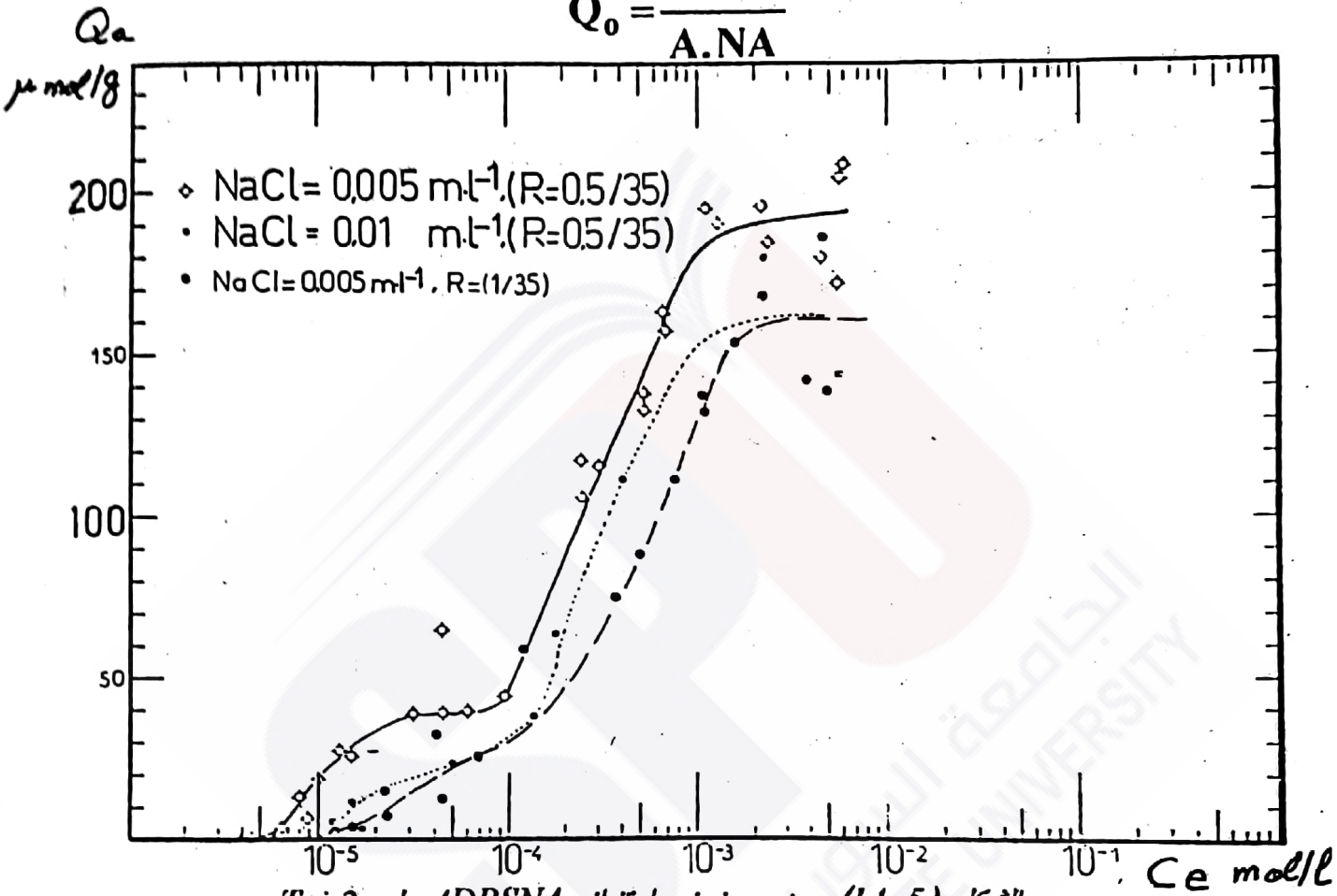
$$Q_{II} = 2Q_0 \Rightarrow \theta = \frac{Q_{II}}{Q_0} = \frac{2Q_0}{Q_0} = 2$$

حيث وكما ذكرنا Q_0 هي الكمية اللازمة لتشكيل طبقة أحادية من جزيئات المخفض على سطح الجسم الصلب وتعطى بالعلاقة الآتية :

$$Q_0 = \frac{S.S}{A.NA}$$



الشكل (5-14) يوضح منحني امتزاز 4DBSNA على Toi 2

حيث أن :

A : المساحة التي يغطيها الجزيء الواحد .

NA : عدد أفوكادرو = 6.023×10^{23} .

S.S : السطح النوعي للجسم الصلب .

لا يوجد عتبة ثالثة لأنها تعني ترسب جزيئات المخفض وفقدان فعاليته .

