

เคมีสิ่งแวดล้อม
(Pollution Environment)

ประเภทของสารมลพิษ

1. ย่อยสลายได้ เช่น สารอินทรีย์ น้ำทิ้ง
2. ย่อยสลายไม่ได้ เช่น สารอนินทรีย์ โลหะหนัก ยาฆ่าแมลง
3. ก๊าซ

1

Effects to environmental

2

มลพิษทางน้ำ (water pollution)

1. ทางกายภาพ

- T
- สีและความขุ่น
- กลิ่น
- ค่าการนำไฟฟ้า
- ของแข็งในน้ำ
- อื่น ๆ ความหนาแน่น ความหนืด

2. ทางเคมี

- ความกระด้าง
- กรด-ด่าง
- DO
- BOD
- COD
- ยาฆ่าแมลง
- โลหะหนัก

3. ทางชีวภาพ

ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรีย

3

1. ทางกายภาพ

ตัวแปร	ค่ามาตรฐาน
อุณหภูมิ	20-35 °C
สีและความขุ่น	11-18 หน่วย, 25-75 JTU
กลิ่น	ไม่มี
ค่าการนำไฟฟ้า	0.10-50 mΩ/cm
ของแข็ง	20-1000 mg/L

4

หน่วยและการแปลงหน่วยของความขุ่น

	JTU	NTU/FTU	SiO ₂ (mg/L)
JTU	1	19	2.5
NTU/FTU	0.053	1	0.13
SiO ₂ (mg/L)	0.4	7.5	1

NTU = Nephelometric Turbidity Unit FTU = Formazine Turbidity Unit

JTU = Jackson Turbidity Unit mg/L of SiO₂ = Silica Unit **

อ้างอิงจากตารางแปลงหน่วยของ HANNA

** 1 NTU = 1 FTU และการอ่านค่าให้อ่านตามแนวนอน เช่น 1 NTU = 0.13

SiO₂ (mg/L)

5

2. ทางเคมี

ตัวแปร	ค่ามาตรฐาน
ความกระด้าง	<150 mg/L
กรด-ด่าง	5.5-9.0
DO	5-7 ppm
BOD	< 60 mg/L
COD	< 120 mg/L
โลหะหนัก	
Zn, Cd, Cu, Pb As	<5.0, <0.03, <2.0, <0.2, <0.25

6

การวิเคราะห์ทางเคมี

1. การวิเคราะห์แบบแผนเดิม

2. การวิเคราะห์แบบเครื่องมือ

7

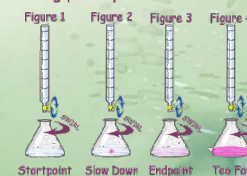
1. การวิเคราะห์แบบแผนเดิม

- การวิเคราะห์โดยน้ำหนัก (gravimetric analysis)



- การวิเคราะห์โดยปริมาตร (volumetric analysis)

Titration of an Acid with a Base using phenolphthalein indicator

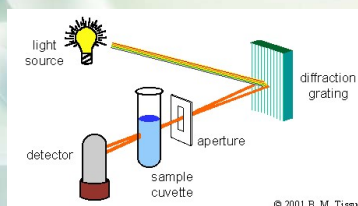


<http://www.lakelandschools.us/lh/lburris/pages/acid-base.htm>

8

2. การวิเคราะห์โดยเครื่องมือ

• เทคนิคทางแสง (spectroscopy)



© 2001 B. M. Tissue

<http://www.files.chem.vt.edu/chem-ed/spec/uv-vis/singlebeam.html>, updated 10/30/2011 19:50:48
 Pictures of single beam UV-Vis spectrophotometers (Spectronic 20 and 20D)



9

• เทคนิคทางไฟฟ้า (electrochemistry)



10

• เทคนิคโครมาโทกราฟี (Chromatography)



GC



HPLC

11

Heavy metals

The Agency of Toxic Substances and Disease Registry
 :ATSDR

Top 20 Hazardous Substances

1. As 2. Pb 3. Hg 4. Cd 5. Fe 6. Al

ค่ามาตรฐานโลหะหนักในอากาศ

ตะกั่ว 1 เดือน ไม่เกิน 1.5 มก.ต่อลบ.ม.

