

國小五年級學童電學概念改變之研究

陳義勳教授

台北市立師範學院自然科學教育學系暨科學教育研究所

(投稿日期：93年11月30日；修正日期：93年12月24日；接受日期：93年12月28日)

摘 要

此研究的目的是在於探討國小五年級學童電學概念改變，本研究選取台北市南港區某國小十三個五年級的學生為樣本學生，經過九十二學年度第一學期至九十二學年度第二學期，歷時一年，而研究的工具是民國八十九年、九十年、九十一年國科會專案研究發展出來的工具，總共試題八題，分別是關於：

- (1) 三個串聯電池放置在手電筒中，通過那一個電池的電流最多；
- (2) 一個電池供應兩個並聯的電燈，當一個電燈壞了，另一個電燈會如何；
- (3) 一個電池供應兩個串聯的電燈，其兩燈會如何的問題；
- (4) 一組兩個串聯的電池供應一個電燈與一組兩個並聯的電池供應一個電燈，其燈的亮度比較之問題；
- (5) 一個電池供應一個電燈與一個電池供應兩個並聯的電燈，其燈泡亮度之比較問題；
- (6) 一個電池供應一個電燈與一個電池供應兩個串聯的電燈，其燈泡亮度之比較問題；
- (7) 在公寓房子的電路設計，希望人在一樓上二樓時，能使一、二樓間的燈亮起來，而當人上了二樓又希望能使一、二樓間的燈熄掉的問題；
- (8) 兩個燈泡底座相接連，而其銅質部份又分別與乾電池的正負極相連，此設計燈是否會亮。

發現樣本學生迷思概念的類型有(1)日常生活中不當的類比；(2)以(電池數/電燈數)之比值大小判定燈之較亮與否之迷思概念；(3)學生獨特的思維所致之迷思概念；(4)不當的概念轉移。

樣本學生經九十二學年度第一學期的第一次測試與訪談，研究者將其試題上之理由予以分析，並研發適合五年級學生的認知衝突的教學策略，每次測試與訪談後逐案的分析，施以認知衝突的教學策略，讓學生經一個月的醞釀，再施下一次的測試與訪談，如此經三次的測試與訪談，研究者發現十三個樣本學生具迷思概念均已概念改變到主流科學概念。

關鍵字：迷思概念、認知衝突教學策略、概念改變

一、緒論

本研究乃是嘗試以認知衝突的技巧使有迷思概念的學童，產生概念改變進而合乎主流的科學概念。諸如兩個並聯的電燈連接一個乾電池，學童會認為其中一個燈的亮度不如單一電燈連接一個乾電池的亮度來得亮。又如兩個並聯的乾電池連接一個燈泡，其燈泡的亮度較一個乾電池連接一個燈泡來得亮。又譬如一個裝有三個串聯乾電池的手電筒，學童會認為經過其中某一個電池的電流最多，諸如此類的迷思概念經過研究者以認知衝突的教學法，學童原先迷思概念在往後的訪談中，分析其迷思概念，並施以認知衝突的教學策略使其概念改變而有明顯的趨於主流科學概念的趨勢。

在本研究發現認知衝突教學法是可以依樣本學生迷思概念的原因以逐案方式，改進樣本學生之迷思概念，依本研究的敘述顯示，經兩次認知衝突教學策略的教學發現十三個樣本學生中，若第一次測試及訪談時其迷思概念少的，其用認知衝突教學策略效果也較佳，但是也發現除了少數三位樣本學生第一次認知衝突教學策略的教學法中，經概念改變使其接近主流科學家的科學概念，而剩下十位樣本學生仍要進行第二次認知衝突教學策略再輔以實物操作才能使迷思概念概念改變至主流的科學概念，且本研究者認為此教學方法是諸多改變迷思概念教學法之一，有賴國小自然科教師及科教學者進一步研究。

二、文獻探討

在進入公元 2000 年，世界科學教育學者嘗試，由學生學習的角度出發，企圖瞭解學生概念之學習，以求突破學生學習的瓶頸，其中以迷思概念最為科教學者所關心，不管科學教育學者如何稱謂「孩童與科學家有不一致的概念」為迷思概念(Misconceptions)，另有架構(Alternative frameworks)，另有想法(Alternative conceptions)或其他譯法，均是孩童與科學家不一致的概念，其迷思概念或另有架構或另有想法有其非常複雜的成因，諸如：個人經驗的結果(包括對自然事物之直接觀察、同儕文化、日常生活的用語、大眾媒體，甚至是來自自然科教材及教師的解釋)。在 Kuhn 的科學革命一書提出 (Kuhn,1962)，以前科學家的一些概念可能是現代教授、專家認定的迷思概念，由於某些學生的科學概念有時與以前人類某一時期擁有而今此概念被劃分為迷思概念或類似迷思概念(Chiu, 2000)，又邱美虹在第二屆科學、數學及技學教育國際研討會，提到學童對地球形狀的另有架構(Alternative frameworks)有：平面方形、銅板形等形狀，有些是人類早期所認為的地球形狀，故學生 Misconceptions 有時卻是人類早期的主流概念，Osborne 和 Freyberg 提到有不少比例學生認為乾電池會由正、負兩極分別流出電流至燈泡，使燈泡亮起來的迷思概念(Osborne 和 Freyberg, 1985)，本研究者針對國民小學學童對電學的概念進行研究，在民國八十二~八十三年接受國科會補助，研究發現有一些比例的學生認為電池的正負兩極均接到燈泡的同端，燈就會亮的迷思概念與國外學者研究結果有類似之處(陳義勳，1994；Shelen, 2004)，根據美國學者 Brown(1987)提出學生在學習科學概念當中所遭遇到的問題，這些概念有些也許與科學家的概念不謀而合，國內國科會郭前處長重吉教授(1999)也提出了類似的觀點，國小學童的先前概念(preconceptions)可能是與專家不一致或巧合一致的概念，其對科學概念的學習有或多或少的干擾。甚或對自然科學的學習有負面的影響。

本研究嘗試由學習心理學、神經網路、多元智慧、Piaget 的學童心智發展理論、Vygotsky 的 ZPD 理論及語言是內化的表徵來詮釋迷思概念的成因，至少在針對國內本土的迷思概念一套具說服力的詮釋，並進行概念改變的研究。

而概念之形成有：

個人因素：1.認知方面 2.情境方面 3.技能方面等等。

環境因素：1 教學環境 2.教師因素 3.教育制度等等。

本研究試圖以教學策略進行學生的概念改變 (conceptual change) 之研究。依美國學者 Brown 設計了矯正迷思概念之教學，以消除學生的迷思概念。國內陳瓊森教授曾針對電流以水流為類比模式進行迷思概念矯正的教學策略。(陳瓊森，1993)，迷思概念此處定義為非主流科學社群的科學概念。迷思概念往往是科學學習的絆腳石，科教學者往往藉著概念改變(概念改變是依 Posner 1982 年提出的四個條件說界定之)來使學生合乎主流科學社群的科學概念。

Posner 等人 (Posner, et al. 1982) 提出的概念改變模式，其強調四個必要條件：(1) 不滿足 (Dissatisfaction)；(2) 理解 (Intelligibility)；(3) 合理 (Plausibility)；及 (4) 擴大適用範圍 (Fruitfulness)。其中：

- (1) 不滿足：學生對現有概念已感到不滿足，感受到已往的概念不具完美解釋科學現象，亦即同化 (Assimilation) 不再適用，必須進行調適 (Accommodation)。
- (2) 理解：新的概念必須可以理解的，個體才可能進行概念改變。
- (3) 合理：新的概念必須合理的，它至少必須具有成真的可能性。
- (4) 擴大適用範圍：新的概念必須能夠適用更大範圍，它不僅要能解決現有的問題，而且也應提供未來探索的途徑。