كما نلاحظ أنه بين العتبة الأولى والثانية هناك ارتفاع حاد في الكمية الضائعة بالامتزاز وهذا يعود إلى نظرية التكثيف ثنائي البعد التي تشير إلى أن الموائع

Scanned by CamScanner

عندما توجد على تماس مع الجسم الصلب تحاول أن تنتشر أفقياً ولا تأخذ بعداً عمودياً ومشكلة عدة طبقات قبل أن تصل إلى الشكل الحر .

ج- إضافة إلى العتبة الأولى والثانية فإنه توجد عتبة صغيرة جداً تتشكل قبل تشكل العتبة الأولى حيث يحصل هنا ثبات ضعيف في الكمية الضائعة بالامتزاز على سطح الجسم الصلب وتفسر هذه العتبة بأن الامتزاز يحصل أولاً على السطوح الجانبية للجسم الصلب قبل السطوح القاعدية وذلك بسبب وجود مراكز نشطة على السطوح الجانبية هذه المراكز النشطة تحوي أكاسيد الألمنيوم والسيليسيوم .

ونسبة هذه العتبة المتشكلة إلى العتبة الكبيرة الموافقة للطبقة الأحادية تعادل نسبة السطح الجانبي إلى السطح القاعدي أي حوالي 20 % ، حسب الحالة المدروسة .

5-16-1-2- العوامل المؤثرة على منحنيات الامتزاز

1- تأثير الأملاح على منحنيات الامتزاز

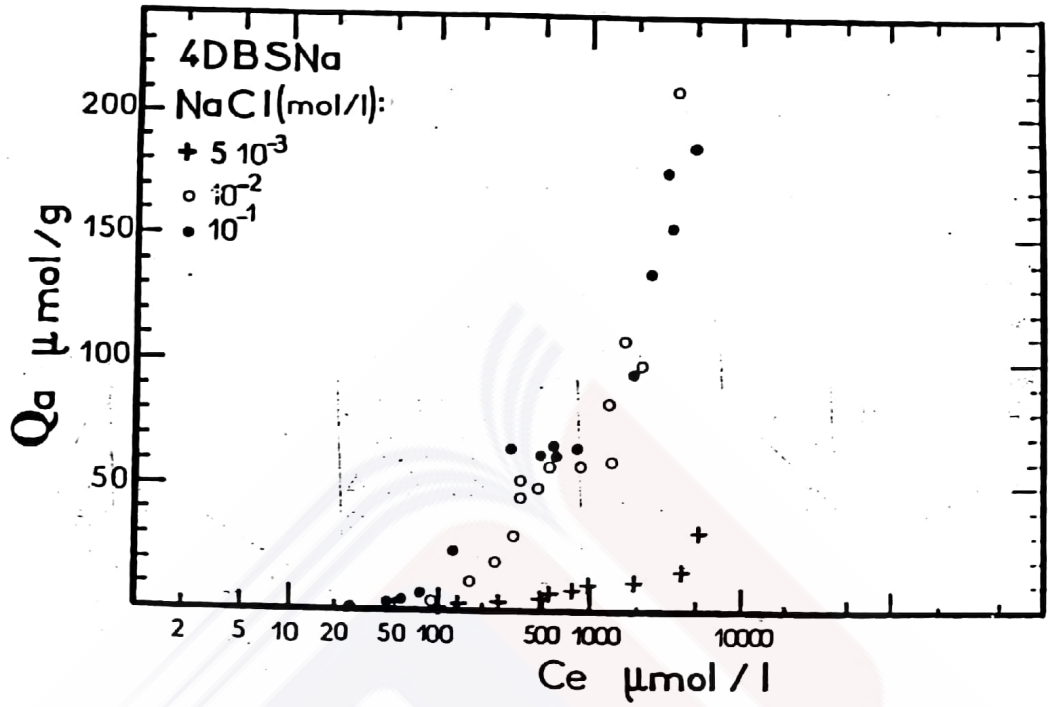
2- تأثير الكحولات على منحنيات الامتزاز

3- تأثير الـ PH على منحنيات الامتزاز .

أولاً - تأثير الأملاح :

لندرس تأثير المخفض 4DBSNA على الغضار وذلك بوجود ملح كلور الصوديوم عند تركيزين 0.1 - 0.01 مول /ليتر . يتبين من الشكل (5-15) أنه كلما ازدادت ملوحة الوسط حصلنا على منحنيات امتزاز أقرب إلى التراكيز الصغرى أي ينزاح المنحني نحو التراكيز العالية . أي أنه بزيادة تركيز الملح نحصل على C.M.C بتراكيز قليلة للمخفض وبالتالي فإن وجود الأملاح في الوسط هو ظاهرة إيجابية وبمعنى آخر بوجود الأملاح تصبح عملية امتزاز المخفض على سطح الغضار أسرع أي تتشكل الطبقة الأحادية عند تراكيز أقل للمخفض .