12

ตารางที่ 1. ตัวอย่างค่ามาตรฐานโลหะหนักในน้ำดื่ม (U.S. EPA)

ชนิดของโลหะหนัก	ความเข้มข้น (มิลลิกรัมต่อลิตร)
ปรอท	0.002
แคดเมียม	0.005
นิกเกิล	0.01
แมงกานีส	0.05
ตะกั่ว	0.05
โครเมียม	0.1
ทองแดง	1
สังกะสี	5

Source: <http://www.chemtrack.org/News-Detail.asp?TID=4&ID=7>

13

ตารางที่ 2 "ระดับเกณฑ์พื้นฐาน" สำหรับโลหะหนักในดินประเทศไทย

ธาตุ	ระดับเกณฑ์พื้นฐาน
สารหนู	30
แคดเมียม	0.15
โคบอลต์	20
โครเมียม	80
ทองแดง	45
ปรอท	0.10
นิกเกิล	45
ตะกั่ว	55
สังกะสี	70

Source: <http://www.agriqua.doae.go.th/organic/soil/soil1/soil1.html>

14

ตัวอย่าง	โลหะหนัก (ppm)			
	สังกะสี	ทองแดง	เหล็ก	ตะกั่ว
น้ำ	0.011-0.060	0.076-0.091	2.272-2.644	ไม่พบ
เกณฑ์มาตรฐาน น้ำดื่ม ⁽¹⁾	1.0	0.1	-	0.05
ตะกอนดิน	5.377-15.669	5.220-7.617	1210.149- 1324.430	7.547- 47.560
เกณฑ์มาตรฐาน โลหะหนักในดิน ⁽²⁾	70	45	-	55
ปลา				
1) ปลากด	29.831	4.247	77.515	46.349
2) ปลากลาย	21.733	3.046	52.650	39.743
3) ปลาทู	14.596	2.459	48.809	39.403
4) ปลากุ้ง	24.171	3.741	54.010	34.062
5) ปลาดอง	14.613	2.421	1.248	33.840
6) ปลานาง	31.583	2.293	1.901	36.529
7) ปลาเพื่อ	28.727	3.444	74.615	35.573
มาตรฐานของ โลหะหนักที่ ตกค้างในเนื้อเยื่อ สัตว์น้ำ ⁽³⁾	100	20	-	1
-อาหาร				
-ปลา	-	-	-	0.2

ที่มา: (1) คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (2537) (2) กลุ่มส่งเสริมและพัฒนาเกษตรอินทรีย์ (นปป) (3) กระทรวงสาธารณสุข (2529)

15

AAS

ICP-OES

Ion Selective

IC

Electrochemistry

Source: <http://www.directindustry.com/cat/analytical-instrumentation/other-laboratory-analyzers-i-411.html>Source: http://www.vistaeng.com/?page_id=85

16

Electrochemistry Analysis

Polarography

$$E \propto I$$

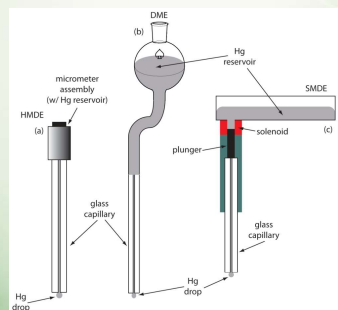
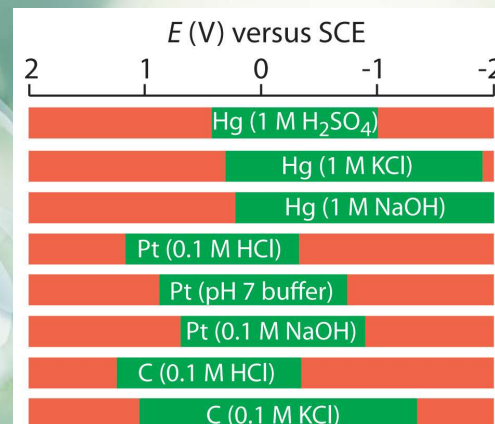


Figure 1. Three examples of mercury electrodes: (a) hanging mercury drop electrode, or HMDE; (b) dropping mercury electrode, or DME; and (c) static mercury drop electrode, or SMDE.

file:///D:/%E0%B8%84%E0%B8%A1%20500/11D%20voltammetric%20Meth
ods%20-%20Chemwiki.html

17

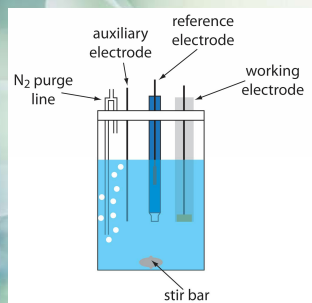


file:///D:/%E0%B8%84%E0%B8%A1%20500/11D%20voltammetric%20Meth
ods%20-%20Chemwiki.html

18

Voltammetry

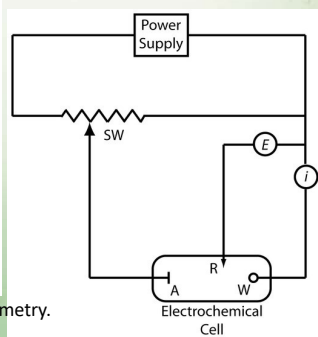
$$\text{Conc.} \propto I$$



Typical electrochemical cell for voltammetry.