本研究擬以認知衝突法、概念學習活動所提供認知衝突可催化對重新詮釋，周邊理論改變與理論改變(劉嘉茹，2000)，認知衝突可以說是 Piaget 的不平衡、調適、平衡，當新的概念不能用在以往的科學概念來詮釋時，學童就會產生不平衡，但無法用以前概念概括，形成認知衝突，接受新的概念，但新的概念必須能解釋以往的科學概念，達到概念改變的目的。此藉助認知衝突讓學生成為學習的組織者和思考者。

三、研究方法

本研究採用質性研究方法，將迷思概念進行分類，以認知衝突來進行概念改變，參照 Posner 等人的 (1) 不滿足 (Dissatisfaction)；(2) 理解 (Intelligibility)；(3) 合理 (Plausibility)；(4) 擴大適用範圍 (Fruitfulness) 等來進行概念改變。而教學策略在進行概念改變是極具關鍵性的步驟，依 Lawson (1986) 的理論，進行概念改變需要依個體的迷思概念的原因再設計教學策略，以達到概念改變的目的。綜合中外科學教育學者的論點，以下是幾個重要的教學策略：有 (1) 類比教學法；(2) 學習環教學法；(3) 認知衝突教學法；(4) 群體討論教學法 (辯詰教學法)；(5) 同儕當小老師的教學法，相當於使用 ZPD (Zone of Proximal) 的教學法；(6) 大量閱讀主流科學社群科學概念教學法；及 (7) 後設認知教學法等等。

研究者設計一些題目，使有迷思概念者因其以迷思概念之應用或延伸到另外例子上會形成前後概念之矛盾與衝突，逼得有迷思概念者進行概念改變，這種教學法的最大好處是對症

下藥，陳忠志教授在 1987 年國科會研究案中中提到此方法，邱韻如教授在 2002 年科教年會也提到以認知衝突教學法來教大一單擺的單元，均獲得良好的成效。

本研究者以認知衝突教學法進行學童的概念改變，其實將有 Misconception 的學生使其在設計的認知衝突教學策略中，造成學生無法同化 (Assimilation) 而必須自我調適 (Accommodation)，並企圖使其概念改變成主流科學家的科學概念。有迷思概念的樣本學生在經設計的例子中產生認知衝突，而認知衝突的教學法 (當然其教案經專家、教授討論及試教過)，讓樣本學生進入 Posner 的第一階段不滿足條件，然後調適出第二、三階段的理解、合理的概念，再到第四階段適用較廣範圍，達到概念改變之目的。

本研究者針對台北市南港區某國小，先以紙筆測驗找出學生迷思概念的類型，繼而以訪談的方式確認其迷思概念的類型，其中選了十三個國小五年級學生作為訪談的樣本，設計的工具是符合國小學生電學程度而設計，工具是經過民國 89 年、90 年、91 年三年國科會相關的研究再修正而成，當初設計十五題，經篩選後為八題。但為了能符合以認知衝突的教學法，再經修飾成附錄(一)中的工具共八題，每位樣本進行測試及訪談共三次，每次均隔一個多月，題目內容包含(1)電池的串、並聯；(2)電燈的串、並聯；(3)電器之應用，經過逐字稿及科學概念的分析，並研發認知衝突的教學策略教學法，使擁有迷思概念的樣本學生產生概念改變，並趨於主流科學家的科學概念，確定往後本研究者的研究方向及作為國小自然科教師教學的參考。

四、資料與分析

在試題八題中，經十三位樣本學生在九十二年第一學期中的第一次回答情形，以第三題：「一個乾電池供應兩個串聯之燈泡問當甲燈壞了，乙燈會如何？」全部十三個樣本全部答對了，但另外第五題：「一個乾電池供應甲燈，而另一電池供應並聯的乙、丙燈，比較甲、乙兩燈的亮度問題。」卻是只有一個樣本學生答對。依照答題的分析，第三題是關於通、斷路的概念，樣本學生能很清楚知道當一個燈壞了就形成斷路，另一個燈也不可能亮了起來。至於第五題，由於十二個樣本學生對於一電池供應兩個並聯的電燈，並沒有電燈亮度與一個電池供應一個電燈一樣亮，只是電池壽命減半的概念，所以十二個樣本學生認為一個電池供應一個電燈較一個電池供應兩個並聯電燈中之一燈來得亮。

由於學生認為一個乾電池供應兩個並聯電燈，就會將電流分攤給兩個電燈，所以會較不亮，答錯人數排第二的有兩題分別是第二題：「一個電池供應兩個並聯的電燈，當一個壞了，另一個電燈會如何？」及第四題：「一組兩個串聯的電池供應一個電燈與一組兩個並聯的電池供應一個電燈，其燈的亮度比較之問題」，檢核其回答的理由有 61.5% 的樣本學生有迷思概念。關於第二題 61.5% 的樣本學生答乙燈會更亮，這對部分樣本學生而言是難了點。關於第四題，學生認為同樣兩個電池供應一個電燈，亮度應是相同，而忽略了一組是串聯的電池，另外一組是並聯的電池，其亮度不一樣。答錯排第四的是第一題：「串聯的三個電池放置在手電筒裡，其通過電流誰較多的問題。」，檢核其回答的理由有 46.2% 的樣本學生有迷思概念，在選錯答案也許是學生疏忽了，選對答案了也要看他們描述的理由，要從理由上看他們是否有迷思概念。答錯排第五高的是第七題：「在公寓房子的電路設計，希望人在一樓上二樓時，能使一、二樓間的電燈亮起來，而當人上了二樓又希望使一、二樓間的燈熄滅的問題」，有

38.5%的樣本學生有迷思概念。答錯第六高的是第八題：「兩電燈底座與底座相接觸而兩燈之銅質部份分別接到電池的正負極。」。檢核其敘述及訪談資料，其迷思概念為 30.5%。至於第八題電燈的接法，由於日常生活中罕少用此題的接法，以致於學生認為此種接法並無法使甲、乙兩燈亮起來。

至於第一是測試與訪談樣本學生迷思概念之細目表如下：

第一次測試與訪談樣本學生有迷思概念之雙向細目表

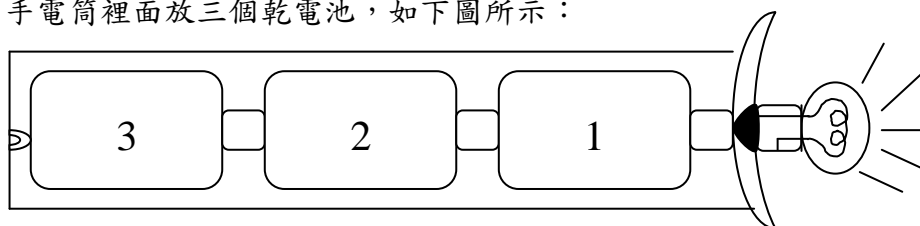
試題題號 樣本學生	1	2	3	4	5	6	7	8	迷思概念 之總題數	百分比
1		V			V		V		3	37.5%
2				V	V	V			3	37.5%
3	V			V	V		V	V	5	62.5%
4	V	V			V				3	37.5%
5	V				V				2	25%
6		V					V	V	3	37.5%
7	V				V				2	25%
8	V	V		V	V			V	5	62.5%
9		V		V	V				3	37.5%
10				V	V		V		3	37.5%
11		V		V	V	V			4	50%
12	V	V		V	V			V	5	62.5%
13		V		V	V		V		4	50%
總數	6	8	0	8	12	2	5	4		
百分比	46.2%	61.5%	0%	61.5%	92.3%	15.4%	38.5%	30.8%		

由於第一次測試及訪談，學生的迷思概念來自日常生活的經驗及對自然事物之直接觀察及對現象自我的詮釋。至於個別樣本學生的整份八題試題的答案分析，以樣本學生三、樣本學生八、樣本學生十二在此份試題擁有五題迷思概念即總題數的 62.5% 的迷思概念最多，分別是兩位男生一位女生的樣本學生三、八及十二，對照其上學期自然科成績及上學期學科成績及 IQ 成績均不錯，父母親教育程度也不差，顯然在此有限的樣本學生其迷思概念與上述因素並沒有直接關聯。迷思概念百分比第四高的是樣本學生十一、十三佔總題數 50%，第六高的是樣本學生一、樣本學生二、四、六、九及樣本學生十其迷思概念佔總題數的 37.5%，而答對最多，迷思概念僅佔總題數的 25% 是樣本學生五與樣本學生七，此時二個樣本學生之迷思概念與其 IQ、上學期自然科成績、上學期學科成績、父母親教育程度也並無顯著相關，這可能是選取的樣本學生有限所致。

