



جامعة الموصل
كلية العلوم

السلوك الكهروكيميائي للكاتيكول و الهيدروكويونون على اقطاب
مختلفة من الكرافيت المطورة بالبولي فورفوريل امين و انابيب
الكاربون النانوية متعددة الجدران

رنا حسن احمد كلو الحياي

اطروحة دكتوراه في
علوم الكيمياء / الكيمياء الفيزيائية

بإشراف

الأستاذ المساعد الدكتور

عامر ذنون عبد الرحمن الطائي

الخلاصة

يتضمن العمل جزئين :

الجزء الاول :

دراسة السلوك الكهروكيميائي للكاتيكول والهيدروكوينون على اقطاب الكرافيت (GE) ، الكرافيت/ بولي فورفورايل امين (GE/PFA)، الكرافيت / أنابيب الكربون النانوية متعددة الجدران الكرافيت/ بولي فورفورايل امين (GE/MWCNTs)، الكرافيت / أنابيب الكربون النانوية متعددة الجدران / بولي فورفورايل امين (GE/MWCNTs/PFA) وباستخدام تقنية الفولتامترى النبضي التفاضلي Differential Pulse Voltammetry (DPV)، استخدم نظام كشف ثلاثي الاقطاب للتقدير ويتكون من قطب الكرافيت او قطب الكرافيت المطور كقطب عامل، قطب الفضة / كلوريد الفضة المشبع بكلوريد البوتاسيوم (Ag/AgCl, Sat.KCl) كقطب مرجع وقطب البلاتين (Pt-wire) كقطب مساعد. دُرس تأثير الدالة الحامضية، الظروف المثلى والاستقرارية لكل قطب كما حُسبت قيمة الانحراف القياسي Standard Deviation (S.D) وكذلك دُرست المنحنيات القياسية تحت الظروف المثلى وحسبت قيم معامل الارتباط (R^2)، وقد اعطت المنحنيات القياسية خطوط مستقيمة ضمن مدى التراكيز المستخدمة.

الجزء الثاني: و يتضمن هذا الجزء قسمين:

القسم الاول: تقدير الكاتيكول بوجود الهيدروكوينون

تقدير الكاتيكول بوجود الهيدروكوينون على اقطاب GE ، GE/PFA ، GE/MWCNTs ، GE/MWCNTs/PFA وباستخدام تقنية الفولتامترى النبضي التفاضلي (DPV). تم الحصول على موجة واحدة مركبة في حالة استخدام قطب الكرافيت ضمن مدى التركيز المستخدم وكان من الصعب الحصول على موجتين منفصلتين للكاتيكول والهيدروكوينون في المزيج . تم الحصول على فصل جيد لموجتي الأكسدة للكاتيكول والهيدروكوينون في حالة استخدام قطب الكرافيت المطور بالبولي فورفورايل امين واعطى رسم العلاقة بين تيار الانتشار المصحح (I_p correct) مقابل التركيز خطين مستقيمين، الاول عند التراكيز الواطئة بمدى (5.469 – 12.345) $\times 10^{-6}$ مولاري، والثاني عند التراكيز العالية بمدى (12.833 – 23.437) $\times 10^{-6}$ مولاري. تم الحصول على فصل جيد جدا لموجتي الاكسدة لكل من الكاتيكول والهيدروكوينون باستخدام قطب الكرافيت المطور بأنابيب الكربون النانوية متعددة الجدران واعطى رسم العلاقة بين تيار الانتشار المصحح (I_p correct) مقابل التركيز خطين مستقيمين، الاول عند التراكيز الواطئة بمدى (5.469 - 9.900) $\times 10^{-7}$ مولاري ، والثاني عند

التراكيز العالية بمدى (11.369-15.748) $\times 10^{-7}$ مولاري. تم الحصول على فصل ممتاز لموجتي الاكسدة لكل من الكاتيكول والهيدروكوينيون باستخدام قطب الكرافيت المطور بأنايبب الكربون النانوية متعددة الجدران / بولي فورورايل امين واعطى رسم العلاقة بين تيار الانتشار المصحح (Ip correct) مقابل التركيز خطين مستقيمين، الاول عند التراكيز الواطئة بمدى (2.991-5.964) $\times 10^{-8}$ مولاري، والثاني عند التراكيز العالية بمدى (6.951-11.857) $\times 10^{-8}$ مولاري.

