

# Gowin's Vee 啓發式理念在 工專靜電學中的教學應用

李金連

國立台北科技大學 共同學科物理組

(投稿日期：89年2月18日 接受刊登日期：89年5月26日)

**摘要：**影響學生學習成效的因素頗多，教學方法是其中不可忽視的一環，在眾多的教學法中，本文選用一適當、實際、有效的 Gowin's Vee 啓發式理念的教學法。本文首先利用羅氏形式推理能力教室紙筆之測驗，確認樣本學生 670 名中的 74.3 % 已進入形式運思期，而 24.5 % 則是處於過渡期，這顯示樣本學生有能力學習靜電學概念之演繹、推理、與解題。其次收集相關研究靜電學之文獻與專家學者共同訂定出靜電學中本文研究的範圍，經少數樣本學生對該範圍作概念圖的分析，編製靜電學學習成就測驗與此概念圖教學法。就此學習成就測驗對四所工專二年級 820 名學生施測，該試題的難度、鑑別度與信度皆顯示達優良但可能需要略加修改之程度（郭生玉，民 74）。選出二所學校共三班學生，以概念圖教學法教授該範圍的靜電學，發現應用 Gowin's Vee 啓發式理念教學法的學生學習成就較一般傳統教學法者為佳。最後，利用 Gowin's Vee 啓發式理念對樣本學生 12 名作晤談，瞭解學生在靜電學概念之演繹、推理、與解題上的困難。

**關鍵字：**Gowin's Vee 啓發式理念、羅氏形式推理能力教室紙筆測驗、概念圖

## 壹、前言

### 一、研究背景

物理在工專雖然是屬於專業基礎科目，但在探討相關教學、學習、與課程設計之機制研究比起一般高中或大學卻是非常少，為彌補物理教育研究的完整性之遺憾，理應在此方面多作些探討。物理概念的存在與發展大部分呈現出較不具體性或抽象性，學習者的認知發展階段若具備 Piaget 的形式運思期，則對物理概念之演繹、推理、與解題將可順利的學習；否則其學習將事倍功半。因此，學習者認知發

展階段的確認是有其必要的。

物理學豐富的內容中，力學、熱力學、光學、以及電路學是物理教育中較常被研究的領域，因為這些研究主體的概念大都是屬於較具體且可透過實驗操作使學生加以理解；但是有關靜電學研究方面，或因其內容的概念較不具體性或抽象性，則相關研究之文獻少之又少。為了彌補這方面研究的缺乏，因此與專家學者共同訂定出靜電學中本文研究的範圍，並收集與分析樣本學生對該範圍所作的概念圖（McClure, Sonak, & Suen, 1999），編製靜電學學習成就測驗與此概念圖教學法，作為本文之研究工具。

物理的教學方法頗多且各有其優缺點，需視教材內容、學生程度、教室情境、…等等而定，在某些特定的條件範疇內，選擇一適當的教學法以提高學生學習成效是教師對於教學的重要義務與權力。五專二年級學生的認知發展階段大都已具備 Piaget 的形式運思期，對較不具體性的或抽象性的靜電學概念之演繹、推理、與解題將可順利的學習；各校上物理課的教室情境，大都是一位老師在普通教室面對大約 50 名學生，用傳統式的講授方式進行。基於上述條件，依據 Ausubel 強調有意義學習的學習理論，呈現教材結構完整且有系統的科學知識及概念，使學生接受有系統而且精選的科學教材(Ausubel, 1963)。換言之，本文選用具有上述理念的 Gowin's Vee 啟發式方法，作為適當、實際、有效的教學法，與傳統講授方式的教學法作一比較與分析。

總之，工專在技職教育體系中是佔一重要環節，物理對工專學生是一門重要的基礎專業科目，靜電學則是物理主要的內容之一，因此，本研究對象與內容的選定是有其價值的。靜電學的概念較不具體性或抽象性，學習者認知發展會影響其學習的效果，認知發展階段確認的探討是有其必要的。靜電學學習成就測驗編制與靜電學概念圖教學法實施之有效性，則是本文之分析與研究的重點。

## 二、研究問題

基於達成本文的研究重點與目的，有下列問題須加以探討：

1. 應用 Gowin's Vee 啟發式理念教學法的學生，其靜電學概念的學習成就是否較一般傳統教學法者為佳？
2. 由樣本學生晤談中探討學生學習靜電學概念有那些迷思與困難？

## 貳、文獻探討

不論是課程、教材、教法、…等等的教育研究都是為了提供學生在學習上的幫助，亦即都必須回歸到學生學習層面的探究上。影響

學生學習的因素頗多，例如：學生的認知發展階段、教材內容、教學方式、教室情境、…等等，由於工專的靜電學概念之演繹、推理、與解題是屬於較不具體性的或抽象性的；因此，在確認學生是否有能力順利的學習之外，本文將針對學習理論與教學理論的層面加以探討。

### 一、學習理論

後結構主義 (post-structuralism) 認為客體有其表層結構與深層結構，但主體藉由觀察客體的表層結構時，必須透過其主體性來瞭解客體的深層結構之意義，如此，則客體的深層結構不是唯一的，而是依個體的主體性不同，其瞭解與表徵客體之意義亦隨之不同。又建構主義 (constructivism) 認為知識無法被動地接受，而是被具有認知能力的個體主動建構出來的，亦即人類對於訊息的處理更不是像打開接收器就可以輕易的接收訊息，反而是對外界的訊息有強烈的選擇性(Von Glasersfeld, 1992)。Hendry (1996) 以建構主義的觀點對教育上提出下列之看法：1、知識只存於個體之內心；2、學習者以其先備知識來賦予外界事物意義與解釋；3、知識是經由個體與外界情境交互作用所建構成成的；4、知識並非是以最終且確定之形式表現；5、公認之知識是由每個個體腦中部份相同的世界所構成；6、知識是經由知覺與行動所構成；7、知識需要時間與自我意願來構成。綜上可知，學習者是主動的透過其主體性去學習與建構知識，然而，人類自外界輸入一訊息（現象）至形成新的行為表徵（科學經驗），這期間所經歷的過程除了要考慮人類生理刺激反應外，還得考慮主體的先備知識及經驗，還須考慮客體的表徵，以及彼此之間的相互影響。因此，本文由認知心理學的觀點探討學習者從事學習活動的學習機制，作為選擇與編制教材教法之依據。