而在第一次測試與訪談，研究者針對樣本學生的迷思概念進行認知衝突教學，並依樣本學生為何會有如此迷思概念，並進行認知衝突策略教學法使擁有迷思概念的樣本學生趨於主流科學概念。

認知衝突的教學策略

一、手電筒裡面放三個乾電池，如下圖所示：



當手電筒的開關打開以後，燈正亮起來，你認為流過三個電池的電流是怎麼樣？

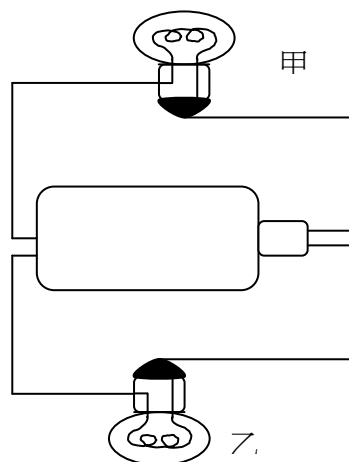
- (1) 流過一號電池的電流最多
- (2) 流過二號電池的電流最多
- (3) 流過三號電池的電流最多
- (4) 流過三個電池的電流一樣多

第一題 當電流通過三號乾電池經二號乾電池再經一號乾電池時，如果流經三號電池的電流量最多或最少，則當電流流過電燈再經三號乾電池、二號乾電池，一號乾電池，則一號乾電池、二號乾電池也就會是輪流是三個乾電池中電流最多或最少者，這是相當矛盾的，故三號乾電池或其中一個電池流經的電流最少或最多也會產生矛盾現象，故流經三個乾電池的電流是否就能最多或最少呢？以此來讓學生產生認知衝突，達到概念改變之目的。

二、電路如下圖，甲乙燈採用並聯方式，

當甲燈壞了，乙燈會怎麼樣？

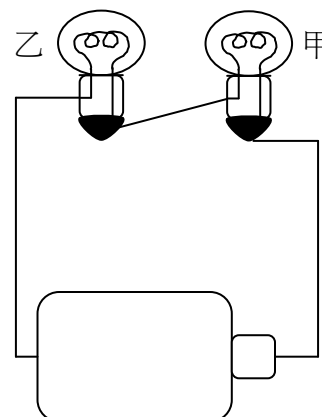
- (1) 不亮
- (2) 更亮
- (3) 不受影響仍與正常時一樣亮
- (4) 會亮但更暗



第二題 若甲、乙燈改採用串聯的方式，當甲燈壞了，乙燈會怎麼樣？上圖的裝置非常類似同學們教室裡的電燈裝置，整排電燈是採用並聯裝置，你是否發現當一盞燈故障或關掉，其他的燈會更亮或更暗呢？那麼此題的裝置是否也很清楚可以回答乙燈會怎麼樣了。

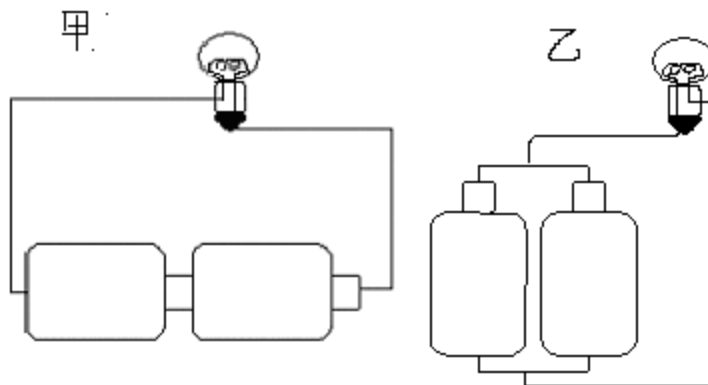
三、下面電路圖，兩燈都是好的、新的，那兩燈會怎麼樣？

- (1) 甲亮乙不亮
- (2) 乙亮甲不亮
- (3) 甲乙都會亮
- (4) 甲乙都不會亮



第三題 由於此題樣本學生全部答對，故沒有設計認知衝突的教學策略。

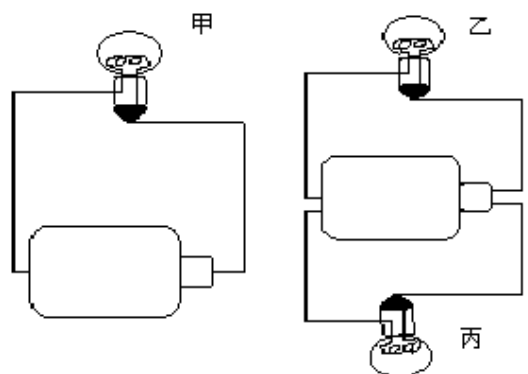
四、下面的兩個電路圖，假如甲、乙兩燈都會亮，你認為哪一個燈會較亮呢？



- (1) 甲燈較乙燈亮
- (2) 乙燈較甲燈亮
- (3) 甲、乙燈一樣亮
- (4) 不確定，有時甲燈較亮，有時乙燈較亮。

第四題 當乙電路裝置只有一個乾電池的情況下，則甲、乙兩燈哪一個會較亮？安排此認知衝突的教學策略，是先以實際的電池一個接連一個電燈與目前第四題右側的電路裝置，看看亮度如何？學生會發現兩者的燈的亮度是不相上下，然後由第四題左側的電路圖與一個電燈接連一個電池的電燈亮度作比較，以認知衝突的教學策略，甲燈的亮度會與乙燈的亮度相同嗎？如果亮度相等，是否意味著串聯兩個電池連接一燈的亮度會與一個電池連接一個燈的亮度不一樣呢？是不合理且矛盾呢？

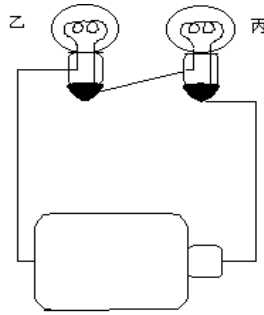
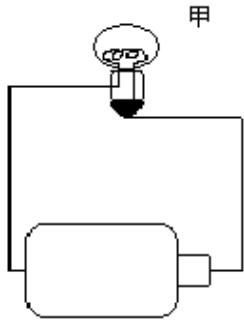
五、下面的兩個電路圖，假如甲、乙兩燈都會亮，你認為哪一個燈會較亮呢？



- (1) 甲燈較乙燈亮
- (2) 乙燈較甲燈亮
- (3) 甲乙燈一樣亮
- (4) 不確定，有時甲燈較亮，有時乙燈較亮。

第五題 當乙電路裝置圖中，沒有丙燈的情況下，則甲、乙兩燈哪一個會較亮？先將第五題右側的圖看成第二題的情形，也就是說第二題以認知衝突的教學策略克服了以後，此題也迎刃而解了。

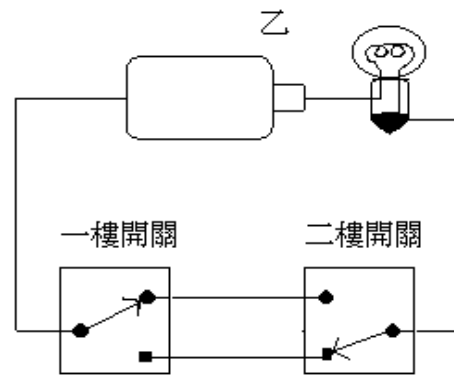
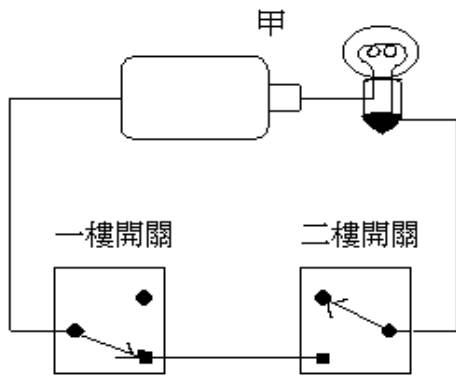
六、下面的兩個電路圖，假如甲、乙兩燈都會亮，你認為哪一個燈會較亮呢？



