



# 十二年國教國小自然科學領域綱要之教學設計 ——以 5E 教學模式為例

文・圖 / 高雄市莊敬國小 許國忠老師

## 前言

108 學年度開始實施十二年國民基本教育課程綱要，預計 110 學年度國小三年級自然科學領域即適用新的領域綱要（簡稱：領綱）。新領綱以學習重點作為課程設計的依據，學習重點包含學習內容與學習表現，其中學習表現架構表包含：科學認知、探究能力，以及科學的態度與本質三個項目（教育部，2018）。如何依據此三個項目的學習表現有系統地呈現於教學，是自然科學教學設計的重大挑戰。

本文嘗試以新領綱的學習表現為依據，運用符合學習理論之 5E 教學模式（instructional model），針對康軒版三年級上學期神奇磁力單元：「磁鐵的 N、S 兩極，具有同極排斥，異極相吸」的科學概念，進行教學設計。並將探究依開放程度區分為結構式、偏結構式引導、偏開放式引導、開放式引導分別設計。自然科教師進行探究教學時，可依學生之程度以及時間進行調整。

## 教學設計格式說明

5E 教學模式是 Bybee(2002)根據 Bransford、Brown 和 Cocking 等人(2000)在「How people learn」一書中，三個有關學習的關鍵發現，指出一個可符應學習關鍵發現的教學模式。這個教學模式是 5E 教學模式，分別為：投入(Engage, E1)、探索(Explore, E2)、解釋(Explain, E3)、精緻化(Elaborate, E4)、評鑑(Evaluate, E5)共五個階段。教學設計格式區分為上半部和下半部。上半部主要說明設計依據，下半部主要為 5E 教學模式的學習活動設計。詳細說明如下：

### ● 教學設計格式上半部

- (一)單元簡述：說明單元名稱、實施年級與節數，其中節數會依據教師採取探究教學的開放程度，所需時間會有差異。
- (二)學習重點：依據新領綱區分為學習內容與學習表現。學習表現又包含：科學認知、探究能力，以及科學的態度與本質三個項目。
  1. 學習內容：是自然科學領域之核心概念。
  2. 學習表現：
    - (1)科學認知：對應相關學習內容，區分記憶、了解、應用、分析、評鑑、創造六個層次。此項目新領綱並沒有編碼方式，筆者嘗試運用領綱的說明，以學習內容為主編碼，以六個層次為次編碼，以語詞字首英文字母為編碼，如記憶-R、了解-U、應用-Ap、分析-An、評鑑-E、創造-C。
    - (2)探究能力：新領綱區分為解決問題與思考智能兩個子項。筆者認為解決問題子項較屬外顯行為，思考智能較屬內隱思維，兩者互為表裡，為探究能力不可或缺的要害，這與 5E 教學模式的 E1 至 E3 階段的教學具有一致性。也就是說藉由 5E 教學的實踐，探究能力的學習表現就可有系統性、有順序的連結在一起。
    - (3)科學的態度與本質：科學的態度與本質可視為一種後設學習，學生在經歷一段探究歷程後，再來進行回顧，反思科學本質與自己的科學態度。
- (三)期望的學習結果  
應用重理解的課程設計（understanding by design）之逆向設計（backward design）階段一：期望的學習結果（Desired Results）（Wiggins & McTighe，2017）為參考架構，包含：

1. 主要問題：即探究問題，以探究問題為起點，進行探究活動。
2. 理解事項：即新領綱呈現於學習內容的核心概念。
3. 學習遷移：運用核心概念於相關的情境。

### ● 教學設計下半部

教學設計格式下半部主要是以 5E 教學模式展開的 E1 至 E5，與其對應的學習活動、教學表徵、時間與評量方式。

(一) 5E 教學模式與學習活動：E1 階段的學習活動主要為由問題情境引出探究問題；E2 階段為收集證據；E3 階段為解釋證據並回答探究問題，引入科學家的解釋。E4 階段為應用核心概念至相關情境。E5 階段則在整個單元結束後，運用單元概念圖 ( Novak and Gowin, 1984 ) 做系統性的單元概念統整，以及科學態度與本質的後設學習。