Bruner (1960) 強調學生要了解結構，使之能夠了解事物與事物之間有什麼關係存在；換言之，使學生能夠了解教材內容能與其他許多事物之間發生有意義的關聯。了解結構將可產生最大的學習遷移，亦即學生在了解更概括

化的普遍原理原則和模式之後，就有助於用來處理其所面臨的類似之新情境。在透過螺旋式課程的設計，將學習內容主題發展為不同層次，學生依序漸進、由簡而繁地學習，使欲學習之基本原理原則在不同層次中，有持續複習的機會，且其學習內涵則逐漸加深加廣。Gagne (1970) 歸納出八種基本有難易次序存在的學習類型，它們之間構成一個自下而上的學習階層。其學習理論中認為任何的學習都有一種適當的順序，也就是說前一學習是後一學的先決條件，學生之所以學不會某一種教材，可能是他未具備學會此教材之先備條件的緣故。換言之，任何一種新學習成果均需要先學會與此學習有關的較低習得能力。然而，自學習階層的底層出發，自下而上，一步一步循序漸進的學習，學生在獲得較低層次的習得能力之後，便可產生垂直遷移，使獲得較高層次的習得能力變為較容易。Ausubel(1963)認為人類認知結構本身是一種階層組織，且在結構中較高層的觀念，可以提供一個碇泊所 (anchorage) 以含攝新訊息，以完成一種相對意義上最輕便、快捷的從屬學習。因此他提出導言組體 (organizers) 的理念以建立一個概念碇泊所，使學生從事有意義的學習；換言之，學習者利用導言組體依循進分化 (progressive differentiation) 和統整調和 (integrative reconciliation) 方式，將新教材整合而融入舊知識之中，有助於學習的產生。Wertsch(1985)與 Jones 等(1998)都認為 Vygotsky 之近側發展區 (zone of proximal development) 所界定的功能是，知識的建構時機乃在於知識處於尚未成熟而正在成熟中的，亦即教導只有在知識發展之前，在喚醒生命正當成熟中或在近側發展區的功能內，才是有效的；且活動與經驗是發生在這樣一序列近側發展變化之後而產生內化的。

綜上所述，不論是從後結構主義、建構主義、或是認知心理學的觀點探討學習者從事學習活動的學習機制，有以下幾個結論：1、知識的建構是經由學習者主動與外界情境交互作用所產生的；2、學習者以其先備知識來賦

予外界事物意義與解釋；3、人類認知結構本身是一種階層組織，提供較高層觀念的結構以含攝新訊息，可以完成一種相對意義上最輕便、快捷的從屬學習；4、知識的建構時機乃在於知識處於尚未成熟而正在成熟中的近側發展區，才是有效的；5、學習者了解知識結構產生學習遷移，有助於用來處理其所面臨的類似之新情境；6、學習者的預備度是新學習的先決條件，新的學習必須與舊經驗相連結才能產生有意義的學習。

## 二、教學理論

了解學習者從事學習活動的學習機制後，如何篩選與組織教材，以及如何設計與實施教學方法，以幫助學生能主動、輕鬆、愉快、與有效地學習科學，使之能理解教材、運用所學知識以解決問題是本節的重點。因此，本文從依據與分析預備教授的主題，設置一個知識結構的理想模型，以及如何分類、連結、與建構的運作程序。

### 1、知識結構的探討

分析預備教授的主題內容，將主要概念 (key concepts)、通則 (principles)、理論 (theory) 依適當順序的安排，使教材成爲一種階層組織的知識結構。其中主要概念亦以階層組織的概念圖表徵，該圖包括選出主要概念的字詞，經分類與組織再以線連接各概念，每一條線加上一個連接的字詞，使線兩端之概念成爲通順的命題形式。初步表徵的品質、完整性與連貫性決定了後續學習的效率與正確性；換言之，一個適當而確定的階層組織概念圖包含有通則與理論所需之正確概念的與程序的知識，學習者自可輕易而快速的學會主題的內容。聯結相關之概念圖建構彼此的關係歸納出通則，使二個或二個以上的相關概念圖形成一命題形式之敘述。綜合二個或二個以上的相關通則，建構一用來解釋主題內容的普遍性敘述以形成理論。

### 2、建構運作程序的探討

主題內容依適當順序將主要概念、通則、與理論安排成爲一種階層性組織的知識結構教材後，如何在教學目標與學習環境中，引發學

習者對教學歷程的學習動機與適應性，使之能主動而有意義的學習？教師需以專家角色

(a) 先將學習困難分類：困難包括缺乏特定概念的訊息、缺乏事實性知識、缺乏程序性知識以及衝突的訊息等；(b) 提出修正的資料：包括從外在資源補充不足的特定概念、事實性知識、程序性知識等訊息以改變先備知識的基礎；(c) 編製教學策略：依據知識結構教材的主要概念、通則、與理論，在三者彼此介面間的近側發展區，使學習者新的學習與舊經驗相連結，以產生有意義學習的教學策略，並在策略的引導下使學習者的知識狀態不斷轉換而產生學習；(d) 建構與修正：學習者被給予教材的主要概念、通則、理論、與新的教學目標，令其在教學目標與學習環境中，利用上述的教學策略來達成學習的目標；學習在引起困難時給予適當的修正與指導。