- (1) 甲燈較乙燈亮。
- (2) 乙燈較甲燈亮。
- (3) 甲、乙燈一樣亮。
- (4) 不確定，有時甲燈亮，有時乙燈亮。

第六題當右邊電路裝置圖中，丙燈是壞的情況下，乙燈仍會亮嗎？則甲、乙兩燈哪一個會較亮？大部分的樣本學生對此題並沒有困難，只有少部分樣本學生（兩位）認為甲、乙燈一樣亮，利用認知衝突的策略教學法，如甲、乙兩燈一樣亮，則甲、丙兩燈也必然一樣亮，且乙、丙與甲燈一樣亮，則右邊電路的裝置流經乙、丙兩燈的電流與左邊電路流經甲燈的電流一樣多，是不是非常矛盾的呢？

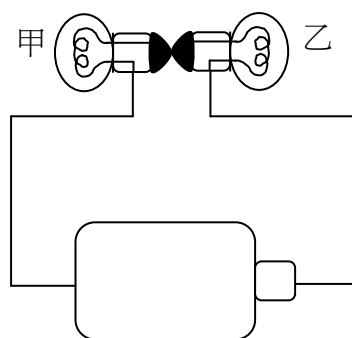
七、在公寓房子的設計中，往往在樓梯間裝有電燈，在由1樓上2樓希望使1、2樓梯間之電燈燈亮起來，而上了2樓後又要將1、2樓間之電燈關掉，你可幫忙小明判斷此種電路之設計是下列那一圖呢？



- (1) 甲圖
- (2) 乙圖
- (3) 甲和乙圖都可以
- (4) 甲和乙圖都不可以

第七題 左側的裝置，如果要將一樓的開關往另外一邊撥，電路是否為通路呢？那右側也按照同樣的程序操作一遍，其實第一次測試如果植基的理由錯誤，藉助於認知衝突的教學策略，也就是說左側在未撥動一樓開關，電路是通路嗎？又撥動一樓開關，電路是通路嗎？如果在左側的裝置是可以使一、二樓間的電燈亮起來，那是否違反了通路的原理呢？也很顯然就可以在第二次測驗時反應出來了。

八、底下有一個電路兩燈都是好的、新的，請問小朋友圖中的燈會怎麼樣呢？



- (1) 只有甲燈會亮
- (2) 只有乙燈會亮
- (3) 甲、乙兩燈一樣都會亮
- (4) 不確定，有時甲燈較亮，有時乙燈較亮

第八題 針對有迷思概念的樣本學生以認知衝突的教學策略中，如果他原先選的是(1)只有甲燈會亮，那乙燈呢？教師可以問如果乙燈不亮，是否表示電路不是通路呢？那甲燈還會亮嗎？如果樣本學生選(2)只有乙燈會亮，教師可以問那甲燈呢？如果甲燈不亮，是否表示電路不是通路，那乙燈還會亮嗎？如果樣本學生選(4)不確定，有時甲燈較亮，有時乙燈較亮，在在說明電流通過甲、乙兩燈的流量不一樣也不穩定，這在電器的電路是非常矛盾與衝突的，以此認知衝突的教學策略教學法來修正樣本學生的迷思概念。

九十二年十一月至十二月間進行第一次的測試與訪談，在間隔一個月也就是寒假結束，九十二學年第二學期開學後不久，針對樣本學生有迷思概念之題目進行認知衝突的教學策略，本研究者針對樣本學生有迷思概念的那些題目進行第二次測試與訪談，其結果發現：

樣本學生一：其發生迷思概念的題目，並沒有隨時間推移而改變，而迷思概念的情形也與以前大同小異。

樣本學生二：經過一個月的推移，其中原先有迷思概念之第四、第五題已產生概念之改變，但第六題仍然無具體改觀而與上次答題非常類似。

樣本學生三：經過第二次測試與訪談，第一題、第四題、與第七題有顯著進步也已產生概念改變，只有第五、八兩題仍有迷思概念。

樣本學生四、五、六：在經過一個月後，好像脫胎換骨似的，全部克服了迷思概念，而全部是合乎主流科學家的科學概念。

樣本學生七：只有第五、六兩題有迷思概念，第六題是第二次測試新產生的迷思概念，至於第一題已趨近主流的科學概念了。

樣本學生八：第五、八題仍有迷思概念，至於第一、二、四題的迷思概念也已克服了，卻由於認知衝突教學策略產生第六題的迷思概念。

樣本學生九：第二、四、五題的迷思概念均已克服，只有第六題是新增的迷思概念。

樣本學生十：第五、七題的迷思概念均已克服，只有在第四、六兩題有迷思概念，第六題是新增的迷思概念。

樣本學生十一：第二、四、五題的迷思概念均已克服，只有第六題仍有迷思概念。

樣本學生十二：第一、二、四、八題的迷思概念均已克服，只有第五、六兩題有迷思概念，而第六題是新增的迷思概念。

樣本學生十三：第二、五、七題的迷思概念均已克服，只有第四、六兩題有迷思概念，而第六題是新增的迷思概念。

再經過一個月後，再以認知衝突教學策略並輔以實際的實物加以模擬，進行迷思概念之測試與訪談，其迷思概念之雙向細目表如下：

第二次測試與訪談樣本學生有迷思概念之雙向細目表

試題題號 樣本學生	1	2	3	4	5	6	7	8	迷思概念 之總題數	所佔之 百分比
1		V			V		V		3	37.5%
2						V			1	12.5%
3					V			V	2	25%
4									0	0
5									0	0
6									0	0
7					V	V			2	25%
8					V	V		V	3	37.5%
9						V			1	12.5%
10				V		V			2	25%
11						V			1	12.5%
12					V	V			2	25%
13				V		V			2	25%
總數	0	1	0	2	5	8	1	2		
百分比	0%	7.7%	0%	15.4%	38.5%	61.5%	7.7%	15.4%		