Scanned by CamScanner



الشكل (5-15) تأثير تركيز الملح على منحني الامتزاز محور العينات يمثل الكمية الضائعة بالامتزاز، محور السينات يمثل تركيز التوازن .

وسبب ذلك هو أن الغضار ينكمش بوجود الملح ويقل انتفاخه مما يقلل سطحه النوعي .

وبالتالي يتسرع تشكل الطبقة الأحادية بسبب نقصان الكمية الضائعة بالامتزاز .

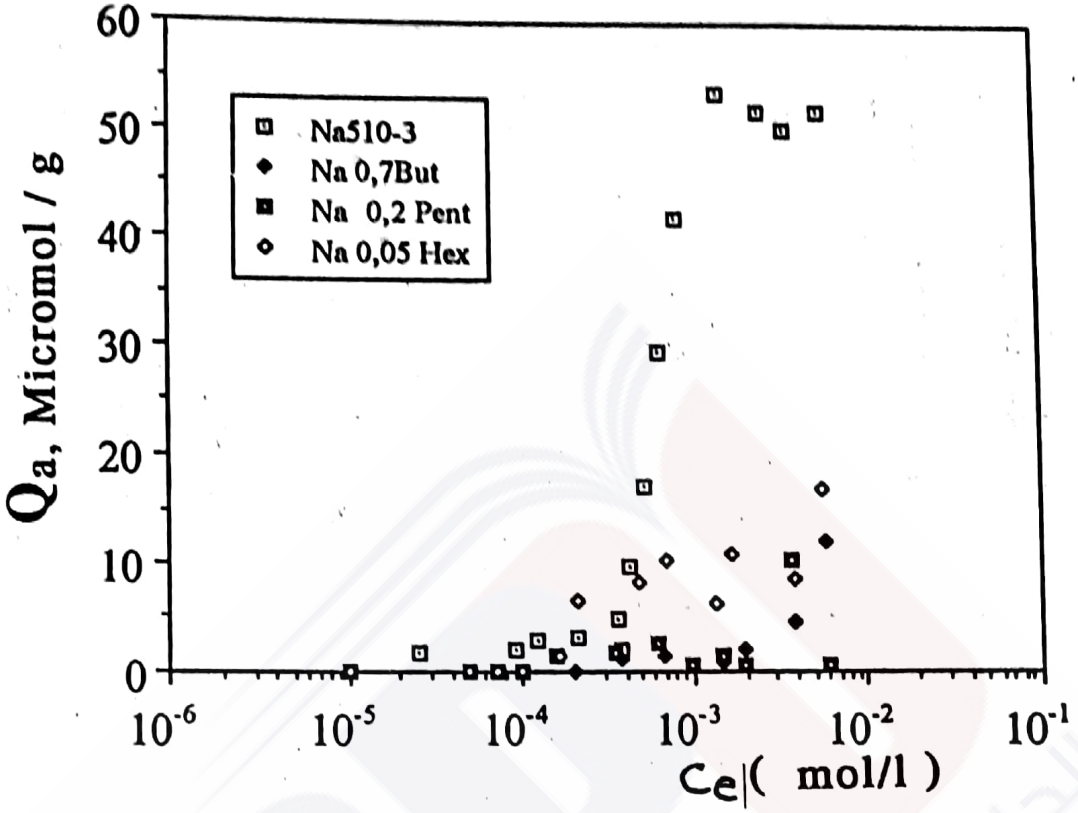
ثانيا : تأثير الكحولات :

يبين الشكل (5-16) تأثير الكحولات على منحنيات الامتزاز . نلاحظ من الشكل ما يلي :

بوجود الكحولات ومن أجل درجة ملوحة ثابتة نلاحظ أن المنحنيات ترتفع تقريبا مقابل C.M.C ثم تنخفض أي أن عملية الامتزاز تكون أعظمية مقابل C.M.C ثم

Scanned by CamScanner

تنخفض من جديد دون أن ترتفع كما هو الحال في منحني الامتزاز النظري .



الشكل (5-16) تأثير الكحولات على منحنيات الامتزاز

يفسر ذلك بأن جزيئات الكحول تتوضع بين جزيئات المخفض الأحادية البسيطة المشاركة في تشكيل الجزئ الكروي الموافقة للتركيز المذيلي الحدي . مما يعني انخفاض بعدد المذيلات الأحادية البسيطة المشاركة في تشكيل الجزئ الكروي الموافق لحالة التوازن .

كما نلاحظ من الشكل أن الكمية الضائعة بالامتزاز هي أكبر في حالة الهكسانول وأقل في حالة البوتانول ويفسر بأنه كلما كانت السلسلة الكحولية أقصر كان تأثيرها أكبر على تخفيض الامتزاز أي كلما ساعدت على تخفيض الكمية الضائعة بالامتزاز للحدود الدنيا ولكن بنفس الوقت كلما كانت السلسلة الكحولية أقصر كانت أعلى سعرا .