### 3、Gowin 理念的知識 Vee 啓發式圖

Vee 啓發式 (heuristic) 理念導源於 1979 年 Gowin 的 "structure of knowledge" 與處理實驗教學的問題上 (Gowin, Mutkowski, & Novak, 1981; Novak, Gowin, & Johansen, 1983; Lehman, Carter, & Kahle, 1985; Ault, Novak, & Gowin, 1988)，此理念主要的焦點集中於知識的創造 (knowledge creation) 上，亦即利用主要概念、通則、與理論引導我們去選擇或建構已呈現的事與物；其基本假設認為知識不是絕對的，而是依靠我們觀察世界的概念、理論、與方法。理念的實踐需要考慮學生與教師所給予之條件：(a) 研究問題；(b) 已呈現的事與物；(c) 相關概念與理論的體認；(d) 數據登錄與數據轉譯程序；(e) 源自探究的知識與價值要求。因此，Gowin 理念發展出的知識 Vee 啓發式圖模式：V 的尖端是已呈現的事與物，它是指用以探討問題的器材及現象，是研究知識的焦點；而所探討的中心問題置於 V 上方的架橋上，表示它是由研究過程通往主要概念、通則、與理論必經的途徑；V 的左臂是將知識依階層高低由上而下分成理論、通則、與主要概念；V 右臂是依探討過程由先而後，自下而上列出

記錄事項、資料傳達、知識與價值的要求，如【圖 1】所示。Gowin 的 Vee 啓發式基本假設認為知識不是絕對的，而是依據自我觀察世界的概念、理論、與方法，且其主要理念集中於自我知識的建構與創造，這與上節所探討學習理論的結論 1 與 2 項相當契合。理念的實踐所需給予學習者之條件與其發展出知識 Vee 啓發式圖模式的程序，與上節所探討學習理論的結論 3、4、5、與 6 項十分吻合。綜上所知，Gowin 的 Vee 啓發式理念與前述有關知識結構與建構運作程序探討的理念相似，所以，本文根據 Gowin 的 Vee 啓發式圖模式之教學法與傳統講授式教學法，作一學習成就的比較與分析。

## 參、研究設計

### 一、研究對象

由於人力與物力上之限制，本研究第一階段僅以國立台北工專、明志工專、光武工專、與中華工專等四所學校，五年制二年級學生作為認知發展與靜電學概念測驗研究之樣本；這些樣本學生的學經歷背景類似，經一定程序的學科能力篩選，且在物理的靜電學方面接觸與熟悉的程度相當，而他們的認知發展階段亦相似；第二階段則以台北工專與光武工專五年制二年級同一科系的二班與四班學生，作為 Gowin 的 Vee 啓發式圖模式之教學法與傳統講授式教學法的研究樣本，如【表一】所示。雖然本研究僅以上述北區四所工專學校五年制二年級學生作為母群體，但樣本學生學科能力的分佈則含蓋上中下，因此，研究結果所能推論的範圍或許可以含蓋台灣的工專五年制二年級學生或高中二年級自然組學生。

### 二、研究工具

#### 1、認知發展程度評量測驗

認知發展之測試乃採用羅氏形式推理能力教室筆測 (Lawson's formal reasoning classroom test)，此測驗卷測試分析的對象，其年齡的分佈範圍為 12.8 歲至 18.3 歲的學生，故本試題適合於五專學生的認知發展程度評量之用，

且該測驗經楊世宗的研究分析發現它具有非常顯著的效標效度，且證實羅氏推理能力教室筆測工具與皮亞傑式晤談方式具有同樣的功能（楊世宗，民 80）。測驗時間為 50 分鐘；實施的方式是教室團體筆測；記分的方式是每答對一題給一分。羅氏將此測驗的筆測分數，與綜合皮亞傑晤談任務對學生認知發展程度評量的結果比對分析，得此測驗評分標準為：得分在 0→5 分者評為“具體運思期”，6→11 分者