經過九十三年三、四月時，再經過第二次針對樣本學生有迷思概念之題目進行認知衝突教學策略，再經一個月進行第三次測試與訪談，其最終結果如下：

樣本學生一：第二、五、七題的迷思概念均已予克服了，而已合乎主流的科學概念。

樣本學生二：第六題的迷思概念已克服了，並趨近主流科學家的科學概念。

樣本學生三：第五、八題的迷思概念已克服了，並趨近主流科學家的科學概念。

樣本學生四、五、六：在第二次測試與訪談均已無迷思概念了。

樣本學生七：第五、六題的迷思概念也已克服了，且合乎主流的科學概念。

樣本學生八：第五、六、八題的迷思概念已完全克服了，且合乎主流的科學概念。

樣本學生九：第六題他會認為甲燈較乙燈亮，好比媽媽煮的飯，左側的裝置好比供一人

吃，右側裝置好比供兩人吃，顯然左側裝置較亮，所以迷思概念也已克服。

樣本學生十：第四、六題的迷思概念已予克服了，而合乎科學家的科學概念。

樣本學生十一：第六題的迷思概念均已予克服了，且合乎主流的科學概念。

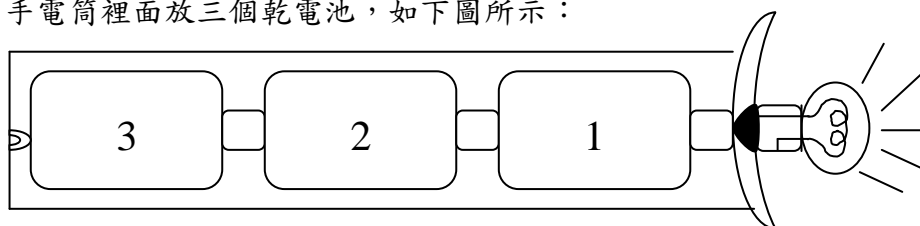
樣本學生十二：第五、六兩題的迷思概念均已予克服了，而合乎科學家的科學概念。

樣本學生十三：第四、六兩題的迷思概念均已予克服了，且合乎主流的科學概念。

第一次、第二次測試及訪談之處理及分析：

假設每個電池、燈泡都是相同的情況下，也就是電池都是新的，燈泡也是好的，所有下面不同的電路連結，請回答下列各問題：

一、手電筒裡面放三個乾電池，如下圖所示：



當手電筒的開關打開以後，燈正亮起來，你認為流過三個電池的電流是怎麼樣？

- (1) 流過一號電池的電流最多
- (2) 流過二號電池的電流最多
- (3) 流過三號電池的電流最多
- (4) 流過三個電池的電流一樣多

理由：

訪談之紀錄：

分析：

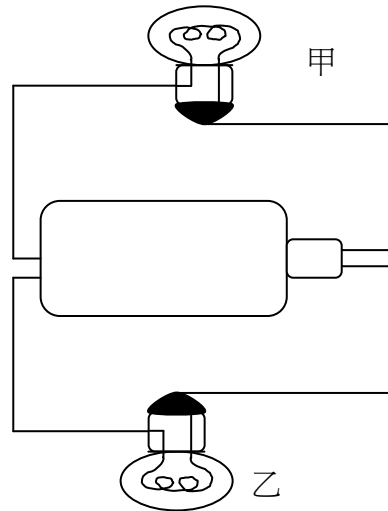
【第一次測驗與訪談】

擁有迷思概念的學生大部份均認為端邊的電池之電流最多諸如#1，#3 的電流最多，即是最前端或最後端，他們認為#3 電源是電流流出的總源頭，故通過#1、#2 電池之電流均需由#3 電池來供應故流經#3 電池之電流最多，但又有一些擁有迷思概念的學生，認為流經#1 電池的電流最多，因為後面的電池#2、#3 流出的均要經過#1，故流過#1 電池可以說是總集成者故流經#1 電池的電流最多。

【第二次測驗與訪談】

具有迷思概念的樣本學生經認知衝突的教學策略後，本題已無迷思概念了。

二、電路如下圖，甲乙燈採用並聯方式，



當甲燈壞了，乙燈會怎麼樣？

- (1) 不亮
- (2) 更亮
- (3) 不受影響仍與正常時一樣亮
- (4) 會亮但更暗

理由： _____

訪談之紀錄：

分析：

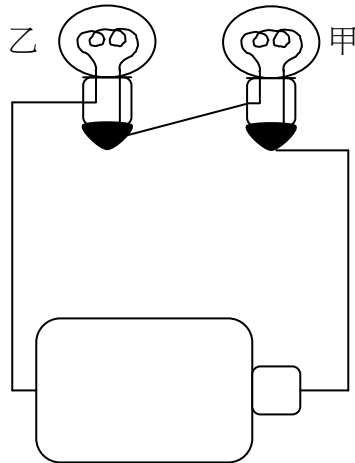
【第一次測驗與訪談】

八位有迷思概念中，有七位學生認為既然甲燈壞了，電池的電會全部供應給乙燈，故乙燈會更亮。又其中一位樣本學生認為乙燈不受影響仍與正常時一樣亮，但其敘述的理由是甲燈雖壞了，電流照樣流經甲燈，只是燈不亮(即對通、斷路的概念有迷思概念)。

【第二次測驗與訪談】

具有迷思概念的樣本學生經認知衝突的教學策略後，本題只剩一位樣本學生有迷思概念，此學生認為上圖裝置就像家裡電燈一樣，一個壞了另一個會亮但更暗之迷思概念，顯然以不正確日常生活經驗來類化此概念並加以思考。

三、下面電路圖，兩燈都是好的、新的，那兩燈會怎麼樣？



- (1) 甲燈亮乙燈不亮
- (2) 乙燈亮甲燈不亮
- (3) 甲乙燈都會亮
- (4) 甲乙燈都不會亮

理由： _____

訪談之紀錄：

分析：

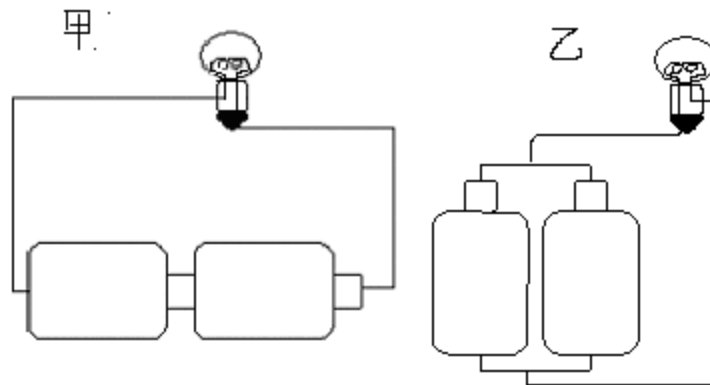
【第一次測驗與訪談】

所有十三個樣學生全部答對了，並無迷思概念。

【第二次測驗與訪談】

因第一次測試無迷思概念故沒作第二次認知衝突的教學之安排。

四、下面的兩個電路圖，假如甲、乙兩燈都會亮，你認為哪一個燈會較亮呢？



- (1) 甲燈較乙燈亮
- (2) 乙燈較甲燈亮
- (3) 甲、乙燈一樣亮
- (4) 不確定，有時甲燈較亮，有時乙燈較亮。

理由： _____

訪談之紀錄：

分析：

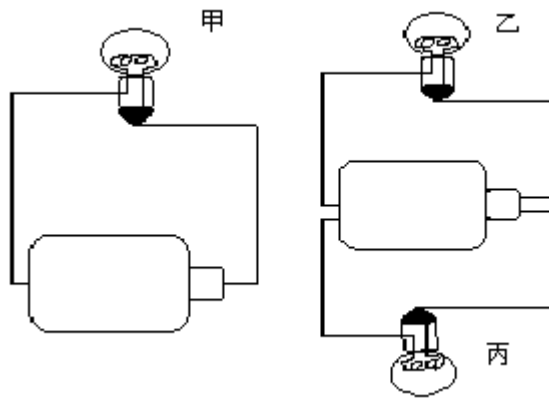
【第一次測驗與訪談】

有迷思概念之樣本學生有八個，他們在迷思概念含：(1)甲、乙燈一樣亮，因為都是兩個電池供應一個電燈之電流，故選(3)甲、乙燈一樣亮。(2)認為乙燈的電池是並排，易造成接觸不良；(3)認為乙燈路徑較複雜，電流會因此流失，顯然以數學中（電池數/電燈數）之比值大小判定燈之較亮與否的依據，而又有迷思概念之樣本學生對於次要或不是主要的部分過於強調卻忽略主要概念造成迷思。

【第二次測驗與訪談】

具有迷思概念的樣本學生經認知衝突的教學策略後，本題只剩二位樣本學生有迷思概念，其中一位認為乙的電池是並聯而甲是電池串聯，故認為乙燈比甲燈亮的迷思概念；另外一位認為同樣兩個電池供應一個電燈，亦即（電池數/電燈數）之比值大小來判定燈之較亮與否之迷思概念故此題他認為一樣亮因為（電池數/電燈數）之比值一樣均為2之迷思概念。

