

明志科技大學課程綱要表

課程名稱：（中文） 高等電化學實驗分析技術		開課單位	能源電池科技博士班		
（英文） Advanced Electrochemistry Experimental Analysis Techniques		課程代碼			
授課教師： 楊純誠					
學分數	3	必/選修	專業選修	開課年級	
先修科目或先備能力：					
課程概述與目標：					
教科書 <sup>1</sup>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Elizer Giladi, “Physical Electrochemistry-fundamentals, techniques, and applications”, Wiley-VCH Verlag 2011.</li> <li>2. Rudolf Holze, “Experimental Electrochemistry-a Lab. textbook”, Wily-VCH 2009.</li> <li>3. 黃可龍, 王翔, 劉素琴, “鋰離子電池原理與關鍵技術”, 化學工業出版社, 2009.</li> </ol>				
課程綱要		對應之學生核心能力指標	達成核心能力		
單元主題	內容綱要				
簡介 (1-Chapter 1)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 電流-電壓曲線</li> <li>2. 質傳的限制</li> <li>3. 在電極/溶液界面的電容量</li> <li>4. 等效電路</li> </ol>	1, 2, 3, 4, 7	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 學習了解電化學系統的特性</li> <li>2. 了解電化學系統的界面</li> <li>3. 了解等效電路的模式</li> </ol>		
電位 (1-Chapter 2)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 推力</li> <li>2. 電化學電位</li> <li>3. 兩相接觸時平衡</li> <li>4. 標準還原氫電極電位 (SHE)</li> </ol>	1, 2, 3, 4, 7	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 學習了解電化學反應的推力的特性</li> <li>2. 了解電化學電位</li> <li>3. 了解 SHE 電位的 scale</li> </ol>		
電化學實驗量測 (1-Chapter 3)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 量測電流與電壓</li> <li>2. 電池電位</li> <li>3. 非極化電極</li> <li>4. 三極式系統</li> <li>5. 電位差</li> </ol>	1, 2, 3, 4, 7	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 學習了解電化學實驗的特性</li> <li>2. 了解電池電位的定義</li> <li>3. 了解三極式系統和電位差</li> </ol>		
電極的反應動力學 (1-Chapter 4)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 電流 vs. 反應速率</li> <li>2. 量測方法</li> <li>3. RDE 電極</li> <li>4. 可逆性</li> </ol>	1, 2, 3, 4, 7	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 學習了解電化學反應速率特性</li> <li>2. 了解電極的反應動力學的量測</li> <li>3. 了解反應動力學的可逆性</li> </ol>		

單一步驟電極反應 (1-Chapter 5)	1. 過電壓 2. 動力學方程式 3. Tafel 方程式 4. 對稱因子 5. Marcus 理論	1, 2, 3, 4, 7	1. 學習了解單一步驟電極反應的特性 2. 了解單一步驟電極反應的方程式 3. 了解 Marcus 理論
多步驟電極反應 (1-Chapter 6)	1. 反應機制 2. 轉移係數 3. 它弗斜率 4. 反應級數	1, 2, 3, 4, 7	1. 學習了解多步驟電極反應的特性 2. 了解多步驟電極反應的反應動力學的量測 3. 了解多步驟電極反應的參數
多步驟電極反應實例 (1-Chapter 7)	1. 氫電極反應 2. 氧電極反應 3. 交換電流( $j_0$ ) 和它弗斜率( $b$ )	1, 2, 3, 4, 7	1. 了解氫電極反應和氧電極反應的特性 2. 了解電極的反應動力學的量測 交換電流( $j_0$ ) 和它弗斜率( $b$ ) 意義
電雙層電容量( $C_{dl}$ ) (1-Chapter 8)	1. 電雙層電容結構 2. Helholtz 電雙層模式 3. Gouy 和 Chapman 電雙層模式 4. Stern 電雙層模式	1, 2, 3, 4, 7	1. 學習了解電雙層電容結構的特性 2. 了解 Helholtz 電雙層模式、Gouy 和 Chapman 電雙層模式、Stern 電雙層模式
奈米技術與電化學觸媒 (1-Chapter 10)	1. 奈米粒子大小與相轉換 2. 奈米粒子大小與觸媒活性	1, 2, 3, 4, 7	1. 了解奈米粒子大小與相轉換的特性 2. 了解奈米粒子大小與觸媒活性關係
電化學實驗 (1) (1-Chapter 14)	1. 定電流充/放實驗 2. 定電位實驗 3. 定電流實驗 4. 微電極 5. 降低溶液阻抗	1, 2, 3, 4, 7	1. 學習了解各種電化學實驗特性 2. 了解應用微電極做量測 3. 學習如何降低溶液阻抗
電化學實驗 (2) (1-Chapter 15)	1. 線性掃瞄和循環伏安法實驗 2. 擴散方程式的解 3. 線性掃瞄和循環伏安法實驗的限制	1, 2, 3, 4, 7	1. 學習 LSV 及 CV 實驗方法的特性 2. 了解擴散方程式的解 3. 了解線性掃瞄和循環伏安法實驗的限制
電化學實驗 (3) (1-Chapter 16)	1. 電化學阻抗實驗 2. 圖示 EIS 結果 3. 質傳對 EIS 影響 4. Warburg 質傳阻抗	1, 2, 3, 4, 7	學習 EIS 實驗方法的特性 了解 EIS 的圖解 了解 Warburg 質傳阻抗的限制