Potentiometry

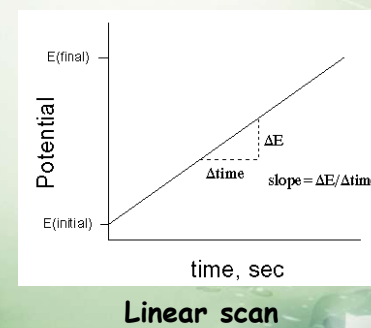
$$\text{Conc.} \propto E$$



19

Voltammetry

1. Dynamic voltammetry (Linear scan)

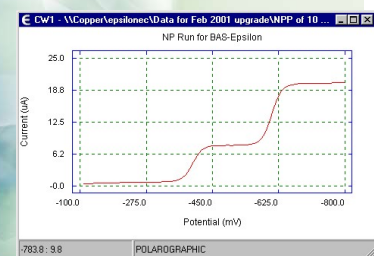


20

http://www.tissuegroup.chem.vt.edu/chem-ed/echem/linsweep.html

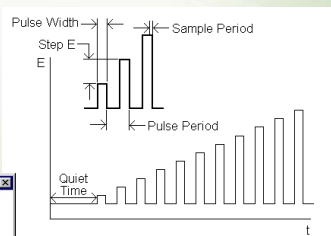
2. Plus voltammetry

-Normal Pulse Voltammetry

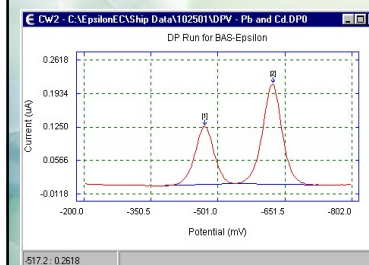


http://www.basinc.com/mans/EC_epsilon/Techniques/Pulse/pulse.html#normal

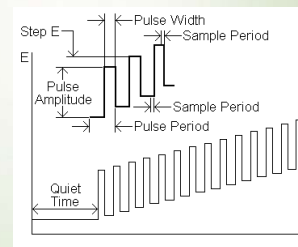
21



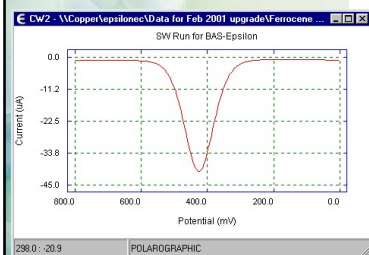
-Differential Pulse Voltammetry



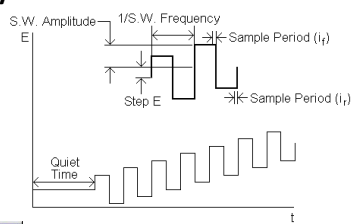
22



- Square Wave Voltammetry



23



Stripping Analysis

1. Electrolysis step or Pre-concentration step



2. Stripping step



24

Stripping Analysis

PSA : Chemically stripping

CSA: Electrically stripping

CCSA: Electrochemically stripping

25

Potentiometric stripping analysis
: PSA

Chemically stripping



26

Coulometric stripping analysis
: CSA

Electrochemically stripping



27

✿ Constant-current stripping analysis
: CCSA

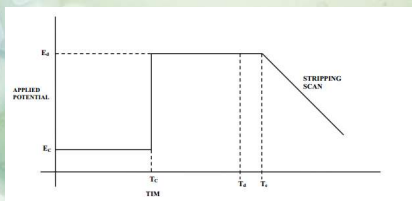
Electrically stripping



28

Stripping Analysis

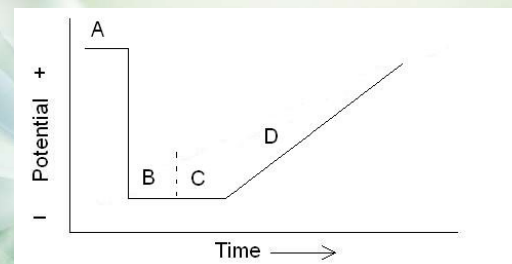
- Anodic stripping voltammetry
- Cathodic stripping voltammetry
- Adsorptive stripping voltammetry