(二) 探究程度與時間：5E 各階段學習活動依開放程度區分四類型之探究。

1. 結構式探究：由教師、教科書或學習單直接提供。
2. 偏結構式之引導探究：主要以選擇題呈現。
3. 偏開放式之引導探究：主要以填充題呈現。
4. 開放式探究：主要以問答題呈現。

不同類型的探究活動所需時間會有差異，在 E1 至 E3 階段若以結構型探究為 1 單位時間，則引導式探究為 2 單位，開放式探究為 3 單位。教師使用可依概念難度和時間選擇探究類型。

(三) 教學表徵與時間：多樣化的教學表徵有助於不同程度學生的學習，教學表徵中的小組討論與師生討論，可依時間與概念難度，採取兩種表徵或只採師生討論。

### ● 運用 5E 教學模式於十二年國教課綱自然科學領域之教學設計

| 主題名稱     | 神奇磁力     | 單元實施節數<br>與時間   | 1. 偏結構式約 1 節：40 分鐘                      |
|----------|----------|---|---|
| 實施年段     | 三年級      |   | 2. 引導式約 2 節：80 分鐘<br>3. 開放式約 3 節：120 分鐘 |
| 設計依據     |          |   |   |
| 學習<br>重點 | 學習<br>內容 | 跨科概念：INE 交互作用<br>INE-II-7 磁鐵具有兩極，同極排斥，異極相吸；磁鐵會吸引鐵的物體。磁力強弱可由吸起含鐵物質數量多寡得知。( 教學設計只含底線部分 )  |   |
|          | 學習<br>表現 | 一、科學認知<br>INE-II-7-U 能理解「磁鐵具有兩極，同極排斥，異極相吸」的科學概念。<br>INE-II-7-Ap 能應用「磁鐵具有兩極，同極排斥，異極相吸」的科學概念。<br>二、探究能力<br>(一) 解決問題(p)<br>1. 觀察與定題(o)<br>po-II-1 能從日常經驗、學習活動、自然環境，進行觀察，進而能察覺問題。<br>po-II-2 能依據觀察、蒐集資料、閱讀、思考、討論等，提出問題。<br>2. 計劃與執行(e)<br>pe-II-2 能正確安全操作適合學習階段的物品、器材、儀器、科技設備與資源，並能觀測和紀錄。<br>3. 分析與發現(a)<br>pa-II-1 能運用簡單分類、製作圖表等方法，整理已有的資訊或數據。<br>pa-II-2 能從得到的資訊或數據，形成解釋、得到解答、解決問題。並能將自己的探究結果和他人的結果 ( 例如：來自老師 ) 相比較，檢查是否相近。 |   |

|         |      |  |
|---------|------|--|
|         |      | <p>4. 討論與傳達(c)</p> <p><b>pc-II-1</b> 能專注聆聽同學報告，提出疑問或意見。並能對探究方法、過程或結果，進行檢討。</p> <p><b>pc-II-2</b> 能利用簡單形式的口語、文字或圖畫等，表達探究之過程、發現。</p> <p>(二)思考智能(t)</p> <p>1. 想像創造(i)</p> <p><b>ti-II-1</b> 能在指導下觀察日常生活現象的規律性，並運用想像力與好奇心，了解及描述自然環境的現象。</p> <p>2. 推理論證(r)</p> <p><b>tr-II-1</b> 能知道觀察、記錄所得自然現象的結果。是有其原因的，並依據習得的知識，說明自己的想法。</p> <p>3. 批判思辨(c)</p> <p><b>tc-II-1</b> 能簡單分辨或分類所觀察到的自然科學現象。</p> <p>4. 建立模型(m)</p> <p><b>tm-II-1</b> 能經由觀察自然界現象之間的關係，理解簡單的概念模型，進而與其生活經驗連結。</p> <p>三、科學的態度與本質</p> <p>(一)培養科學探究的興趣(i)</p> <p><b>ai-II-2</b> 透過探討自然與物質世界的規律性，感受發現的樂趣。</p> <p>(二)養成應用科學思考與探究的習慣(h)</p> <p><b>ah-II-1</b> 透過各種感官了解生活周遭事物的屬性。</p> <p>(三)認識科學本質(n)</p> <p><b>an-II-1</b> 體會科學的探索都是由問題開始。</p> |
| 期望學習的結果 | 主要問題 | 學生將持續思考 Q1：磁鐵的兩個磁極靠近時有什麼現象？  |
|         | 理解事項 | 學生將理解 U1：磁鐵具有同極排斥，異極相吸的現象。   |
|         | 學習遷移 | 學生能夠應用磁鐵同極排斥，異極相吸的原理。<br>A1：判斷長條形磁鐵斷成 A、B 二小條後的磁極。   |