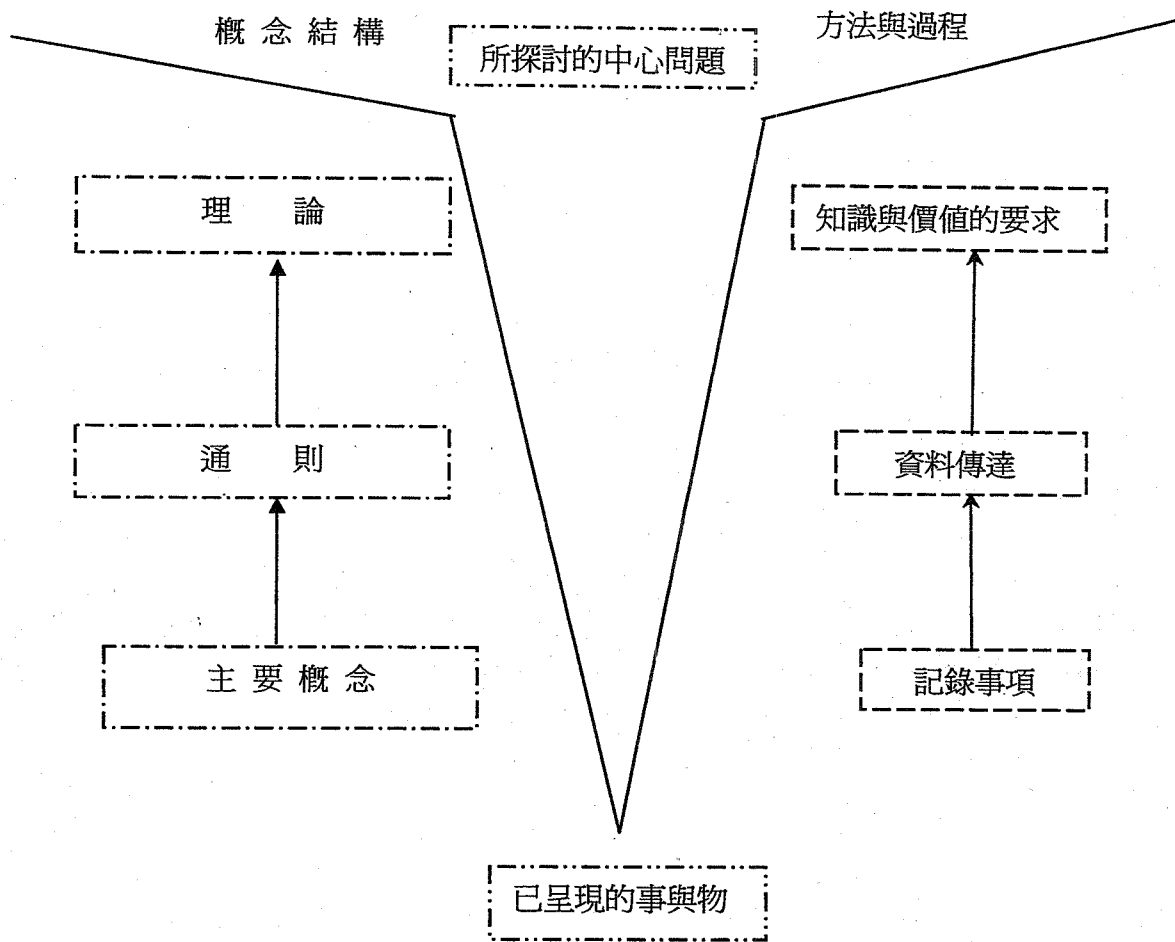
評為“過渡期”，12→15 分者評為“形式運思期”。

2、靜電學概念測驗

本測驗之編製過程，分為計畫、準備、預試、試題分析及選題等五個步驟：

(1) 計畫階段：

(a) 確定測驗之目標與範圍：本測驗係供五年制工專二年級學生團體使用，其目標為



【圖 1】Gowin's Vee 啟發式模式圖

【表一】測試類別與樣本表

學校名稱	測試類別	羅氏形式推理能力教室筆測	靜電學概念測驗	Gowin's Vee 啟發式理念認知發展圖的教學法
台北工專		225 人	256 人	1 班
明志工專		181 人	180 人	
光武工專		145 人	185 人	2 班
中華工專		119 人	199 人	
合計		670 人	820 人	3 班

鑑別該階段學生在靜電學概念認知發展之能力，它必須能夠測出學生在靜電學概念認知發展方面的理解與解題能力，故彙集專家與教師關於靜電學之主要概念、通則、與理論有共識的內容，做為本測驗之目標與範圍。

(b)文獻探討：收集及參讀相關之書籍，以瞭解和分析範圍內靜電學概念認知發展，並熟悉能力測驗之編製原理和命題技巧。

(2)準備階段：為編製一套適用的測驗，命題前應先分析課程的教材內容及其行為目標，進而使兩者適切結合而形成雙向細目表(two-way specification table)，此即為編製試題之藍圖，如【表二】所示。根據本藍圖再考慮試題取樣的廣度、適切性、作答及評閱特性，故本研究取用了五選一的選擇式測驗題目。

(3)預試階段：為得知所編擬的測驗題目之適用性，乃進行三次預測，作為選題，修正題目及確定作答時間之依據。

(4)試題分析：在每次預試後，根據預試結果與二位教物理的同事一起研討該試題，去除難度及鑑別度不適宜的題目，再修飾剩餘的命題。

(5)選題階段：經過二次的試題分析及修改，再依測試目標及範圍的分佈，選取試題。題目確定後，依據靜電學概念認知發展層次調整其編排次序，使其由層次較低的概念依序至層次較高的概念排列。