電化學石英 天平 (EQCM) (1-Chapter 17)	1. 基本原理 2. EQCM 控制方程式 3. EQCM 的應用	1, 2, 3, 4, 7	1. 學習了解 EQCM 的原理特性 2. 了解 EQCM 控制方程式 3. 了解 EQCM 的應用
電鍍 (1-Chapter 19)	1. 電鍍的原理 2. 金屬電鍍 3. 電流的分佈 4. Throwing 分佈力 5. 離子傳輸機制	1, 2, 3, 4, 7	1. 學習了解電鍍的原理 2. 了解 Throwing 分佈力、離子傳輸機制 3. 了解電鍍機制
能源轉化和 轉化 (1-Chapter 20)	1. 電池與燃料電池 2. 電池的極化 3. 超級電容器 4. 混合式電容器	1, 2, 3, 4, 7	1. 學習電池與燃料電池基本原理 電化學反應速率特性 2. 了解超級電容器的基本原理
<p>教學要點概述<sup>2</sup>：</p> <p>教學以英文教課書為主，教授理論及實驗內容，並補充一些課外教材。</p> <p>評量方法： 平時成績佔 20%，小考成績佔 10%，期中考成績佔 30%，期末成績佔 40%，共 100%。</p>			

註：1.教科書請註明書名、作者、出版社、出版年等資訊。

2.教學要點概述請填寫教材編選、教學方法、評量方法、教學資源、教學相關配合事項等。

3.學系所有開設之課程皆須填寫此表格或提供原有格式之課程綱要表。若能蒐集校際所開設課程，如共同必修科目、通識課程等之課程綱要表，亦可提供。

## COURSE SYLLABUS

<b>Course Title :</b> Advanced Electrochemistry Experimental Analysis Techniques				
<b>Credits / Hours</b>	3	<b>Course Number</b>		<input type="checkbox"/> <b>Required</b> <input checked="" type="checkbox"/> <b>Elective</b>
<b>Brief Course Description &amp; Curriculum Objective:</b>				
<p>The object of this course is to learn about the basic and advanced experimental electrochemistry analysis method for different electrochemical systems. Those experimental methods can be used to study active materials from the lithium ion battery, fuel cell, and supercapacitors. The theoretical and experimental topics will be arranged for the graduate students to further understand different types of the electrochemical analysis techniques more clearly.</p>				
<b>Course Topics</b>				
<b>Topic</b>		<b>Content</b>		
Introduction (1-Chapter 1)		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. I-V curves</li> <li>2. Mass transport limitation</li> <li>3. Capacitance at the metal/solution interface</li> <li>4. Equivalent circuit representation</li> </ol>		
Potentials of Phases (1-Chapter 2)		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Driving force</li> <li>2. Electrochemical potential</li> <li>3. Equilibrium of two phases in contact</li> <li>4. SHE scale</li> </ol>		
Fundamental Measurement in Electrochemistry (1-Chapter 3)		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Measurement of current and potential</li> <li>2. Cell voltage</li> <li>3. Non-polarizable counter electrode</li> <li>4. Three-electrode system</li> <li>5. Potential drop in a three-electrode cell</li> </ol>		
Electrode Kinetics (1-Chapter 4)		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Current density vs. reaction rate</li> <li>2. Methods of measurements</li> <li>3. RDE</li> <li>4. The physical meaning of reversibility</li> </ol>		
Single-Step Electrode Reaction (1-Chapter 5)		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Over-potential</li> <li>2. Equations of electrode kinetics</li> <li>3. Tafel equation</li> <li>4. Symmetry factor</li> <li>5. Marcus theory of charge transfer</li> </ol>		
Multi-Step Electrode Reaction (1-Chapter 6)		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mechanism</li> <li>2. Transfer coefficient</li> <li>3. Tafel slope</li> <li>4. Reactions order</li> </ol>		
Examples of Multi-Step Electrode Reaction (1-Chapter 7)		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Hydrogen evolution reaction</li> <li>2. Oxygen evolution reaction</li> <li>3. <math>j_0</math> and <math>b</math></li> </ol>		

Ionic Double-Layer Capacitance, ( $C_{dl}$ ) (1-Chapter 8)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Double layer structure</li> <li>2. Helmholtz model</li> <li>3. Gouy and Chapman model</li> <li>4. Stern model</li> </ol>
Nanotechnology and Electro catalysis (1-Chapter 10)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Effect of size and phase transformation</li> <li>2. Particle size on catalytic activity</li> </ol>
Experimental Techniques (1) (1-Chapter 14)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Galvanostatic method</li> <li>2. Potential-step method</li> <li>3. Current-step method</li> <li>4. Microelectrode</li> <li>5. Reduction solution resistance</li> </ol>
Experimental Techniques (2) (1-Chapter 15)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Linear potential sweep (LPS) and cyclic voltammetry (CV)</li> <li>2. Solution of the diffusion equation</li> <li>3. Uses and limitation of LPS and CV</li> </ol>
Experimental Techniques (3) (1-Chapter 16)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introduction EIS</li> <li>2. Graphical representation</li> <li>3. Effect of mass transfer limitation</li> <li>4. Warburg impedance</li> </ol>
Electrochemical Quartz Crystal Microbalance (EQCM) (1-Chapter 17)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introduction and basic properties</li> <li>2. Equation of the QCM</li> <li>3. Use of the EQCM as a microsensor</li> </ol>
Electroplating (1-Chapter 19)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Electroplating</li> <li>2. Metal deposition</li> <li>3. Current distribution</li> <li>4. Throwing power</li> <li>5. Mechanism of ion transfer</li> </ol>
Energy Conversion and Storage (1-Chapter 20)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Battery and Fuel cell</li> <li>2. Polarity of battery</li> <li>3. Supercapacitors</li> <li>4. Hybrid super-capacitors</li> </ol>