| 教學活動設計    |   |  |         |             |
|-----------|---|--|---------|-------------|
| 5E 階段     | 教學活動內容  | 對應的學習表現                                      | 時間/偏結構式 | 評量方式        |
| E1：<br>投入 | <p><b>一、問題情境</b></p> <p>1. 科學家發現磁鐵有兩個磁極，指向北方的稱為 ( <u>  N  </u> ) 極、指向南方的稱為 ( <u>  S  </u> ) 極。</p> <p>2. 甄蔥名思考：磁鐵有兩個不一樣名稱的磁極，除了名稱不一樣，它們的性質也不一樣嗎？靠近時會有什麼現象發生呢？</p> <p><b>二、探究問題</b></p> <p>你覺得甄蔥名想要探討的問題是什麼？</p> <p>(一)偏結構式之引導探究</p> <p>問題 1：磁鐵的兩個磁極名稱為什麼不一樣？</p> <p>問題 2：磁鐵的兩個磁極靠近時有什麼現象？</p> <p>問題 3：磁鐵的兩個磁極為什麼會指南、北方？</p> <p>(二)偏開放式之引導探究</p> <p>問題：(        ) 的兩個 (        )，靠近時有 (        ) ？</p> <p>(三)開放式探究</p> <p>問題：_____ ？</p> | <p>引導式/<br/>po-II-1<br/>開放式/<br/>po-II-2</p> | 10 分    | 學習單<br>口頭評量 |