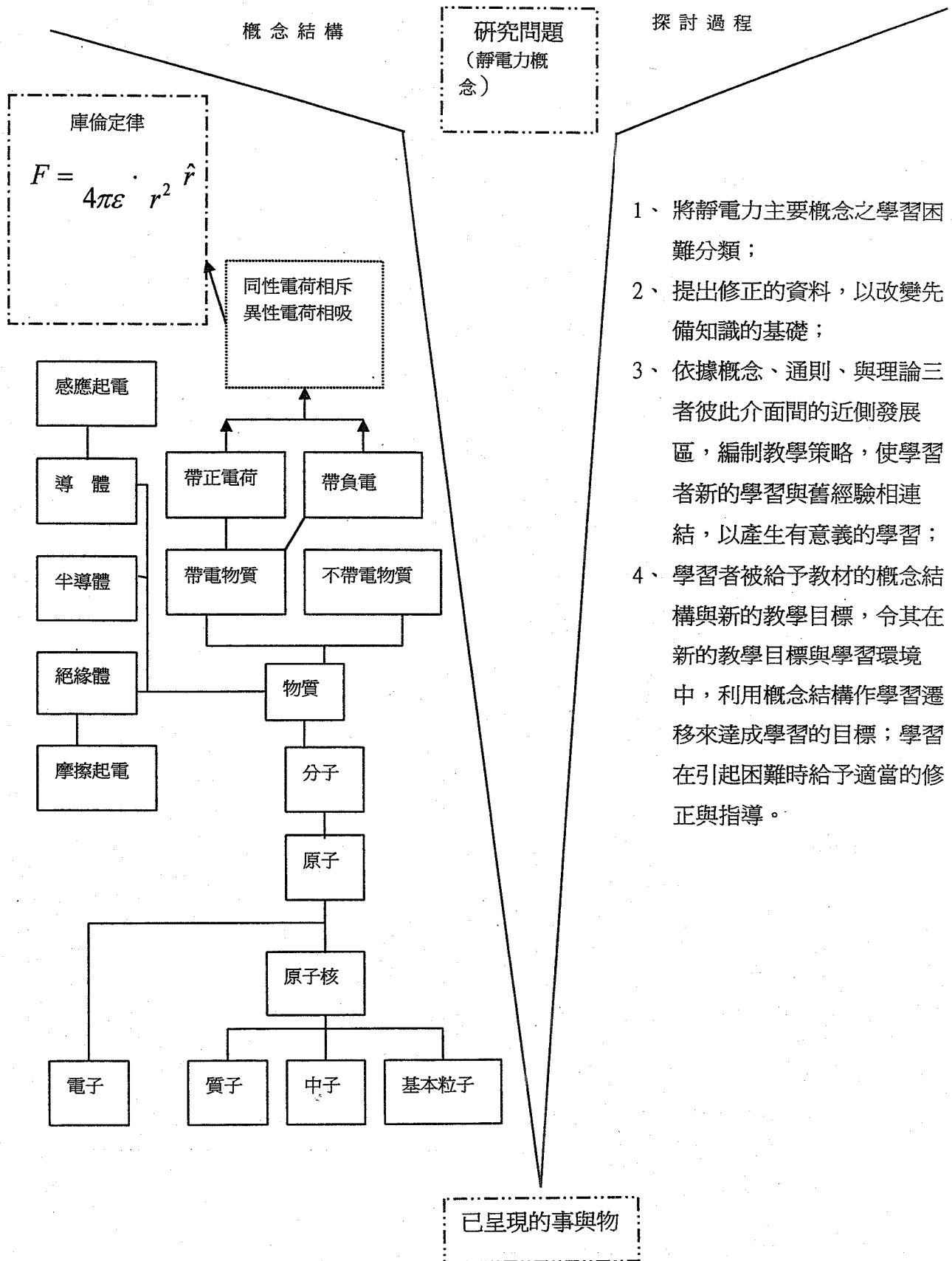
根據 Gowin's Vee 啟發式之理念在【表

二】的教材內容單元上，依 V 模式圖右臂探討過程的教材編製與教法，製作一系列五張之靜電學概念發展圖，如【圖 2】所示；選定相關例題並給予學生空白 V 模式圖，V 左臂之下方提供該教材單元教師編製的概念結構，要求學生將例題的待求問題填入 V 上方的架橋上，已知條件填入 V 尖端的空格內，有助於解決問題的主要概念、通則、與理論依序的寫在 V 右臂之下方，解決問題可行的步驟寫在 V 右臂之中間，實際解題則寫在 V 右臂之上方；以此方式進行該單元的教學。利用該教學方式對同一學校同一科系的兩個班級中之一班作實際上的教學，而另一班則依傳統方式教學。本教學方式之實施極需要任課教師之理解及配合，故本期祇選定三組班級作此實際上之教學，在這階段教學後再作一學後之學習成就測驗的評估。

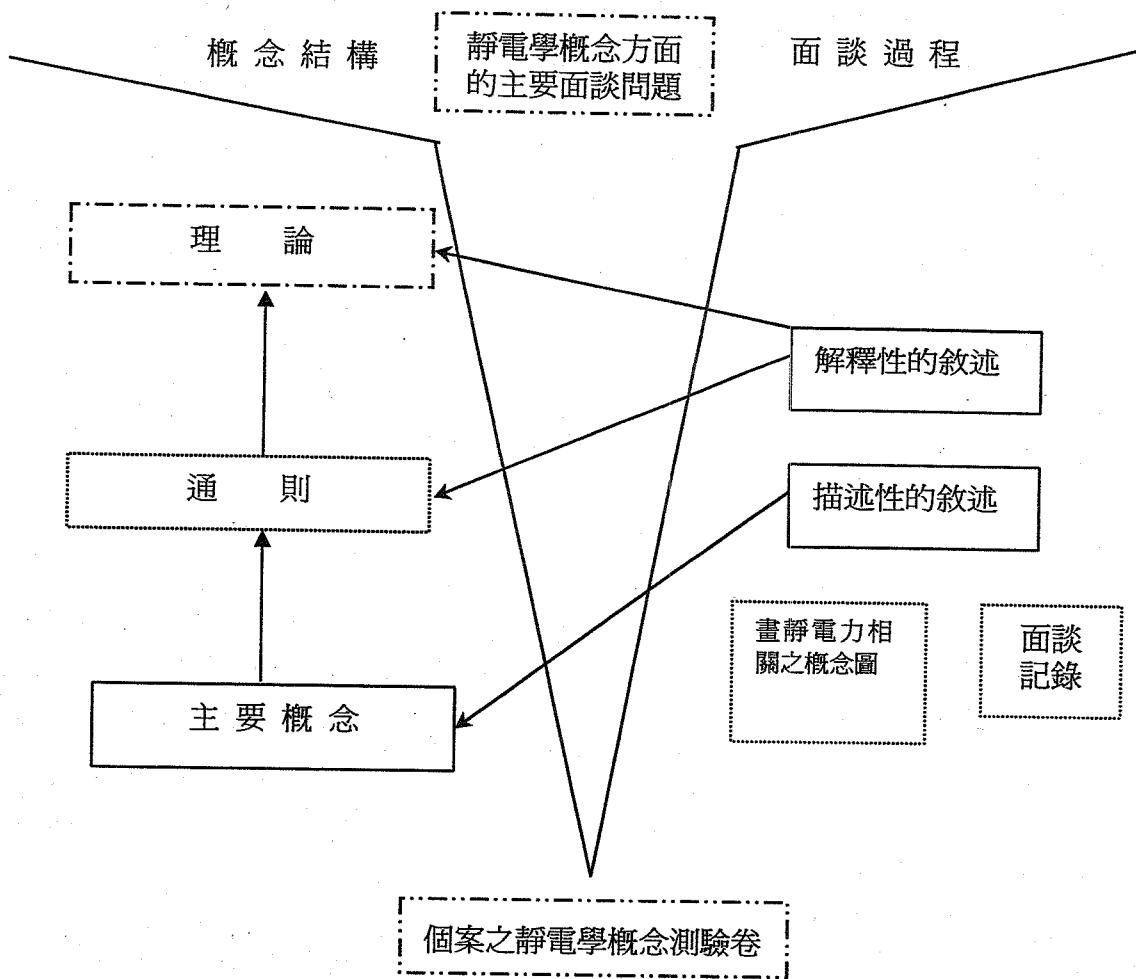
面診晤談工具亦是利用 Gowin's Vee 啟發式理念在【表二】的教材內容單元上，製作一系列五張靜電學概念面談 V 圖，抽取個案之靜電學概念測驗卷，分別針對電荷之定義與特性、靜電力、靜電場、靜電位能、與靜電位等主體結構為判斷能力的題目，要求個案分別填入五張靜電學概念面談 V 圖之 V 左臂下方的空格子，如【圖 3】所示；藉由晤談、畫概念圖的記錄，分類與分析原案的認知結構層次，以探究學生對靜電學概念認知的內在結構與思維過程。