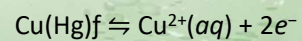
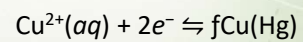
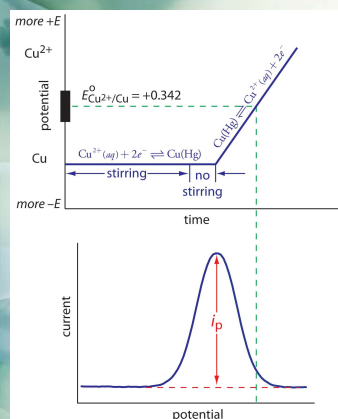
29

Stripping Analysis

- Anodic stripping voltammetry



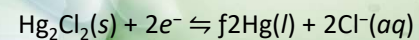
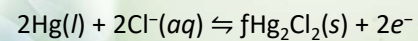
30



31

Stripping Analysis

- Cathodic stripping voltammetry



32

Fresenius J Anal Chem (1997) 358: 736–740
© Springer-Verlag 1997

ORIGINAL PAPER

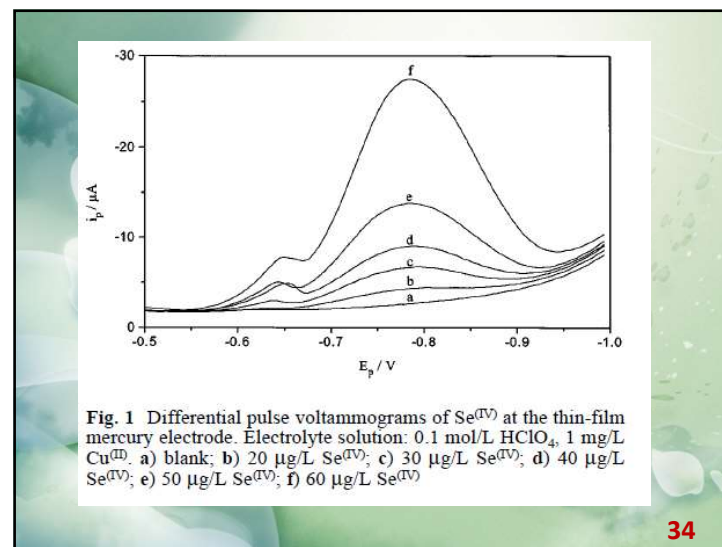
Britta Lange · Fritz Scholz

Cathodic stripping voltammetric determination of selenium(IV) at a thin-film mercury electrode in a thiocyanate-containing electrolyte

$$\text{H}_2\text{SeO}_3 + \text{Hg} + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- \rightarrow \text{HgSe} + 3\text{H}_2\text{O}$$

$$\text{Cu}_2\text{Se} + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \leftrightarrow \text{H}_2\text{Se} + 2\text{Cu}(\text{Hg})$$

33



- Adsorptive stripping voltammetry

Detection limits as low as $10^{-10} - 10^{-12}$ M

Int. J. Electrochem. Sci., 2 (2007) 498 - 507

International Journal of
**ELECTROCHEMICAL
SCIENCE**
www.electrochemsci.org

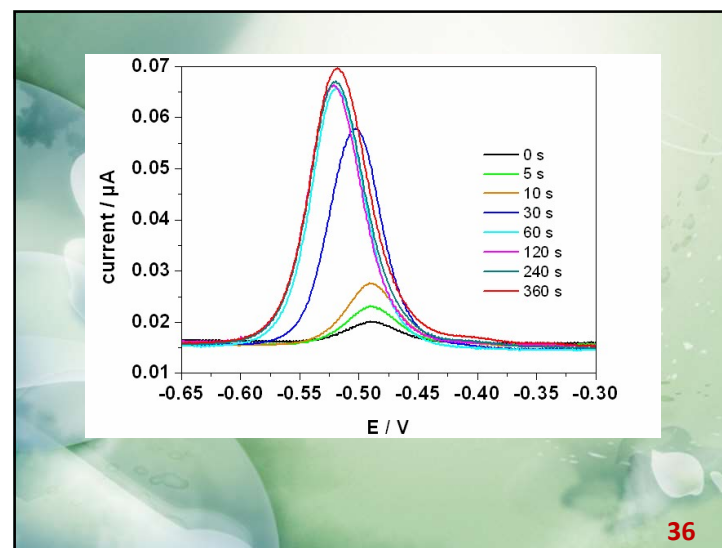
Adsorptive stripping voltammetric detection of daunomycin at mercury and bismuth alloy electrodes