| <p>E2：<br/>探索</p> | <p><b>三、收集證據</b></p> <p>(一)結構式探究</p> <p>各位同學，想像自己是一位小小科學家，進行實作與觀察。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>分別將長條形、U形和圓形磁鐵的【N極】和【N極】靠近、【N極】和【S極】靠近、【S極】和【S極】靠近。</li> <li>觀察發生的現象。</li> <li>將結果記錄在表格上。</li> </ol> <p>表格：磁鐵的兩個磁極靠近時的現象（將觀察到的現象圈起來）</p> <table border="1" data-bbox="236 431 1013 576"> <thead> <tr> <th>序號</th> <th>磁鐵形狀</th> <th>【N極】和【N極】</th> <th>【S極】和【S極】</th> <th>【N極】和【S極】</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>長條形</td> <td>【相吸、相斥】</td> <td>【相吸、相斥】</td> <td>【相吸、相斥】</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>U形</td> <td>【相吸、相斥】</td> <td>【相吸、相斥】</td> <td>【相吸、相斥】</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>圓形</td> <td>【相吸、相斥】</td> <td>【相吸、相斥】</td> <td>【相吸、相斥】</td> </tr> </tbody> </table> <p>(二)偏結構式之引導探究</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>請排出A.B.C合理的實驗步驟。 <ol style="list-style-type: none"> <li>觀察發生的現象。</li> <li>分別將長條形、U形和圓形磁鐵的【N極】和【N極】靠近、【N極】和【S極】靠近、【S極】和【S極】靠近。</li> <li>將結果記錄在表格上。</li> </ol> </li> <li>記錄表格：同(一)結構式探究表格。</li> </ol> <p>(三)偏開放式之引導探究</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>分別將長條形、U形和圓形磁鐵的( )和( )靠近、( )和( )靠近、( )和( )靠近。</li> <li>( )發生的現象。</li> <li>將( )記錄在表格上。</li> </ol> <p>表格：磁鐵的兩磁極靠近時的現象，請在空格填入適當語詞。</p> <table border="1" data-bbox="236 1072 1029 1217"> <thead> <tr> <th>序號</th> <th>( )</th> <th>( )</th> <th>( )</th> <th>( )</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>長條形</td> <td>( )</td> <td>( )</td> <td>( )</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>U形</td> <td>( )</td> <td>( )</td> <td>( )</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>圓形</td> <td>( )</td> <td>( )</td> <td>( )</td> </tr> </tbody> </table> <p>(四)開放式探究：<br/>請寫出實驗步驟與紀錄表。</p> | 序號  | 磁鐵形狀       | 【N極】和【N極】                    | 【S極】和【S極】 | 【N極】和【S極】 | 1 | 長條形 | 【相吸、相斥】 | 【相吸、相斥】 | 【相吸、相斥】 | 2 | U形 | 【相吸、相斥】 | 【相吸、相斥】 | 【相吸、相斥】 | 3 | 圓形 | 【相吸、相斥】 | 【相吸、相斥】 | 【相吸、相斥】 | 序號 | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | 1 | 長條形 | ( ) | ( ) | ( ) | 2 | U形 | ( ) | ( ) | ( ) | 3 | 圓形 | ( ) | ( ) | ( ) | <p>pa-II-1<br/>pc-II-1<br/>pc-II-2<br/>ti-II-1<br/>tc-II-1</p> | <p>20分</p> | <p>實作評量<br/>學習單<br/>小組報告<br/>口頭評量</p> |
|-------------------|---|---|------------|------------------------------|-----------|-----------|---|-----|---------|---------|---------|---|----|---------|---------|---------|---|----|---------|---------|---------|----|-----|-----|-----|-----|---|-----|-----|-----|-----|---|----|-----|-----|-----|---|----|-----|-----|-----|--|------------|---------------------------------------|
| 序號                | 磁鐵形狀  | 【N極】和【N極】   | 【S極】和【S極】  | 【N極】和【S極】                    |           |           |   |     |         |         |         |   |    |         |         |         |   |    |         |         |         |    |     |     |     |     |   |     |     |     |     |   |    |     |     |     |   |    |     |     |     |  |            |                                       |
| 1                 | 長條形   | 【相吸、相斥】   | 【相吸、相斥】    | 【相吸、相斥】                      |           |           |   |     |         |         |         |   |    |         |         |         |   |    |         |         |         |    |     |     |     |     |   |     |     |     |     |   |    |     |     |     |   |    |     |     |     |  |            |                                       |
| 2                 | U形  | 【相吸、相斥】   | 【相吸、相斥】    | 【相吸、相斥】                      |           |           |   |     |         |         |         |   |    |         |         |         |   |    |         |         |         |    |     |     |     |     |   |     |     |     |     |   |    |     |     |     |   |    |     |     |     |  |            |                                       |
| 3                 | 圓形  | 【相吸、相斥】   | 【相吸、相斥】    | 【相吸、相斥】                      |           |           |   |     |         |         |         |   |    |         |         |         |   |    |         |         |         |    |     |     |     |     |   |     |     |     |     |   |    |     |     |     |   |    |     |     |     |  |            |                                       |
| 序號                | ( )   | ( )   | ( )        | ( )                          |           |           |   |     |         |         |         |   |    |         |         |         |   |    |         |         |         |    |     |     |     |     |   |     |     |     |     |   |    |     |     |     |   |    |     |     |     |  |            |                                       |
| 1                 | 長條形   | ( )   | ( )        | ( )                          |           |           |   |     |         |         |         |   |    |         |         |         |   |    |         |         |         |    |     |     |     |     |   |     |     |     |     |   |    |     |     |     |   |    |     |     |     |  |            |                                       |
| 2                 | U形  | ( )   | ( )        | ( )                          |           |           |   |     |         |         |         |   |    |         |         |         |   |    |         |         |         |    |     |     |     |     |   |     |     |     |     |   |    |     |     |     |   |    |     |     |     |  |            |                                       |
| 3                 | 圓形  | ( )   | ( )        | ( )                          |           |           |   |     |         |         |         |   |    |         |         |         |   |    |         |         |         |    |     |     |     |     |   |     |     |     |     |   |    |     |     |     |   |    |     |     |     |  |            |                                       |
| <p>E3：<br/>解釋</p> | <p><b>四、解釋</b></p> <p>(一)偏結構式之引導探究</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>長條形、U形和圓形磁鐵的兩個磁極，N極和N極靠近時都會(相吸、相斥)；S極和S極靠近時都會(相吸、相斥)；N極和S極靠近時都會(相吸、相斥)。</li> <li>N極和N極可稱為(同極、異極)；S極和S極可稱為(同極、異極)；N極和S極可稱為(同極、異極)。</li> <li>科學家的解釋：磁鐵的兩磁極靠近時，會有(同極、異極)互相吸引和(同極、異極)互相排斥的現象。</li> </ol> <p>(二)偏開放式之引導探究</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>長條形、U形和圓形磁鐵的兩個磁極，N極和N極靠近時都會( )；S極和S極靠近時都會( )；N極和S極靠近時都會( )。</li> <li>N極和N極可稱為( )；S極和S極可稱為( )；N極和S極可稱為( )。</li> <li>科學家的解釋：磁鐵的兩磁極靠近時，會有( )互相吸引和( )互相排斥的現象。</li> </ol> <p>(三)開放式探究</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>我發現……</li> </ol>  | <p>INe-II-7-U<br/>pa-II-2<br/>pc-II-1<br/>tr-II-1<br/>tm-II-1</p> | <p>10分</p> | <p>學習單<br/>小組報告<br/>口頭評量</p> |           |           |   |     |         |         |         |   |    |         |         |         |   |    |         |         |         |    |     |     |     |     |   |     |     |     |     |   |    |     |     |     |   |    |     |     |     |  |            |                                       |