【表二】靜電學概念之雙向細目表

主體結構 教材內容	主要 概念	概念 理解	通 則	理 論	判斷能力	題數合計
電荷之定義與特性	(1)	(2)		(23)	(3)	4
靜 電 力		(5)	(6)	(4) (7)	(8)	5
靜 電 場		(9)	(10) (11) (12) (13)		(14) (15)	7
靜 電 位 能	(16)	(17)	(18)		(25)	4
靜 電 位			(19) (20)	(21) (26)	(22) (24) (27)	7
題 數 合 計	2	4	8	5	8	27



【圖 2】靜電力概念認知發展圖



【圖 3】靜電力概念面談 V 圖

### 三、施測過程

1. 以台北工專、明志工專、光武工專、與中華工專等四所學校五年制二年級學生 670 人，採用羅氏形式推理能力教室筆測作認知發展之測試。
2. 以上述四所學校五年制二年級學生 820 人，利用靜電學概念認知發展測驗測試樣本之靜電學能力。
3. 以台北工專與光武工專五年制二年級同一科系的二班與四班樣本，任選一班與二班施以 Gowin 的 Vee 啟發式圖模式教學法之教學；其中台北工專由研究者任課，光武工專則經由與研究者充分溝通、瞭解、與試教本啟發式圖模式教學法之一位教師任課。

4. 以前述二所工專學校三個班級樣本學生中，任選靜電學能力列於班上前後 27% 學生每班各二位共 12 人，由研究者施以一系列五個 Gowin's Vee 啟發式靜電學概念 V 圖的晤談，以深入瞭解個案對靜電學概念認知的內在結構與思維過程。

### 肆、研究結果與討論

#### 一、認知發展測試之結果

羅氏形式推理能力教室筆測實施於 670 位樣本學生，其結果：

1. 如【表三】所示，答對表示選對答案且能寫出理由，半對表示選對答案



但不能寫出理由，答錯表示選錯答案；由此表顯示試題答對率平均高達 73.1%，試題中的第九題之鑑別率極低，而第十題之題義不清有必要重新核對原命題。

2. 如【表四】所示，顯示有效樣本學生數為 674，得分數的平均值為 11.4，標準差為 2.04，偏態為-1.14，得分與得此分數人數的 Pearson Correlation 為 .606，其 Sig. (2-tailed) 為 .000，所以 Correlation 在 0.01 level (2-tailed) 是 significant。樣本學生超過 12 分者為全受測學生數的 53.3%，亦即超過半數的學生都已進入形式運思期。若將第九與第十題於試題中刪

除不計，再給予計算，則已進入形式運思期的學生占全受測學生的 74.3%，而過渡期則為 24.5%。

3. 此一結果與楊世宗(民 80) 所測的結果(祇有 32.1% 達到形式運思期，65.5% 留在過渡期) 有頗大的出入，但與 Piaget 的認知發展階段中的形式運思期(15 歲 ~ 20 歲) 頗為近似。這是否與楊世宗取樣的學生有關，則有待進一步的證實。
4. 此一結果依運思期的特徵及羅氏推理能力測驗命題雙向細目表，可推知我國大多數五專二年級學生的認知發展層次及特性，是有能力學習靜電學概念之演繹、推理與思考。

【表三】羅氏形式推理能力教室筆測題號與答對人數的結果表

題號	答對人數	百分比 (%)	半對人數	百分比 (%)	答錯人數	百分比 (%)
1	637	94.51	5	.74	32	4.75
2	525	77.89	5	.74	144	21.36
3	604	89.61	10	1.48	60	8.90
4	586	86.94	12	1.78	76	11.28
5	618	91.69	3	.45	53	7.86
6	597	88.58	6	.89	71	10.53
7	626	92.88	6	.89	42	6.23
8	614	91.10	10	1.48	50	7.42
9	324	48.07	5	.74	345	51.19
10	56	8.31	8	1.19	610	90.50
11	322	47.77	118	17.51	234	34.72
12	401	59.50	155	23.00	118	17.51
13	562	83.38	15	2.23	97	14.39
14	522	77.45	17	2.52	135	20.03
15	393	58.31	16	2.37	265	39.32
平均值		73.10		3.90		23.10