Heiko Duvensee, Miriam Adamovski, Gerd-Uwe Flechsig*

Dept. of Chemistry, University of Rostock, Dr.-Lorenz-Weg 1, D-18051 Rostock, Germany
E-mail: gerd-uwe.flechsig@uni-rostock.de

Received: 25 April 2007 / Accepted: 17 May 2007 / Published: 1 June 2007

35

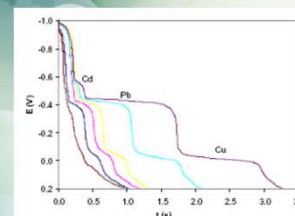


Representative Examples of Analytes Determined by Stripping Voltammetry

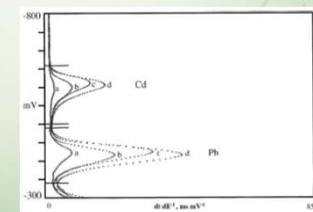
anodic stripping voltammetry	cathodic stripping voltammetry	adsorptive stripping voltammetry
Bi^{3+}	Br^-	bilirubin
Cd^{2+}	Cl^-	codeine
Cu^{2+}	I^-	cocaine
Ga^{3+}	mercaptans (RSH)	digitoxin
In^{3+}	S^{2-}	dopamine
Pb^{2+}	SCN^-	heme
Ti^+		monensin
Sn^{2+}		testosterone
Zn^{2+}		

Source: Compiled from Peterson, W. M.; Wong, R. V. *Am. Lab.* November 1981, 116-128; Wang, J. *Am. Lab.* May 1985, 41-50.

Stripping potentiograms



Original



Differential

38

Instrumental Parameters

- Electrodeposition potential
- Electrolysis Time
- Constant Current

39

Experimental Parameters

- Plating Solution
 - plate *in-situ*
 - pre-plating or *ex-situ*
- Electrolyte Concentration

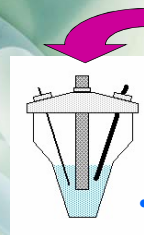
40

PGSTAT 100



41

Experimental



Std Pb^{2+} 100 ppb
plate *in-situ*

- Electrodeposition potential
- Electrolysis Time
- Vol. Hg^{2+}



42

Experimental

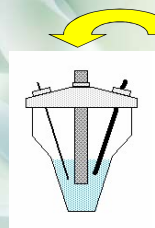
Optimum Conditions:

- Electrodeposition potential : -1,000 mV
- Electrolysis time : 3 min
- Vol. Hg^{2+} : 400 μL



43

Experimental



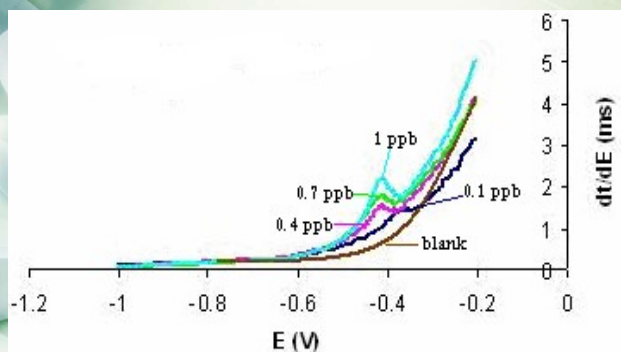
Sample 30 mL + Hg^{2+} 800 ppm
plate *in-situ*

Analyst



44

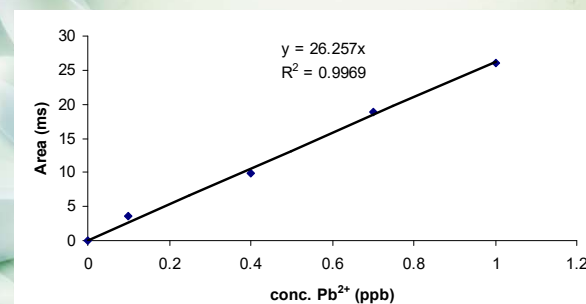
Potentiograms of lead(II) std.