Scanned by CamScanner

ثالثاً : تأثير الـ PH للوسط على منحنيات الامتزاز :

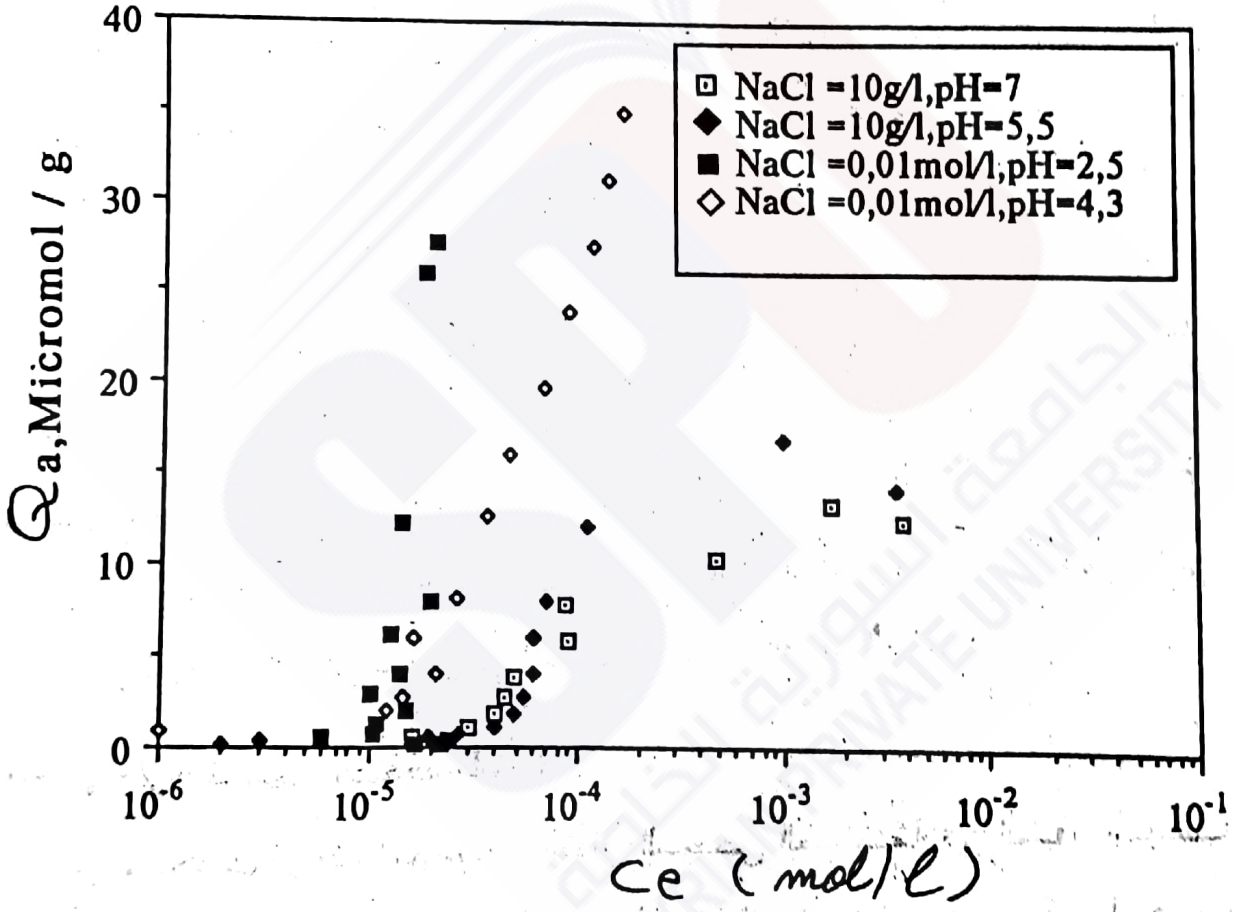
سوف ندرس هذا التأثير من خلال الشكل رقم (5-17) ، والذي يمثل تأثير الـ PHعلى الكمية الضائعة بالامتزاز Q_a وذلك بالنسبة للمخفض 4DBSNa :

المنحني الأول : PH = 2.5 وتركيز NaCl يساوي 10^{-2} mol / l

المنحني الثاني : PH = 4.3 وتركيز NaCl يساوي 10^{-2} mol / l

المنحني الثالث : PH = 5.5 وتركيز NaCl يساوي $2.2.10^{-2}$mol / l

المنحني الرابع : PH = 7 وتركيز NaCl يساوي $2.2.10^{-2}$ mol / l



الشكل (5-17) تأثير الـ PH على منحنيات الامتزاز

محور السينات يمثل الكمية الضائعة بالامتزاز ومحور العينات يمثل تركيز التوازن

Scanned by CamScanner

تفسير المنحنيات :

يحصل ترسب للمخفض مادام هناك زيادة في الكمية الضائعة بـــالامتزاز ففـــي المنحني الأول و الثاني تكون درجة الحموضة PH منخفضة ونستنتج أنه إذا كـــانت PH منخفضة أي الوسط حامضي فإنه يؤدي إلى ترسب للمخفض .