五、下面的兩個電路圖，假如甲、乙兩燈都會亮，你認為哪一個燈會較亮呢？



- (1) 甲燈較乙燈亮
- (2) 乙燈較甲燈亮
- (3) 甲乙燈一樣亮
- (4) 不確定，有時甲燈較亮，有時乙燈較亮。

理由： _____

訪談之紀錄：

分析：

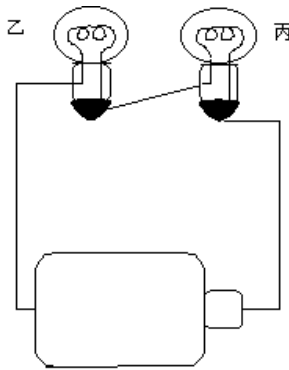
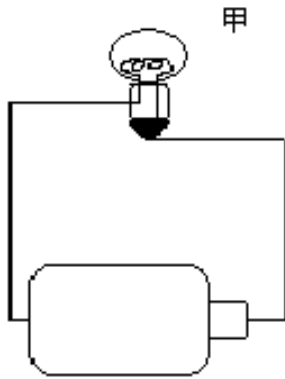
【第一次測驗與訪談】

在訪談的迷思概念的學生中，發現他們均認為甲燈較亮，因為甲燈是一個電池供應一個電燈，所以右側的圖是一個電池供應兩個電燈，所以以（電池數/電燈數）之比值大小判定燈之較亮與否的依據（電池數/電燈數）之比值較大之裝置的燈也較亮，顯然甲燈應比乙燈亮。

【第二次測驗與訪談】

具有迷思概念的樣本學生經認知衝突的教學策略後，（電池數/電燈數）之比值大小判定燈之較亮與否之依據，原先十二位有迷思概念的樣本學生最後剩下五位，其中四位樣本學生認為甲燈接受一個電池供應，而右圖一個電池供應兩燈，故甲燈較乙燈亮之迷思概念；另外一個答案不確定，認為電池電量多寡影響燈之亮度，故選答不確定之迷思概念。

六、下面的兩個電路圖，假如甲、乙兩燈都會亮，你認為哪一個燈會較亮呢？



- (1) 甲燈較乙燈亮。
- (2) 乙燈較甲燈亮。
- (3) 甲、乙燈一樣亮。
- (4) 不確定，有時甲燈亮，有時乙燈亮。

理由： _____

訪談之紀錄：

分析：

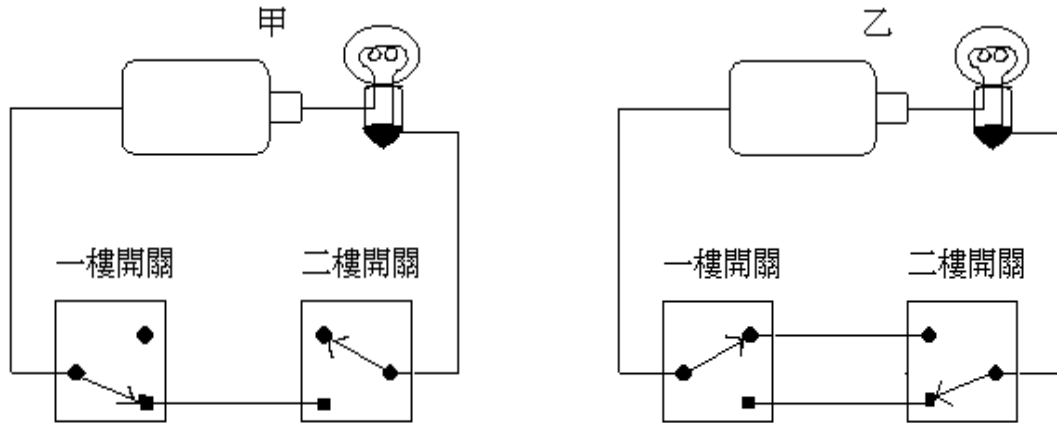
【第一次測驗與訪談】

大部分的樣本學生，會認為甲燈比乙燈亮，最主要原因甲燈是由一個乾電池供電，而同樣的右側的圖在是一個電池除了供應乙燈外仍要供應丙燈，在獲得電流方面，顯然流經甲燈的電流較乙燈的電流來的多，故甲燈較乙燈亮。只有二位樣本學生有迷思概念，其中一位認為甲燈之所以較亮是由於電池直接接電燈之兩極，而乙燈的電流是要經過丙燈才流經乙燈，較不直接故甲燈較乙燈亮，其答案答對而理由並不是主流的科學概念，而另外一學生誤認右側的丙圖壞了，乙燈也不亮，故甲燈較乙燈亮。

【第二次測驗與訪談】

具有迷思概念的樣本學生經認知衝突的教學策略後，反而有七位樣本學生有迷思概念，究其原因，有部份樣本學生在第一次測驗與訪談時，是以（電池數/電燈數）之比值大小來判定，比值較大者燈較亮，但經認知衝突的教學策略，將其原因判準的方式捨棄(雖然判準方式不合理，但在此題卻是可以選到正確答案，造成迷思概念的人數由二人增到七人)他們均認為甲、乙兩燈是一樣亮，所持的理由包括(1)甲乙燈一樣亮只是甲燈持續較久；(2)甲乙兩燈接受都是一個電池供應相同的電流故一樣亮；(3)有一些學生將串聯的電燈誤以為並聯的方式來處理以致於誤認甲乙燈一樣亮。

七、在公寓房子的設計中，往往在樓梯間裝有電燈，在由 1 樓上 2 樓希望使 1、2 樓梯間之電燈亮起來，而上了 2 樓後又要將 1、2 樓間之電燈關掉，你可幫忙小明判斷此種電路之設計是下列那一圖呢？



- (1) 甲圖
- (2) 乙圖
- (3) 甲和乙圖都可以
- (4) 甲和乙圖都不可以

理由： _____

訪談之紀錄：

分析：

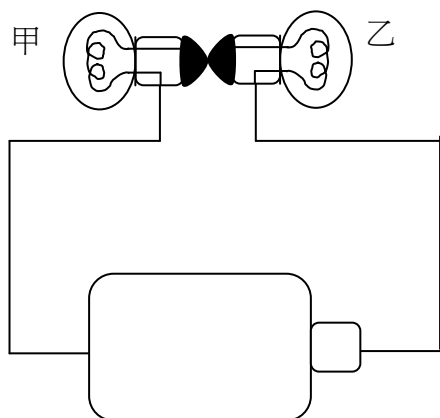
【第一次測驗與訪談】

有五個樣本學生有迷思概念，有三位的樣本學生答題時根本就誤解了題意。其中二個學生強調甲乙圖都可以滿足題目的要求；其中一個認為甲乙圖均無法滿足題目的題意；而其中有一位樣本學生回答甲圖但其理由並沒有認真思考，只說甲圖在一樓時撥了開關，燈會亮，上了樓在二樓撥動開關，燈會熄掉，理由不成熟且不正確；而另外一個雖認為乙圖是答案，但理由是掰的，諸如：因為兩條電路接在一起會通電等非理由之理由等等。

【第二次測驗與訪談】

具有迷思概念的樣本學生經認知衝突的教學策略後，只剩一位樣本學生有迷思概念，學生堅持他做過實驗，所以還是選甲圖為答案，而不採納教授認知衝突的教學策略來作正確的判定。

八、底下有一個電路兩燈都是好的、新的，請問小朋友圖中的燈會怎麼樣呢？



- (1) 只有甲燈會亮
- (2) 只有乙燈會亮
- (3) 甲、乙兩燈一樣都會亮
- (4) 不確定，有時甲燈較亮，有時乙燈較亮

理由： _____

訪談之紀錄：

分析：

【第一次測驗與訪談】

四位樣本學生有迷思概念，有一位認為電燈的同極接在一起是不亮的；而一位同學認為乙燈只是甲燈之一電路，相當於電線功能，所以只有甲燈亮，乙燈是不亮的；有一位樣本學生認為電路接錯了，故選其他亦即選(5)學生自己加入(5)其他字樣之選項；最後一位樣本學生認為電路會使甲乙燈有時甲燈較亮、有時乙燈較亮。