45

Results

Calibration curve



46

Results

Sample	Concentration(ppb)
B1	0.22 ± 0.01
B2	0.10 ± 0.01
S1	0.16 ± 0.01
S2	0.21 ± 0.01
S3	0.21 ± 0.01
S4	0.51 ± 0.02
S5	0.53 ± 0.03

47

Results

correlation coefficient: 0.9969

relative standard deviation: 4.33%

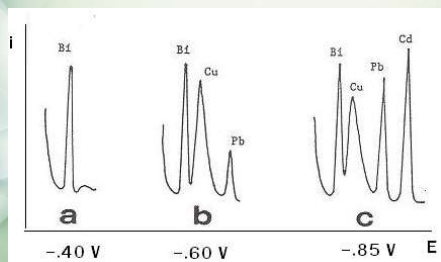
detection limit: 0.015 ppb (2SD)

lead in sample : 0.10- 0.53 $\mu\text{g/L}$



48

Electrodeposition potential



49

Supporting electrolyte

Supporting electrolyte	concentration	pH
Acetate buffer ($\text{CH}_3\text{COONa}/\text{CH}_3\text{COOH}$)	0.1 M	4.5
Ammonia buffer ($\text{NH}_4\text{Cl}/\text{NH}_3$)	0.1 M	9.4
Ammonium citrate buffer (Ammonium citrate/citric acid)	0.2 M	3
Phosphate buffer ($\text{NaH}_2\text{PO}_4/\text{H}_2\text{PO}_4$)	0.2 M	6.8
EDTA	0.1 M	
HCl	0.1 or 1 M	
KCl	0.1 or 1 M	
KCNS	0.1 M	
KHO_2	0.1 or 1 M	
LiCl/LiOH	0.1 M	
NaF	1 M	

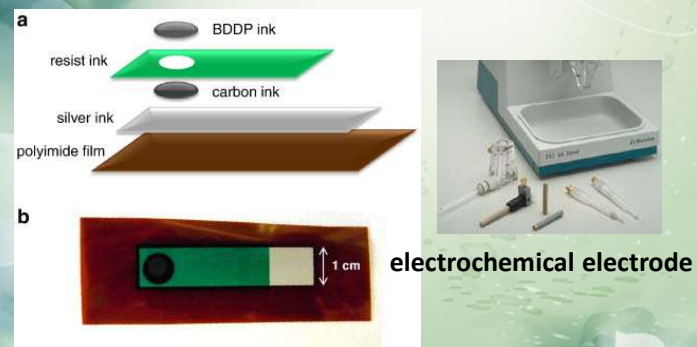
50

Source: <http://www.4dsistem.com/EN/Genel/BelegeGoster.aspx?17A16AE30572D313AAF6AA849816B2EF713BA090EEBCE2E8>

Source: <http://www.topac.com/polarography.html>

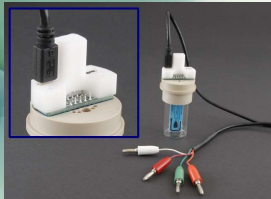
51

Screen-printed diamond electrode: A disposable sensitive electrochemical electrode



Source: [Electrochemistry Communications](#)
Volume 13, Issue 12, December 2011, Pages 1546–1549

52



Source: <http://www.pineinst.com/echem/imagebrowser.asp?productID=47240&imageID=904>



Source: <http://www.pharmapolis.net/news/general-lab-equipment/419-metrohm-new-910-pstat-compact-potentiostat>

Source: http://www.microlabinfo.com/Sensor%20Pages/sensor_cycles_Voltammetry_170.html

53



54

Electrochemical Flow Cell



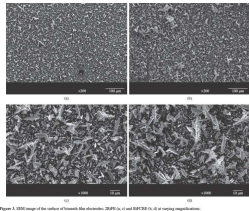
55

Hg⁺ drop



<http://www.ecochemie.nl/Products/Echem/Accessories/MME.html>

Film
-Hg⁺
-Bi



Chemically modified electrode



<http://www.als-japan.com/1041.html>

56

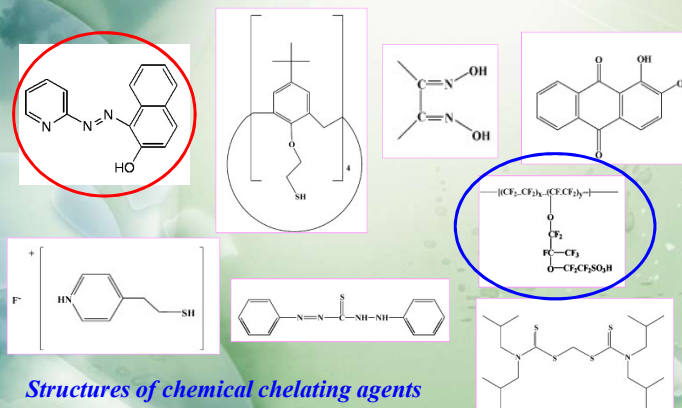
Table 2. Selected previous studies of metal analysis by PAN and/or Nafion® modified electrodes

