الصنبور السفلى وذلك فى قارورة موزونة. يغسل الأنود والغرفة بقليل من محلول نترات الفضة الأصلى فى قارورة. يعين وزن الأنوليت وترمز له بالرمز w gm وبمعايرته بمحلول ثيوسيانيد البوتاسيوم ويقدر محتواه من الفضة ويعبر عن التركيب كالتالى:

$$n'gm\ AgNO_3 + (w^- n')g\ H_2O^-.$$

(6) يرفع الكاثود الذى هو عبارة عن شريحة من النحاس من الكولوميتر يغسل جيداً بالماء المقطر ثم بالكحول. يجفف ويوزن – يحسب وزن النحاس المترسب c mg ويعبر عنه على صورة gm مكافئ أى $X\ gm\ equiv = \frac{m}{31.78}$ حيث الوزن المكافئ للنحاس هو 31.78.

(7) يجرى التأكد من أن تركيب المحلول فى الغرفة الوسطى (C) باقى لم يتغير.

الحسابات :

(1) كمية الكهربية الكلية المنتقلة والتى تتناسب مع Uc+Ua تعطى بالقيمة X. وتبعاً لقانون فاراداى X جم مكافئ من الفضة يجب أن تذاب فى غرفة الأنود.

(2) تهاجر كمية الكهربية المحمولة بكاتيونات الفضة ناحية الكاثود والتى تتناسب مع Uc يمكن تقديرها بالإنخفاض النسبى فى تركيز الفضة فى الأنيوليت وتعطى تلك بالمقدار $Y = D - (O+X)$ حيث O هو يحتوى الفضة الأصلى فى

الأنيوليت معبراً عنه بالجرام مكافئ قبل عملية التحليل الكهربى، X هى الفضة المكافئة والمذابة أنوديا أما D فهى كمية الفضة للأنيوليت معبراً عنه بالجرام المكافئ مقدرة بعد عملية التحليل ويمكن حساب كل من O ، D كالتالى :

$$O = \frac{w' - n'}{w - n} \cdot \frac{n}{169.9} \text{ gm equivalent } AgNO_3$$

أو Ag (الوزمن المكافئ لنترات الفضة هو 169.9)

$$D = \frac{n'}{169.9} \text{ gm equivalent } AgNO3$$

أو Ag

(3) عدد الحمل أيون الفضة n_+ هو :

$$n_+ = \frac{Uc}{Uc + Ua}$$

ويعطى القيمة Y/X أما عدد حمل أيون النترات فهو :

$$n_- = \frac{Ua}{Uc + Ua}$$

أو بالقيمة $1 - n_+$

6- إستشراد أو هجرة الجزيئات المعلقة فى مجال كهربى :

تحت تأثير المجال الكهربى يتجه صول كبريتيد الزرنيخوز ناحية القطب الموجب دليلاً على أن هذه الجزيئات أو الدقائق عليها شحنة سالبة. أما تحرك صول هيدروكسيد الحيديك ناحية القطب السالب فيدل على أن هذه الدقائق تحمل شحنة موجبة. هذه الظاهرة تسمى هجرة الجزئيات المعلقة فى المجال الكهربى أو ما يسمى بالإلكتروفور يسيز ويبين الرسم التالى تبسيط للجهاز المستخدم فى تتبع دقاتق الغروى تحت تأثير مجال كهربى وذلك فى الشكل رقم (33).

التجربة : تقدير طبيعة الشحنات على غروى كبيريتيد الزرنيخوز وأكسيد المنجنيز وتحديد حركية الجزيئات المعلقة تحت تأثير المجال الكهربى.

المواد المستخدمة والكيماويات :

(1) الجهاز المبين فى الرسم.

(2) أكسيد الزرنيخوز – غاز كبريتيد الهيدروجين – غاز الهيدروجين – برمنجنات البوتاسيوم – فوق أكسيد الهيدروجين.

الطريقة :

(1) حضر الصول كما هو موضح فيما يلى :

صول كبريتيد الزرنيخوز:

يغلى 29 gm من أكسيد الزرنيخوز مع 500 ml من الماء حتى تمام الذوبان. يبرد المحلول ويشبع المحلول بغاز كبريتيد الهيدروجين الذى سبق غسله بفقاقيع مياه. يدفع تيار من غاز الهيدروجين لطرد الزيادة من كبريتيد الهيدروجين.

صول ثانى أكسيد المنجنيز :

(1) يضاف إلى 50 ml من محلول برمنجنات البوتاسيوم عياريته 0.1N بالنقط من السحاحة حوالى عشرة حجوم من محلول فوق أكسيد الهيدروجين مع التقليب المستمر. يضاف فوق أكسيد الهيدروجين حتى تمام إختزال البرمنجنات. ويتضح ذلك عندما يختير قليل من الصول بكاشف كلوريد الباريوم مع عدم إعطاء لون أحمر

(2) يركب الجهاز كما هو موضح فى الشكل. نضع قطعة من القطن على فوهة الجزء السفلى من الأنبوبة (B) والتى يتصل بها قطعة من الأنبوبة المطاطية التى يتصل بها من أعلى قمع صغير. مع قفل المشبك الزنبركى يصب بعناية الصول فى القمع مع مراعاة عدم وجود فقاعات هوائية. يفتح المشبك الزنبركى قليلاً حتى يتم ملء الأنبوبة (A) وذلك إلى إرتفاع من 3cm إلى 4cm. يخفض القمع حتى يكون فى مستوى (B). يفتح المشبك الزنبركى بحرص ثم يرفع القمع تدريجياً وببطء وذلك حتى يعطى الفرصة للغروى للإرتفاع فى ذراعى الأنبوبة دافعاً الماء إلى أعلى حتى يكون مستوى الماء حوالى 2cm من القمة. يقفل المشبك الزنبركى وتوضع الغطاء الفلينى المثبت فيها قطبين من البلاتين.

يراعى أن تكون الأقطاب فوق مستوى الحد الفاصل بين الغروى والماء بمسافة 5 cm. يراعى عدم المساس بالحد الفاصل.

(3) يستخدم 100-200 D.C. فولت بين القطبين لمدة كافية 10 min إلى 20 min حتى يلاحظ تحرك واضح للحد الفاصل. يمكن قياس التحرك على مسطرة مدرجة تتصل بطرفى الأنبوبة.

الحسابات :

(1) يقدر الفرق بين الحد الفاصل بين الماء والقوى قبل وبعد مرور التيار.

(2) بمعرفة فرق الجهد المستخدم (V) فولت والمسافة d cm بين القطبين يمكن حساب شدة المجال وهو عبارة عن V/d.

(3) يمكن حساب حركية الجزيئات لكل وحدة مجال كهربى.

شكل (33)

جهاز لقياس حركية الجزيئات تحت تأثير مجال كهربى

❖❖❖ ❖❖❖ ❖❖❖

obeikandl.com