【第二次測驗與訪談】

具有迷思概念的樣本學生經認知衝突的教學策略後，只有二個樣本學生有迷思概念，其中一個只有答案，理由空白；另一個認為此種電路接法有時甲燈較亮，有時乙燈較亮，亦即概念並不確定之迷思概念。

又所有具有迷思概念的樣本學生在經 case by case 的認知衝突的教學策略後，且按照圖示經親自動手操作，爾後經一個月作第三次測驗已無迷思概念了，而趨於主流的科學概念。

五、結論與建議

結論：學生的迷思概念錯綜複雜，其形成原因要 case by case 去探索，本次只用了十三個樣本學生，得出的結果只能說明南港區某國小學生之迷思概念類型之分佈而其結果與其 IQ、上學期自然科成績、上學期學科成績、父母親教育程度無明顯相關關連，此僅反映出這十三位樣本學生此次分析，並不能推估到其他台北地區及大多數的五年級學生，而從其答案及理由敘述中去分析，樣本學生的迷思概念類型有(1)日常生活中不當的類比，諸如：手電筒裡面放三個乾電池，有部分具有迷思概念的學生，將電流想像成水流不當類比造成迷思概念；(2)以(電池數/電燈數)之比值大小判定燈之較亮與否之迷思概念，諸如：針對第四、五題，學生會有(電池數/電燈數)之比值一樣故燈一樣亮之迷思概念；(3)學生獨特的思維所致之迷思概念，諸如：第七題，學生會有自己特殊的想法，例如：堅持以前做過的實驗這種特殊思維造成的迷思概念；(4)不當的概念轉移，例如：第八題，有部分具有迷思概念的樣本學認為電燈同性極相接是不亮的迷思概念，可能來自兩個電池同性極相接，而另外同性極接到電燈之底座及銅質部份是不亮的先前概念。按照 Piaget 的心智發展國小五年級學生是具體操作型階段，若能善用教學策略能有效改善 misconceptions，本研究採用認知衝突教學策略的教學法，並以 case by case 讓學生能由衝突與矛盾進行再調適、再平衡，達到使樣本學生捨棄迷思概念而就主流科學家的科學概念，可作為國小自然科教師教學及科教學者未來研究之參考。

建議：misconceptions 可以用 case by case 的方式，針對學生的 misconceptions 的原因，以對症下藥方式，可以用認知衝突教學策略來輔助其作 concept change (概念改變)，以此十三個樣本學生的認知衝突教學策略的方式說明是有效的，但研究者並不排除仍有其他教學策略方式及方法可以使擁有 misconceptions 之學生作 concept change 之教學選擇，這開闢其他讓有迷思概念的學生作概念改變到主流科學概念是本研究者未來研究的另一方向，本研究可提供其他國小自然科教師及國內科教學者未來研究的另一片天地。

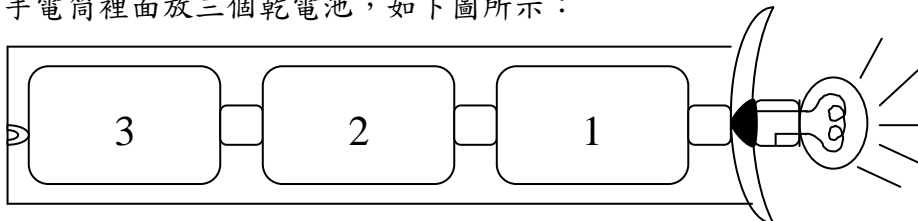
參考文獻

- 陳義勳 (1994)。國小學生在電學、磁學單元中的迷思概念之研究。八十三學年度國科會研究報告 NSC83-0111-5-133-005N。
- 陳瓊森 (1993)。設計有效的類比和模型來幫助學生學習科學概念：基本電學教學之研究。八十二年度國科會「科學教育研究計畫學習(一)」成果討論會。
- 郭重吉 (1999)。概念改變的教學與研究，迷思概念整合型計畫徵求計畫研討會。民國 88 年 12 月 4 日，國科會科教處。
- 劉嘉茹 (2000)。以研究綱領及本體論的觀點探討概念改變機制之研究。博士論文，國立台灣師範大學科學教育研究所。
- 邱韻如 (2002)。以認知衝突的教學策略營造問答互動的討論情境：大一普物「單擺實驗」的教學實務探討。第十八屆科學教育學術研討會。彰化師大。台灣。
- Brown, D. (1987). *Using analogies and examples to help students overcome misconceptions in physics : A comparison of two teaching strategies*. Dissertation Abstracts International. 49. 473 A. (University of microfilms No. 8805897).
- Chiu, M. H. (2000). *Conceptual revolution or conceptual evolution in learning science. Program and abstracts*. The Second International Conference on Science Mathematics and Technology Education. P56
- Kuhn, T. (1962). *The Structure of Scientific Revolutions*. The University of Chicago Press.
- Lawson, A. E. (1986). The acquisition of biological Knowledge during childhood: Cognitive conflict or tabular Rasa? *Journal of Research in Science Teaching*, 25(3), 185-199.
- Osborne, R., & Freyberg, P. (1985). *Science teaching and science learning*. Learning in science: The implications of children's science, Heinemann, London, England.
- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W., & Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66, 211-277.
- Shelen, A. E. (2004). Factors Mediating the effect of gender on night-grade Turkish Students' misconceptions concerning electric circuit. *Journal of Research in Science Teaching*, 4(16), 603-616