Technique	Analyte	Modified electrode	Sample	Ref.
OSWASV	Pb	PAN-Nafion® modified graphite electrode	Real sample	1
FIA	Cu	PAN-Nafion®	Water	2
ASV-FIA	Pb, Cu	Mercury(II) acetate-Nafion®	Industrial effluents	3
SQW-ASV	Pb	Nafion®/Cu-MFE*	Water	4
DPASV	Dipyridamole	Nafion® modified GCE**	Human serum	5
CSV	Tellurium (IV)	Nafion®/β-quinolinol-MFE*	-	6
DPASV	Pb, Cu, Hg	Nafion® modified GCE** by neutral ionophores	-	7
ASV	Metoclopramide	Nafion® modified GCE**	Human serum	8
DPASV	Pb	PAN-SPCE***	Potable water	9
ASV	Phenol	Nafion® modified GCE**	Water	10
Spectrophotometry	Cd, Hg	PAR	Synthetic	11

MFE*: mercury film electrode
GCE*: glassy carbon electrode
SPCE***: screen print carbon electrode

57

Chemically modified electrode

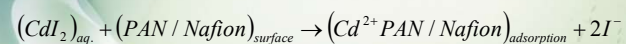


Source: K.C. Honeychurch, J.P. Hart, Trends Anal. Chem. 22 (2003) 456.

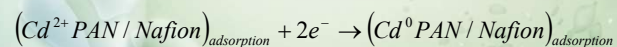
58

Chemically modified electrode

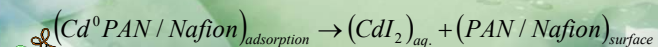
-preconcentration



-reduction

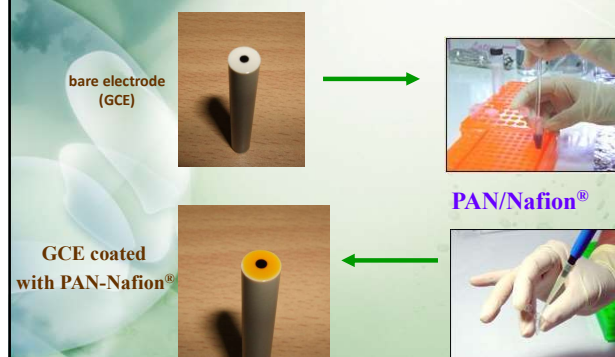


-stripping voltammetry



59

Experiments



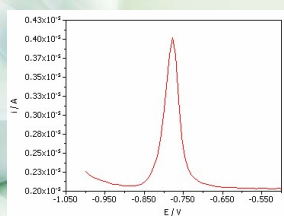
Preparation of PAN/Nafion modified electrode.

60

Experiments



Sample/Std + KI
+KHP buffer
pH 4 (30mL)

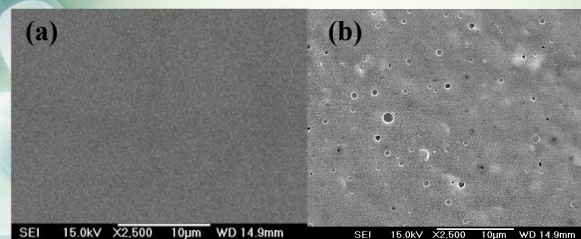


The system for analytical

61

Results

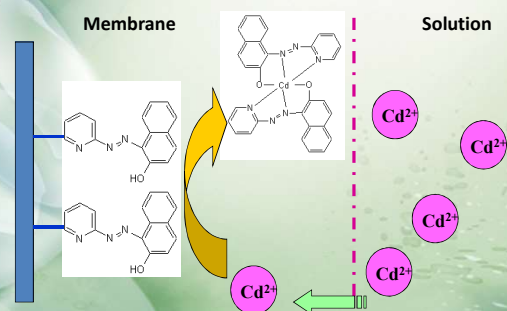
Scanning Electron Microscopy (SEM)