القسم الثاني: تقدير الهيدروكوينيون بوجود الكاتيكول

تقدير الهيدروكوينيون بوجود الكاتيكول على اقطاب GE، GE/PFA، GE/MWCNTs، باستخدام GE/MWCNTs/PFA وباستخدام تقنية الفولتامترى النبضي التفاضلي (DPV) حيث تم الحصول على موجة واحدة مركبة باستخدام قطب الكرافيت ضمن مدى التركيز المستخدم إذ ظهر فصل ضعيف للموجة عند التراكيز العالية وكان من الصعب الحصول على فصل واضح لموجتي اكسدة الكاتيكول والهيدروكوينيون عند التراكيز الواطئة. تم الحصول على فصل جيد لموجتي الأكسدة للكاتيكول والهيدروكوينيون في حالة استخدام قطب الكرافيت المطور بالبولي فورورايل امين واعطى رسم العلاقة بين تيار الانتشار المصحح (Ip correct) مقابل التركيز خطين مستقيمين، الاول عند التراكيز الواطئة بمدى (6.458-9.900) $\times 10^{-6}$ مولاري والثاني عند التراكيز العالية بمدى (10.390-23.914) $\times 10^{-6}$ مولاري. تم الحصول على فصل جيد جدا لموجتي الاكسدة لكل من الكاتيكول والهيدروكوينيون باستخدام قطب الكرافيت المطور بأنايبب الكربون النانوية متعددة الجدران واعطى رسم العلاقة بين تيار الانتشار المصحح مقابل التركيز خطين مستقيمين، الاول عند التراكيز الواطئة بمدى (5.469-7.936) $\times 10^{-7}$ مولاري، والثاني عند التراكيز العالية بمدى (8.428-12.345) $\times 10^{-7}$ مولاري بينما تم الحصول على فصل ممتاز لموجتي الاكسدة لكل من الكاتيكول والهيدروكوينيون باستخدام قطب الكرافيت المطور بأنايبب الكربون النانوية متعددة الجدران / بولي فورورايل امين واعطى رسم العلاقة بين تيار الانتشار المصحح (Ip correct) مقابل التركيز خط مستقيم لمدى من التركيز (2.991-7.444) $\times 10^{-8}$ مولاري.

Abstract

This work involves two parts:

Part One :

Electrochemical behavior of catechol and hydroquinone was studied on Graphite Electrode (GE), GE/Poly Furfurylamine (GE/PFA), GE/Multi-walled Carbon Nanotubes (GE/MCNTs), GE/Multi-Walled Carbon Nanotubes/Poly Furfurylamine (GE/MWCNTs/PFA) modified electrodes using Differential Pulse Voltammetric technique (DPV). A three – electrodes detection system was employed, consists of bare or modified graphite electrodes as the working electrode, silver /silver chloride saturated potassium chloride (Ag/AgCl,Sat.KCl) as the reference electrode and platinum wire (Pt-wire) as an auxiliary electrode. The effect of pH, optimum conditions and stability have been examined for each working electrode. The standard deviation (S.D) has been calculated, the calibration curves were constructed under the optimum conditions and R^2 values have been calculated. The calibration curves give straight lines within all the studied concentrations range.

Part Two :

This part consists of two sections :

Section 1: Catechol determination in the presence of Hydroquinone

Determination of catechol in the presence of hydroquinone at GE, GE/PFA, GE/MWCNTs and GE/MWCNTs/PFA modified electrodes were examined using DPV technique. One composite peak was obtained in case of GE in all concentrations range used, therefore it is difficult to obtained a separation between the two oxidation peaks in mixture, a good separation between the two peaks was obtained by using GE/PFA modified electrode, a plot of current ($I_{p_{correct}}$) versus concentration gives a two straight lines, first at low concentrations rang $(5.469-12.345) \times 10^{-6}$ M and the second at higher

concentrations range $(12.833-23.437) \times 10^{-6}$ M. A very good separation between the two peaks was obtained by using GE/MWCNTs modified electrode, a plot of current ($I_{p_{correct}}$) versus concentration gives a two straight lines, first at low concentrations range $(5.469-9.900) \times 10^{-7}$ M and the second at higher concentrations range $(11.369-15.748) \times 10^{-7}$ M. An excellent separation between the two peaks was obtained by using GE/MWCNTs/PFA modified electrode, a plot of current ($I_{p_{correct}}$) versus concentration gives a two straight lines, first at low concentrations range $(2.991-5.964) \times 10^{-8}$ M and the second at higher concentrations range $(6.951-11.857) \times 10^{-8}$ M.

Section 2: Hydroquinone determination in the presence of Catechol

Determination of hydroquinone in the presence of catechol at GE, GE/PFA, GE/MWCNTs and GE/MWCNTs/PFA modified electrodes were examined using DPV technique. Weak separation peaks was obtained by using GE at high concentrations whereas at low concentrations one composite peak was obtained. A good separation between the two oxidation peaks was obtained using GE/PFA, a plot of current ($I_{p_{correct}}$) versus concentration gives two straight lines, first at low concentrations range $(6.458-9.900) \times 10^{-6}$ M and the second at higher concentrations range $(10.309-23.914) \times 10^{-6}$ M. A very good separation between the two peaks was obtained by using GE/MWCNTs modified electrode, a plot of current ($I_{p_{correct}}$) versus concentration gives a two straight lines, first at low concentrations range $(5.469-7.936) \times 10^{-7}$ M and the second at higher concentrations range $(8.428-12.345) \times 10^{-7}$ M. An excellent separation between the two peaks was obtained using GE/MWCNTs/PFA modified electrode using, a plot of current ($I_{p_{correct}}$) versus concentration gives a straight line at concentration range $(2.991-7.444) \times 10^{-8}$ M.

**University of Mosul
College of Science**



**Electrochemical Behavior of Catechol and
Hydroquinone on Different Modified Graphite
Electrodes with Poly Furfurylamine and Multi-
Walled Carbon Nanotubes**

Rana Hasan Ahmed Kallow Al-Hyali

Ph.D. Thesis in
Chemistry / Physical Chemistry

**Supervised by
Assist.Prof.Dr.
Amer Th . Al-Tae**

1442 A.H.

2020 A.D.