أما عندما تكون PH للوسط مرتفعة (المنحنـــي 4) فـــإن الكميـــة الضائعـــة بالامتزاز تكون قليلة وبالتالي لا يحصل ترسب للمخفض .

لذلك نستنتج أنه حتى لا يحصل ترسب للمخفض وفقدان فعاليته يجب أن يكـــون الوسط قلوياً أي PH مرتفعة .

أما بالنسبة لتأثير تركيز الملح مع تأثير PH فإننا نلاحظ أنه كلمـــا زاد تركـــيز الملح نحصل على منحنيات امتزاز أقرب إلى التراكيز الكبيرة للمخفض أي يـــنزاح المنحني نحو اليمين أي نحصل على C.M.C عند تراكيز أكبر وذلك بالمقارنة مـــع منحني تأثير تركيز الأملاح لوحدها على منحنيات الامتزاز ويفسر ذلك بأن تـــأثير درجة حموضة الوسط PH اكبر من تأثير الأملاح .

إن فعالية الأملاح بوجود عامل الـــ PH يقل ولا ينعدم نهائياً ولذلك وعند معالجة الطبقات بالمخفضات لرفع عامل المردود النفطي فإننا نضيـــف البيكربونـــات مـــع المخفض ولا نضيف NaOH وذلك لرفع درجة الـــــ PH لأن إضافـــة NaOH تؤدي إلى حصول ترسبات ثانوية مثل ترسب ماءات الحديد وماءات الألمنيوم و التي يصعب إزالتها في الطبقة مما يؤدي إلى تقليل نفوذية الطبقة المنتجة .

5-16-2- ترسب المخفضات :

حتى لا يحصل ترسب لمخفضات التوتر السطحي المستخدمة في الطبقات يجـــب اختيارها بحيث تملك شحنة سطحية موافقة للشحنة السطحية للصخـــر كمـــا يجـــب إجراء دراسة كيميائية للصخر لمعرفة الشوارد الناتجة عنه في المحلول حيث يجب أن يكون هناك توافق بين الشوارد الناتجة عن الصخر وبين شوارد المخفضات فمثلاً شوارد الصوديوم الناتجة عن الغضار الصودي وشوارد الصوديـــوم الناتجـــة عـــن

Scanned by CamScanner

المخفض إذا تغيرت طبيعة هذه الشوارد يمكن أن يحصل تبادل شـــاردي وبالتـــالي يمكن أن يحصل ترسب للمخفض و هذا يعني ضياع فعالية المخفضات و عدم قيامـــها بدورها.

لقد اهتم عدد من الباحثين بترسب مخفضات التوتر الســـطحي ولخصـــوا آليـــة الترسيب بأنها تتم على أشكال مختلفة :

إما على شكل جزيئات مترابطة بشكل صفائحي أو أســـطواني بالنســـبة للنـــوع المشحون أو بشكل عشوائي بالنسبة للنوع الحيادي .

5-17- العلاقات الرياضيـــة المســـتخدمة لحســـاب الكميـــة الضائعـــة بـــالامتزاز ولتقديـــر وزن مخفضـــات التوتـــر السطحي المحقونـــة في الطبقة

5-17-1- حساب الكمية الضائعة بالامتزاز

$$Q_a = \frac{v}{m}(C_i - C_e)$$

حيث أن :

Q_a : الكمية الضائعة بالامتزاز (mol / gr)

m : كتلة المادة الصلبة التي على تماس مع المخفض (gr)

v : حجم السائل الذي على تماس مع المادة الصلبة (l)

C_i : التركيز الأولي للمخفض (mol / l)

C_e : التركيز النهائي (تركيز التوازن) (mol / l)

حتى نتمكن من حساب Q_a مخبريا يلزمنا حساب C_e فقـــط لأن m , v , C_i معروفة يتم تحديد قيمة C_e (تركيز التوازن) وذلك بمعايرة المحلول بعـــد انتـــهاء عملية الامتزاز بطريقة (ايبتون) أو بالأشعة فوق البنفسجية .