【表四】羅氏形式推理能力教室筆測得分與人數分佈表【得分(人數)】

0.5 (0)	1.0 (0)	1.5 (0)	2.0 (1)	2.5 (1)	3.0 (1)	3.5 (2)	4.0 (1)
4.5 (1)	5.0 (1)	5.5 (1)	6.0 (4)	6.5 (5)	7.0 (13)	7.5 (5)	8.0 (17)
8.5 (14)	9.0 (29)	9.5 (23)	10.0 (54)	10.5 (29)	11.0 (79)	11.5 (34)	12.0 (111)
12.5 (42)	13.0 (108)	13.5 (25)	14.0 (69)	14.5 (1)	15.0 (3)		

【表五】靜電學概念認知發展能力測試結果表

學校	樣本總數	有效樣本數	得分(平均值)	偏態	峰度	難度 P (平均值)	鑑別度 D (平均值)	庫李 21 號信度
台北工專	256	250	9.66	0.07	-0.68	0.459	0.371	
明志工專	180	176	7.77	0.19	-0.67	0.382	0.314	
光武工專	184	184	6.28	0.75	0.92	0.319	0.248	
中華工專	199	189	6.32	0.47	-0.16	0.323	0.318	
全體樣本	820	799	7.67	0.48	-0.29	0.380	0.375	0.566

【表六】實驗班與對照班樣本學生之靜電學概念測試結果

樣本班 得分	台北工專(實 驗班)	台北工專(對 照班)	光武工專(實 驗班 1)	光武工專(對 照班 1)	光武工專(實 驗班 2)	光武工專(對 照班 2)
平均值	11.68	10.97	6.96	6.31	6.09	5.50
差額	0.71		0.65		0.59	

## 二、靜電學概念測驗之結果

靜電學概念測驗實施於 820 位樣本學生，其結果：

1. 如【表五】所示，顯示台北工專、明志工專、光武工專及中華工專受測學生之靜電學概念的學習成就測試結果，表中的數據是以本測驗中單選之 21 題為基準，他們得分的平均值分別是：9.66、7.77、6.28 及 6.32，表現出上述各校學生學習靜電學概念認知發展能力的層次；
2. 全體樣本測試的得分與得此分數的人數間之關係呈一平均分佈，而本次試題在整體上之難度  $P=0.38$  呈現稍難，鑑別度  $D=0.375$  是屬於良好，信度屬於偏低但可以接受；
3. 由本測驗中的每一試題的難度與鑑別度得知：第 19、20、與 21 等試題需加以修訂，而複選題則需加以避免。

## 三、Gowin 的 Vee 啟發式與傳統講授式教學法學習成就之比較

Gowin 的 Vee 啟發式教學法施教於台北工專與光武工專五年制二年級的一班與二班樣本後，以靜電學概念測驗施測於同一科系的實

驗班與對照班樣本學生，其結果：

1. 如【表六】所示，顯示實驗班樣本學生之靜電學概念的學習成就結果皆優於對照班，他們得分的平均值分別是：11.68 與 10.97，6.96 與 6.31，以及 6.09 與 5.50；
2. 實驗班與對照班樣本得分平均值高的有較高的得分平均值差額，似可顯示靜電學概念學習成就高的樣本學生對於 Gowin 的 Vee 啟發式教學法有較好的效果。

## 四、Gowin's Vee 啟發式靜電學概念 V 圖面談之結果

分析與綜合 Gowin's Vee 啟發式靜電學概念 V 圖的晤談，發現班上靜電學概念認知發展能力測試前後 27% 樣本學生，有下列幾項值得重視的結果：

1. 班上後 27% 樣本學生較不習慣以基本的原子結構來解釋 (a) 導體、半導體及絕緣體的區分；(b) 導體中電荷之遷移；(c) 摩擦起電；(e) 感應起電。
2. 班上前 27% 樣本學生較後 27% 樣本學生的靜電學概念 V 圖為豐富與完整，且前者在解釋性的敘述上呈現出

分類與歸納之邏輯現象，在描述性的敘述則呈現出量化的敘述，而後者在解釋性的敘述上呈現出籠統與無層次之現象，在描述性的敘述則呈現出質性的敘述。

3. 班上後 27% 樣本學生關於點電荷的概念不清楚，導致庫侖定律無法正確使用。
4. 樣本學生關於靜電場的定義大部分局限於由點電荷所造成之電場，而電場之定義，則班上前 27% 樣本學生需詳加引導始能瞭解。
5. 樣本學生知道導體內的靜電場為零，但不知道為何沒有電場存在，且大都認為沒有電場的地方即沒有電位。
6. 樣本學生知道電荷在導體中呈靜電分佈的情形：曲率越大，電荷密度越大，因學生們有個尖端放電的印象，但卻無法解釋為何。
7. 樣本學生雖然知道帶電荷的導體中，曲率越大的地方，其產生的電場越大，概因電荷密度較大之故，但卻不知道該導體之任一部位皆等電位而以為曲率較大的地方電位較高(蓋因電荷密度及電場較大之故)。
8. 樣本學生知道導體帶有靜電荷時，導體表面處之電場必與該表面垂直，但卻不知道為何會垂直，班上前 27% 樣本學生若經引導最後都能瞭解其究竟。