|            |  |  |      |                     |
|------------|--|--|------|---------------------|
|            | 2. 若磁極相同稱為同極，不同稱為異極。那麼磁鐵的兩磁極靠近時的規律是……  |  |      |                     |
| E4：<br>精緻化 | 長條形磁鐵不小心掉到地上斷成 A、B 兩小條，這兩小條的長條形磁鐵也會有 N、S 兩個磁極嗎？請實作判斷並說明。   | INe-II-7-Ap<br>pe-II-2<br>pa-II-1<br>pa-II-2<br>pc-II-2<br>tm-II-1 | 40 分 | 學習單<br>小組報告<br>口頭評量 |
| E5：<br>評鑑  | <p>一、單元概念圖</p> <p>二、科學態度與本質活動單</p> <p>在這次的探究過程中</p> <p>(一)偏結構式引導</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 科學在探究過程中都是先由 ( 問題、進行實驗 ) 開始。</li> <li>2. 你有沒有發現「磁鐵具有同極相斥、異極相吸」的規律？</li> <li>3. 過程中有感受到發現的樂趣嗎？</li> </ol> <p>(二)偏開放式引導</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 科學在探究過程中都是先由 ( ) 開始。</li> <li>2. 你有沒有發現磁鐵性質具有什麼規律性？( 關鍵字：同極、異極 )</li> <li>3. 有沒有感受到發現的樂趣？( 1-10，數字越大表示樂趣越大。 )</li> </ol> <p>(三)開放式</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 在此次的科學在探索中，是先由什麼開始？請說明。</li> <li>2. 有沒有感受到發現磁鐵性質規律的樂趣？請說明規律和樂趣。</li> </ol> | INe-II-7-U<br>ai-II-2<br>ah-II-1<br>an-II-1<br>pa-II-2<br>pc-II-1  | 40 分 | 概念圖<br>學習單          |