Scanned by CamScanner

5-17-2- تقدير وزن المخفضات التي يجب أن تحقن في الطبقة

أوجد العالم جونسون عام 1960 هذه العلاقة :

$$\left[\left[\frac{(1+k.C_e)}{k.C_e}\right]^2\right]^2 = \frac{X}{L}.\frac{Q_o}{w}$$

حيث أن :

X : مسافة حركة المخفض ذو التركيز C_i (قدم)

L : الطول الإجمالي للمكمن (قدم)

C_e : تركيز التوازن للمخفض (ليبرة / برميل)

Q_o : الكمية العظمى الممتزة على واحدة المساحة من السطح المسامي (ليبرة / قدم مكعب) والقابلة لتشكيل الطبقة الأحادية .

k : مقلوب تركيز المحلول المتوازن عند الكمية الممتزة والمساوية لـ $Q_o/2$ (برميل / ليبرة) والتي تقابل نظريا انتقال حالة الطبقة الممتزة من درجة تغطية صفر إلى درجة تغطية تساوي الواحد .

w : الوزن النوعي لمخفضات التوتر السطحي (ليبرة / قدم مكعب)

5-18- مخفضات التوتر السطحي الحيادية

عبارة عن أملاح الحموض الدسمة شحنتها السطحية متعادلة وذلك لأن عدد الشحنات الموجبة يساوي عدد الشحنات السالبة .

تنتمي مخفضات التوتر السطحي الحيادية إلى عائلة الإيتوكزيلات وحدة الإيتوكرينل هي :

$$(CH_3 - CH_2) - O$$

أهم أنواع المخفضات الحيادية هي (NP- 10) وهو مكون من 10 جزيئات نونيل فينول ايتوكزيل والنوع الآخر مكون من 30 جزيئة نونيل فينول ايتوكزيل

Scanned by CamScanner

ويسمى (NP - 30) وأما النوع الثالث فيسمى TBE-8 (ثلاثي اوكتيل الفينول) .

النوع الأخير يدرس بشكل مفصل حاليا لأنه أعطى نتائج جيدة .

الجدول (5-2) التالي يظهر بعض خواص المخفضات الحيادية :

الجدول (5-2)

نوع المخفض	TBE-8	Np-100	Np-30
المظهر	سائل لزج	هلام لزج	صلب شمعي
درجة الحرارة	$20 < t < 50$	> 120	> 120
الكتلة المولية	558	4620	154.1
10gNaCl	$2.36 \cdot 10^{-4}$	$6.5 \cdot 10^{-5}$	$1.41 \cdot 10^{-4}$
ماء مقطر	$2.85 \cdot 10^{-4}$	-	$1.85 \cdot 10^{-4}$

5-18-1- التركيز الجزيئي الحد 3 55

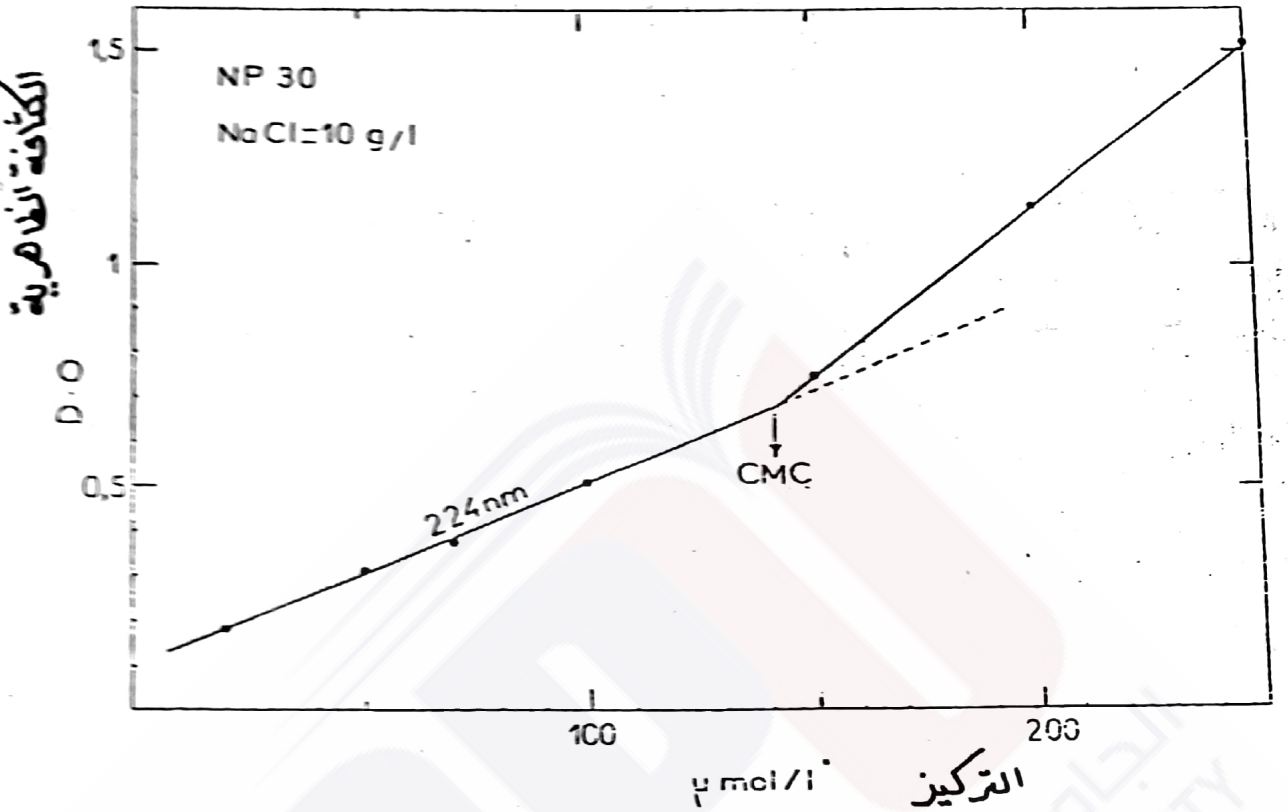
يقاس الـ C.M.C لهذه المخفضات بطريقة الناقلية الكهربائية بالرغم من أن تغير هذه الناقلية ضعيف قبل وبعد الـ C.M.C وهذا طبيعي لأن هذه المخفضات متعادلة الشحنة الشكل (5-18) يظهر كيفية تحديد الـ C.M.C للمخفض Np-30 بطريقة الناقلية الكهربائية .