## 伍、結論與建議

綜上所述，首先由羅氏推理能力測驗可推知我國五專二年級學生的認知發展層次及特性，大多是有能力學習靜電學概念之演繹、推理與思考；其次本研究之靜電學概念認知發展測驗，在試題的難度、鑑別度、與信度整體上呈現可以接受且鑑別度良好之測驗；再次應用

Gowin's Vee 啟發式理念教學法的學生，其靜電學概念學習成就較一般傳統教學法者為佳，而且發現樣本學生的認知發展層次、靜電學概念認知能力、與接受 Gowin's Vee 啟發式理念教學法效果，三者之間呈現出正向的趨勢；亦即，具較高認知發展層次的樣本學生，其靜電學概念認知能力較好，且接受 Gowin's Vee 啟發式理念教學法效果也較佳；最後以 Gowin's Vee 啟發式 V 圖的晤談所發現的結果，是值得教師在授課時加以重視與補救。

綜上結論，本文提出下列幾點建議：

1. 五專二年級學生祇要經由適當的引導與啟發，大部分都具有學習普通物理中靜電學概念認知的能力，因此，如何來引導與啟發學生在這方面概念的認知是值得研究者作進一步的探討。
2. 本研究所設計之 Gowin's Vee 啟發式理念的教學法與概念 V 圖晤談方式，在引導、啟發、與探究學生的概念認知發展上，是一種頗為適當的方法且值得加以推廣。
3. 在晤談中發現樣本學生在靜電學概念上有一些另有概念，應更進一步地去瞭解這些另有概念形成的可能原因，以及設計一套取代此另有迷思概念的教學策略，使學生能突破學習上的困難，進而增益其學習成效。

## 陸、參考文獻

1. 郭生玉(民 74 年): *心理與教育測驗*, 精華書局, 初版。
2. 楊世宗(民 80 年 3 月), 五專學生的認知發展與運動學學習成就關係之研究, *八十年專科學校物理教學研討會專集*, 197~254。
3. Ault, J.R., Novak, J., & Gowin, D.B. (1988). Constructing Vee maps for clinical interviews on energy concepts. *Science Education* 72 (4), 515-545.

4. Ausubel, D.P. (1963). *The psychology of meaningful verbal learning : An introduction to school learning*, Grune & Stratton Inc., Second printing.
5. Bruner, J.S. (1960). *The process of education*. New York: Vintage Books.
6. Gagne, R.M. (1970). *The conditions of learning*, New York: Holt, Rinehart & Winston, 2nd ed..
7. Gowin, D.B., Mutkowski, P., & Novak, J.D. (1981). *Theory-based studies in educating*. Unpublished manuscript, Cornell University.
8. Hendry, G.D. (1996). Constructivism and educational practice, *Australian Journal of Education*, 40 ( 1 ) , 19-45.
9. Jones, M.G., Rua, M.J., Carter, G. (1998). Science teachers' conceptual growth within Vygotsky's zone of proximal development. *Journal of Research in Science Teaching*, 35 ( 9 ) , 967-985.
10. Lehman, J.D., Carter, C., & Kahle, J.B. (1985). Concept mapping, Vee mapping, and achievement: Results of a field study with black high school students. *Journal of Research in Science Teaching*, 22 ( 7 ) , 663-673.
11. McClure, J.R., Sonak, B., & Suen, H.K. (1999). Concept map assessment of classroom learning: Reliability, validity, and logistical practicality. *Journal of Research in Science Teaching*, 36 ( 4 ) , 475-492.
12. Novak, J.D., Gowin, D.B., Johansen, G.T. (1983). The use of concept mapping and knowledge Vee mapping with junior high school science students. *Science Education*, 67 ( 5 ) , 625-645.
13. Von Glasersfeld, E. (1992). Questions and answers about radical constructivism. In K. Tobin & D. Tippins ( Eds. ) . *The practice of constructivism in science education*. Washington DC. AAAS Press.
14. Wadsworth, B.J. (1971). *Piaget's theory of cognitive development an introduction for students of psychology and education*. New York : David McKay Company, Inc..
15. Wertsch, J. (1985). *Vygotsky and the social formation of mind*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

# A Pedagogical Application of Gowin's Vee Heuristics Into Electrostatics at Industry-oriented Junior Colleges

King-lien Lee

Department of General Education, NTUT

## Abstract

Many factors--including pedagogical approaches--play a role when it comes to the students' learning achievement. Of them, the approach of Gowin's Vee heuristic rationale--proper, practical and effective--is opted for in this paper. In the initial part, we adopt Lawson's formal reasoning classroom test, making sure that 74.3% of the 670 participating students are at the period of formal operations, while another 24.5% are in the transition period. The fact shows that the participating students are capable of learning the reasoning logic, deduction and problem solving involved with electrostatics. We then collect the related information in the literature of electrostatics and set up--by consulting many experts and scholars of the field--the scope of electrostatics as is related to our research. Through the analysis of conceptual graphics obtained by students working on the scope, we generate the learners' achievement test and the pedagogical approach on the conceptual graphics. A total of 820 second-year students out of four industry-oriented junior colleges participate in the test--which is fine in item difficulty index, item discrimination index, validity and reliability though a minor revision might be needed. (See Kuo 1995.) For the three classes out of two schools, an approach of conceptual graphics is adopted in teaching electrostatics of the specific scope. We discover that the students enjoy a higher learning achievement via Gowin's Vee heuristic rationale than via the traditional teaching approach. Finally, based on the Gowin's Vee heuristic rationale, we make interviews with 12 students to understand the possible difficulties they encounter in the electrostatics class.

**Key Words:** Gowin's Vee heuristics, Lawson's formal reasoning classroom test, electrostatics.