附錄一

假設每個電池、燈泡都是相同的情況下，也就是電池都是新的，燈泡也是好的，所有下面不同的電路連結，請回答下列各問題：

一、手電筒裡面放三個乾電池，如下圖所示：

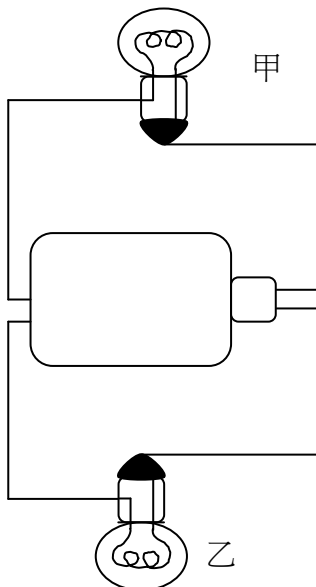


當手電筒的開關打開以後，燈正亮起來，你認為流過三個電池的電流是怎麼樣？

- (1) 流過一號電池的電流最多
- (2) 流過二號電池的電流最多
- (3) 流過三號電池的電流最多
- (4) 流過三個電池的電流一樣多

理由：

二、電路如下圖，甲乙燈採用並聯方式，

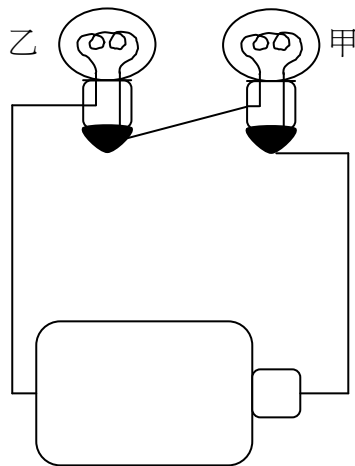


當甲燈壞了，乙燈會怎麼樣？

- (1) 不亮
- (2) 更亮
- (3) 不受影響仍與正常時一樣亮
- (4) 會亮但更暗

理由：

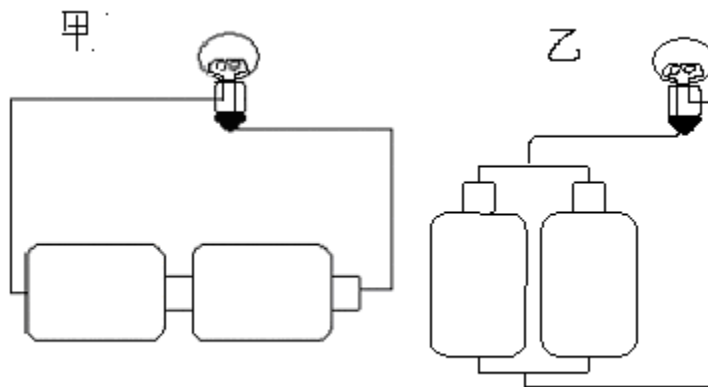
三、下面電路圖，兩燈都是好的、新的，那兩燈會怎麼樣？



- (1) 甲亮乙不亮
- (2) 乙亮甲不亮
- (3) 甲乙都會亮
- (4) 甲乙都不會亮

理由： _____

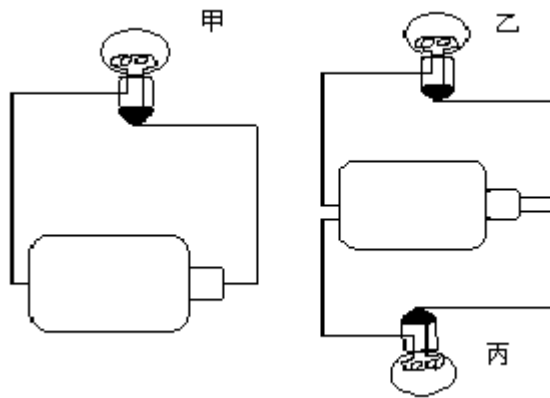
四、下面的兩個電路圖，假如甲、乙兩燈都會亮，你認為哪一個燈會較亮呢？



- (1) 甲燈較乙燈亮
- (2) 乙燈較甲燈亮
- (3) 甲、乙燈一樣亮
- (4) 不確定，有時甲燈較亮，有時乙燈較亮。

理由： _____

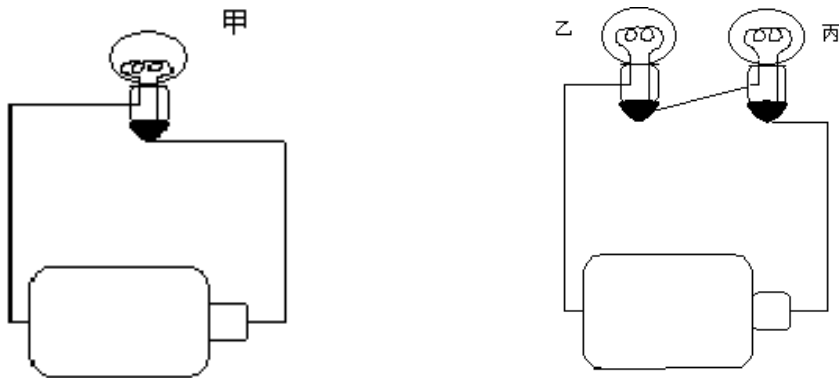
五、下面的兩個電路圖，假如甲、乙兩燈都會亮，你認為哪一個燈會較亮呢？



- (1) 甲燈較乙燈亮
- (2) 乙燈較甲燈亮
- (3) 甲乙燈一樣亮
- (4) 不確定，有時甲燈較亮，有時乙燈較亮。

理由： _____

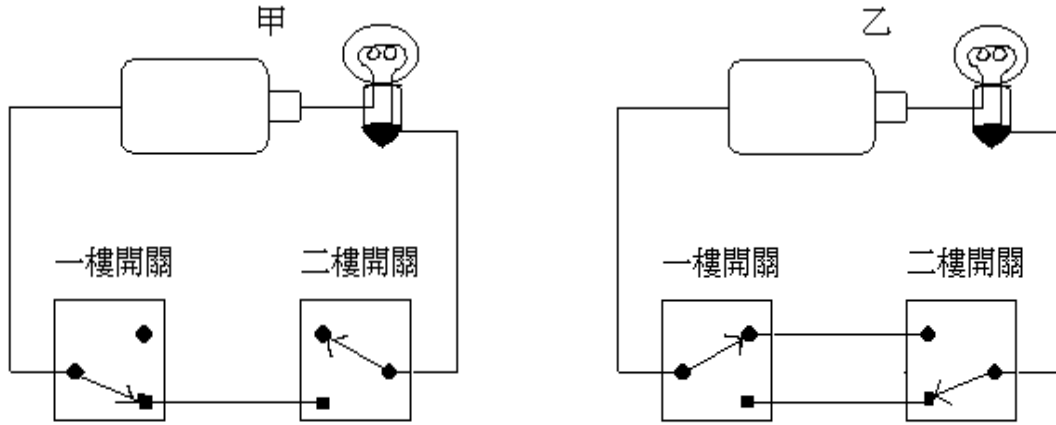
六、下面的兩個電路圖，假如甲、乙兩燈都會亮，你認為哪一個燈會較亮呢？



- (1) 甲燈較乙燈亮。
- (2) 乙燈較甲燈亮。
- (3) 甲、乙燈一樣亮。
- (4) 不確定，有時甲燈亮，有時乙燈亮。

理由： _____

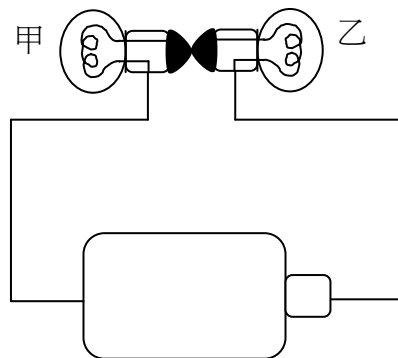
七、在公寓房子的設計中，往往在樓梯間裝有電燈，在由1樓上2樓希望使1、2樓間之電燈亮起來，而上了2樓後又要將1、2樓間之電燈關掉，你可幫忙小明判斷此種電路之設計是下列那一圖呢？



- (1) 甲圖
- (2) 乙圖
- (3) 甲和乙圖都可以
- (4) 甲和乙圖都不可以

理由： _____

八、底下有一個電路兩燈都是好的、新的，請問小朋友圖中的燈會怎麼樣呢？



- (1) 只有甲燈會亮
- (2) 只有乙燈會亮
- (3) 甲、乙兩燈一樣都會亮
- (4) 不確定，有時甲燈較亮，有時乙燈較亮

理由： _____

**Study of Conception Change on Electricity units
in 5th Grade Students in Taiwan.**

Dr. Chen, I-shin

Department of Science Education and Graduate Institute of Science Education,
Taipei Municipal Teachers College

Abstract

The main goal of the study was to probe and remedy the electricity unit misconceptions of 5th grade students. In order to change the students' misconceptions into mainstream science concepts. The researcher had designed the cognition confliction-teaching strategies to shift the students' misconceptions into mainstream science concepts.

The instrument was designed and modified by the researcher from 2000 to 2003. It included eight examination questions: 1) Examination question 1: There are three batteries in the flash light box, to evaluate which one owns the most current among three batteries, 2) Lamp A and lamp B are in-parallel with one battery, but lamp A is out of order, what happens to lamp B? 3) Lamp A and lamp B are in-series with one battery, what happens in this device of lamps and battery? 4) One lamp is connected with two in-series batteries, and another one is connected with two in-parallel batteries, which lamp is brighter in this device? 5) One battery is connected with one lamp, and one battery is connected with two in-parallel lamps, which lamp is brighter in these devices? 6) One battery is connected with one lamp, and another one battery is connected with two in-parallel lamps, which lamp is brighter between these two devices? 7) There's a bulb between the first and the second floors of an apartment building. Which device allows the user to switch on and off the light from both the first and second floors? 8) Both bulbs and the battery in the device are new and function properly. The same poles in the bulbs are connected and the other pole connected respect to two different poles of the battery. What happens in the device? The researcher had completed the tests and interviews with students. The outcomes of the 13-sample students' examination for the study had been found:

The researcher found that the students' misconceptions included daily inappropriate analogies conception, incorrect criteria of ratio (number of batteries/number of bulls), students' specific thinking styles and inappropriate conception transformation. It had replaced with scientists' conceptions during one year. By using cognition confliction-teaching strategies can overcome the misconceptions. The comments and suggestions will be provided to elementary school science teachers and science educators for teaching and research.

Key words: Mainstream science concepts, misconceptions, cognition confliction-teaching strategies