إن نقطة الانكسار بإسقاطها على محور السينات تعطي قيمة الـ C.M.C نلاحظ أن الناقلية تزداد بعد بعد C.M.C لأن جزيئات المخفض كانت تعيق عملية الناقلية الناقلية الكهربائية وعند بلوغ الـ C.M.C تجمعت على شكل مذيلات كروية وبالتالي ازدادت حرية المحلول في الناقلية الكهربائية .

تتميز منحنيات امتزاز المخفضات الحيادية عن منحنيات الامتزاز للمخفضات المشحونة والمدروسة سابقا بعدم وجود عتبة ثانية (ثبات الكمية الضائعة بالامتزاز) أي ننتقل مباشرة من مرحلة تشكل الطبقة الأحادية إلى حالة الترسب ويفسر ذلك

Scanned by CamScanner

بأن قوى فان درفالس هنا غير مسؤولة عن تنضيد المذيلات الأحادية فوق بعضها وذلك لتشكيل الطبقة الثانية من جزيئات المخفض فوق الطبقة الأولى .



الشكل (5-18) تحديد الـ C.M.C بطريقة الناقلية الكهربائية للمخفض NP-30

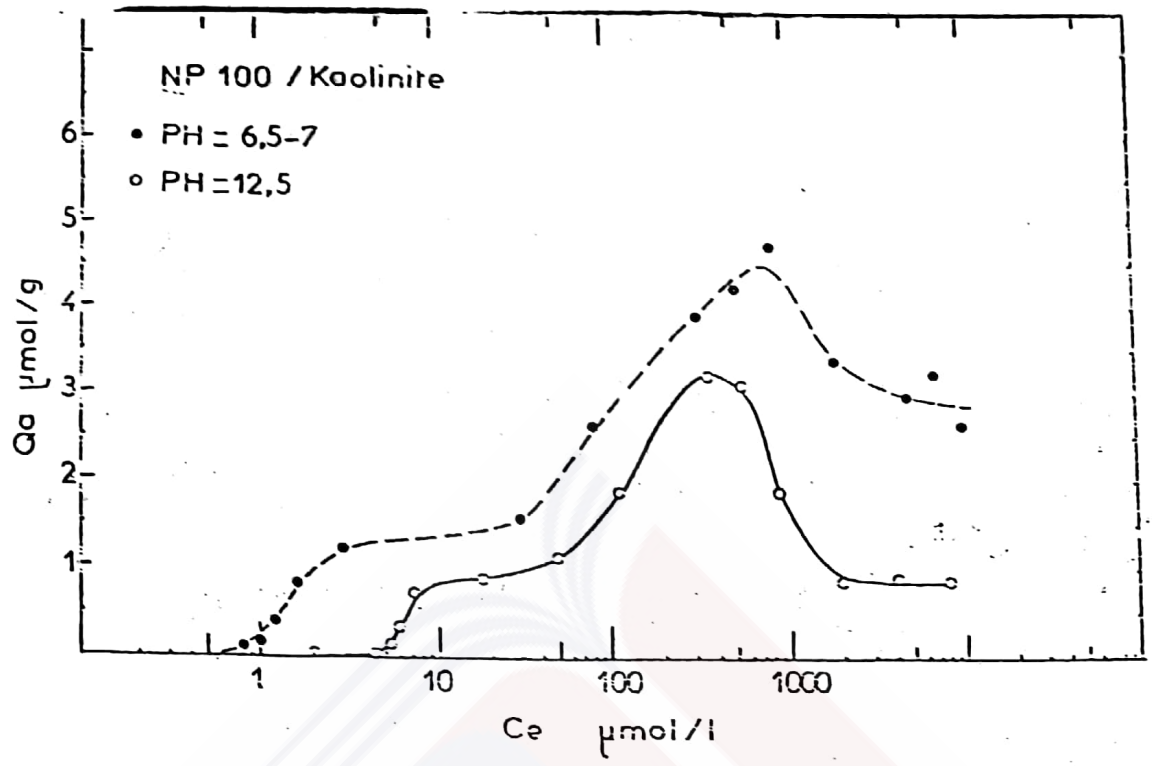
تبين الأشكال التالية (5-19) و (5-20) بعضا من منحنيات الامتزاز لبعض المخفضات الحيادية .