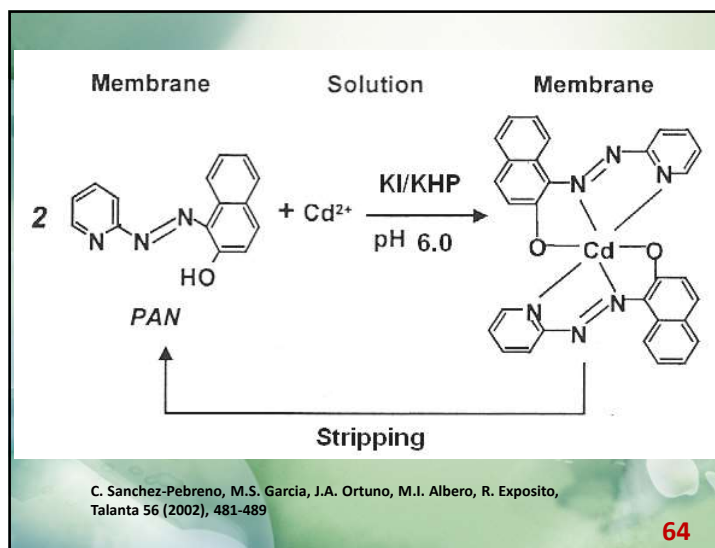
SEM image of GCE (a); PAN-Nafion® GCE (b).

62

Reaction on PAN/Nafion modified electrode

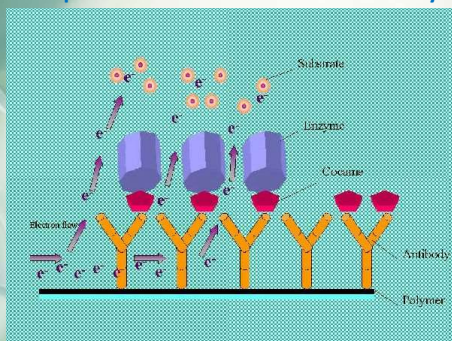


63



64

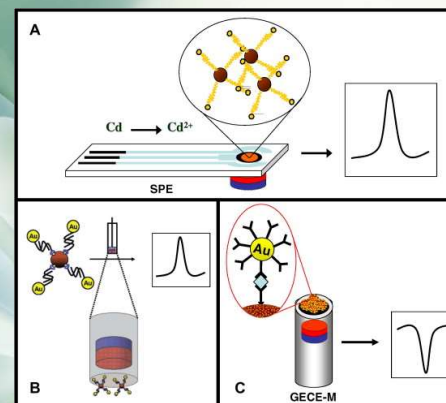
A Screen-printed Immunosensor Based on Polyaniline



Binding of antibody with biotin-HRP results in the catalysis of H_2O_2 and the flow of electrons from the sensor causing an increase in catalytic current. Binding of free biotin displaces the biotin-HRP, reducing the current.

Source: <http://www.mcmaster.ca/inabis98/newtech/killard0115/two.html>

65



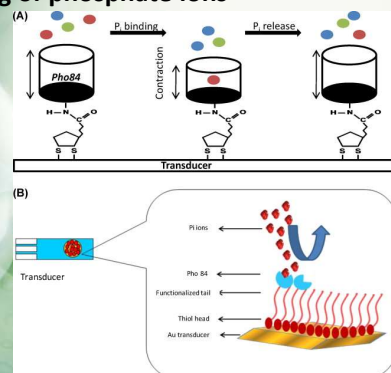
Electrochemical analysis with nanoparticle-based biosystems

Alfredo de la Escosura-Muñiz

Aragon Institute of Nanoscience, Universidad de Zaragoza, Zaragoza, Spain

66

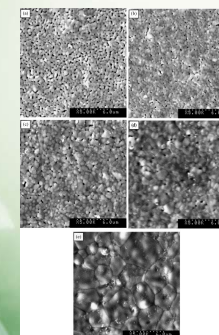
A membrane protein based biosensor: Use of a phosphate – H^+ symporter membrane protein (Pho84) in the sensing of phosphate ions



Biosensors and Bioelectronics
Volume 27, Issue 1, 15 September 2011, Pages 58–63

67

A study of the process parameters for yttria-stabilized zirconia electrolyte films prepared by screen-printing



Journal of Power Sources
Volume 160, Issue 2, 6 October 2006, Pages 1065–1073

68