## 教學活動單

5E 教學模式 E1 至 E4 為一個科學概念，E5 階段則是在單元結束後應用。本文限於版面，先呈現 E1 至 E4 的學習單供參考。因屬三上單元，學生才剛升上中年級，所以學習單設計是採結構式與偏結構式之引導探究類型設計。

## 參考文獻

- 教育部(2018)。十二年國民基本教育課程綱要國民中小學暨普通型高級中學：自然科學領域。
- Bransford, J., Brown, A., & Cocking, R.(2000). **How people learn: brain, mind, and experience & school**. Washington, DC: National Academy Press.
- Bybee, R.W. (2002). Scientific inquiry, student learning, and the science curriculum. In Bybee, R. W. (Eds.), **Learning science and the science of learning (pp.25-35)**. Arlington, VA: NSTA Press.
- Bybee, R. W. (2014). The BSCS 5E instructional model: Personal reflections and contemporary implications. **Science and Children, 51(8), 10-13**.
- Wiggins, G. and McTighe, J. (2017)。譯者：賴麗珍。**設計優質的課程單元-重理解的設計法指南**。心理出版社。
- Novak, J. D. and Gowin, D. B. (1984). **Learning How to Learn**. Cambridge University Press, Cambridge, UK.



# 磁鐵的相吸相斥

\_\_\_\_\_年 \_\_\_\_\_班 姓名：\_\_\_\_\_

**問題情境：**科學家發現磁鐵有兩個磁極，指向北方的稱為（ ）極、指向南方的稱為（ ）極。甄蔥名思考：磁鐵有兩個不一樣名稱的磁極，除了名稱不一樣，它們的性質也不一樣嗎？靠近時會有什麼現象發生呢？

**探究問題：**你覺得甄蔥名想要探討的問題是什麼？

問題1：磁鐵的兩個磁極名稱為什麼不一樣？

問題2：磁鐵的兩個磁極靠近時有什麼現象？

問題3：磁鐵的兩個磁極為什麼會指向南、北方？

我的想法：是問題（1、2、3）

全班討論後：是問題（1、2、3）

**收集證據：**各位同學，想像自己是一位小小科學家，進行實作與觀察。

- 請參考課本第 39 頁的圖。
- 分別將長條形、U 形和圓形磁鐵的【N 極】和【N 極】靠近、【N 極】和【S 極】靠近、【S 極】和【S 極】靠近。
- 觀察發生的現象，並將結果記錄在表 1。

表 1：磁鐵的兩個磁極靠近時的現象(將觀察到的現象圈起來)

| 序號 | 磁鐵形狀 | N 極和 N 極 | N 極和 S 極 | S 極和 S 極 |
|----|------|----------|----------|----------|
| 1  | 長條形  | 【相吸、相斥】  | 【相吸、相斥】  | 【相吸、相斥】  |
| 2  | U 形  | 【相吸、相斥】  | 【相吸、相斥】  | 【相吸、相斥】  |
| 3  | 圓形   | 【相吸、相斥】  | 【相吸、相斥】  | 【相吸、相斥】  |

**解釋**（請將正確的圈起來）

- 長條形、U 形和圓形磁鐵的兩個磁極，N 極和 N 極靠近時都會（相吸、相斥）；N 極和 S 極靠近時都會（相吸、相斥）；S 極和 S 極靠近時都會（相吸、相斥）。
- 相同的磁極稱為（同極、異極），不相同的磁極稱為（同極、異極）。
- 科學家解釋：當磁鐵的兩磁極靠近時，會有（同極、異極）互相吸引和（同極、異極）互相排斥的現象。

**應用：**長條形磁鐵不小心掉到地上斷成 A、B 兩小條，這兩小條的長條形磁鐵也會有 N、S 兩個磁極嗎？如果有，請標示出來。你是如何實作證明的？