فمن اجل استخدام مخفضات التوتر السطحي يجب استخدام المواد ذوات السلسلة المشبعة والمتفرعة بحيث لا يقل عدد (CH_2) عن أربعة في كل فرع لأنها تغطي مساحة أكبر وبالتالي تقلل من الكمية الضائعة بالامتزاز على سطح الصخر .

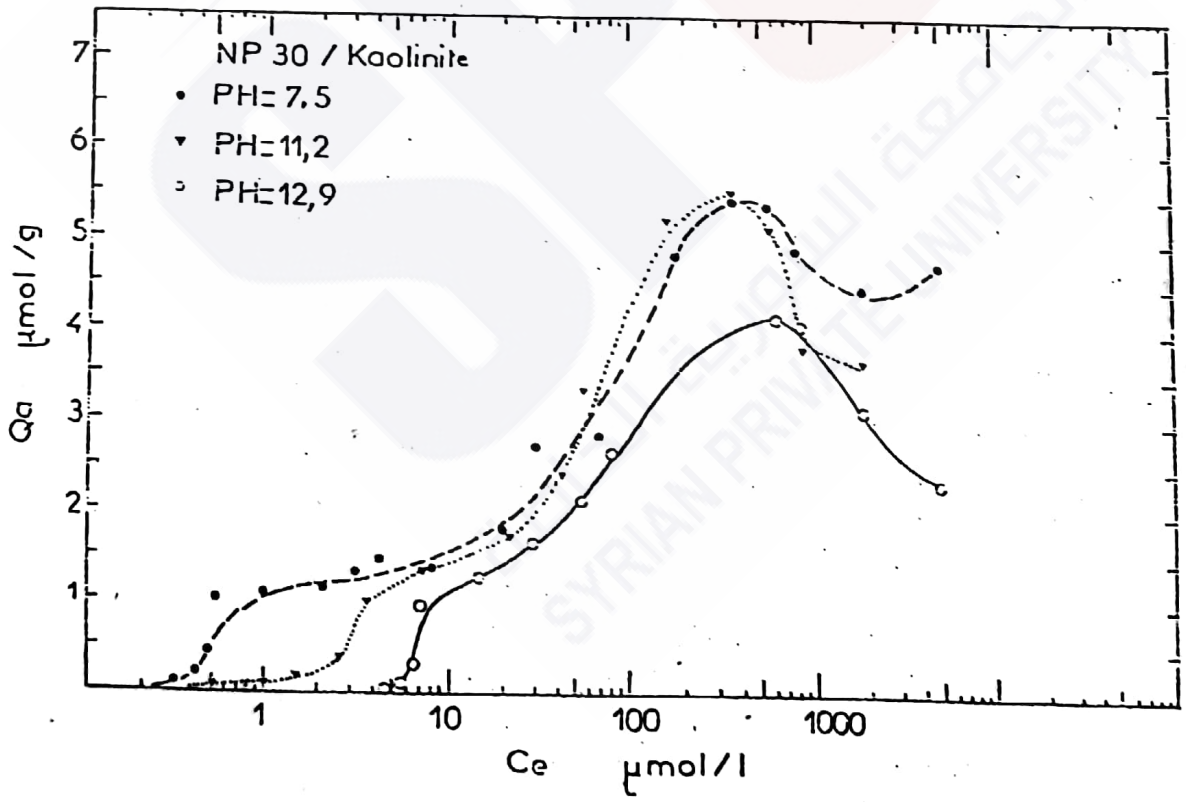
كما يعتبر استخدام الكحولات مع المخفضات ضروريا جدا لدوره الهام في تخفيض الـ C.M.C وبالتالي تقليل الكلفة الاقتصادية للعملية .

كما يجب إجراء دراسة جيولوجية وخزنية للطبقات المرادمعالجتها بهذه الطريقة تتضمن ما يلي :

Scanned by CamScanner



الشكل (5-19)منحني امتزاز NP-100 على الكاولينيت



الشكل (5-20)منحني امتزاز NP-30 على الكاولينيت وذلك عند قيم مختلفة للـ PH

Scanned by CamScanner