

國小五年級學童電學概念改變之研究 —以南港地區某國小為例

陳義勳

台北市立教育大學自然科學系（含碩士班）

摘要

此研究採用質性研究方法，目的在探討國小高年級學童電學概念之改變，研究者篩選台北市南港區某國小十位五年級的樣本學生，使用國科會民國92及93兩年本研究專案所發展出包括：電流概念、電燈及電路串、並聯的亮度比較、電路之通路與斷路及較深層的電路設計等諸題目共十七題，進行國小五年級學童電學概念改變之分析與研究。

研究期間，樣本學生進行三次訪談，每次訪談間隔三個多月，其回答訪談問題之理由與陳述經由研究者將其迷思概念進行分類，第三次訪談輔以電池、電燈等實物之動手操作科學活動，從三次的訪談及樣本學生的概念改變情形進行質性分析，發現大部分樣

本學生在三次訪談之概念及其概念改變，有六位樣本學生克服2/3以上電學迷思概念，趨

於主流科學概念且有明顯之改善，大體而言，第三次訪談絕大部分樣本學生已改變迷思概念至主流科學概念。

關鍵詞：迷思概念、概念改變、動手操作科學活動

壹、緒論

本研究多年來從事科學教育研究，發現學童自然與生活科技的迷思概念，會影響學童對科學的學習，如何使學童利用概念改變的方式消除其擁有的迷思概念，消除自然與生活科技學習的障礙，故提出此方面的研究。

本研究乃是嘗試輔以動手操作 (hands-on activities) 融入訪談中，使有迷思概念的學童，產生概念改變而趨於合乎主流的科學概念。學童迷思概念包括：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通過之電流最多，此類的迷思概念經第二次訪談有一些樣本學生仍有迷思概念，但經過研究者輔以實物之動手操作活動融於第三次訪談中，學童原先迷思概念會在往後的interview 中，逐漸轉變成符合主流的科學概念。

在本研究發現輔以實物之動手操作可以明顯改進樣本學生之迷思概念，依本研究的分析顯示，發現十個樣本學生中，第一次訪談有迷思概念學生在經過三個月的間隔，進行第二次訪談雖有點改進，但在第三次訪談時輔以實物之動手操作，發現迷思概念有顯著改進之現象，使misconceptions 改變至主流的科學概念，此種輔以實物動手操作是諸多改變misconceptions 方法之一，有賴國小自然與生活科技教師及科教學者進一步之研究。

貳、文獻探討

在進入公元2000 年以來，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Misconceptions 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)、或另有架構(Alternative frameworks)、或另有想法(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，甚至是來自自然與生活科技教材及教師的教學)。在Kuhn 的科學革命的結構一書中提出 (Kuhn, 1962)：以前科學家的一些概念可能是現代教授、專家認定的Misconceptions，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Misconceptions 或類似Misconception (Chiu, 2000)，又邱美虹在第二屆科學、數學及技學教育國際研討會，認為學生Misconceptions 有時卻是人類早期的主流概念，Osborne 和Freyberg (1985) 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的碰撞論，而使燈泡亮起來的迷思概念(Osborne 和Freyberg, 1985)，本研究針對國民小學學童對電學的概念進行研究，研究發現有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)，根據美國學者Brown (1987) 提出學生在學習科學時天真naïve 概念有些也許與科學家的主流概念不謀而合。但學生的迷思概念會對自然與生活科技的學習有其負面的影響。

本研究嘗試由學習心理學、Piaget 的學童心智發展理論來詮釋Misconceptions 的成因，至少在針對國內本土的Misconceptions 有一套具說服力的詮釋，並進行概念改變的研究。

至於迷思概念為何形成有下列的幾個因素：一、個人因素：1.認知方面2.情境方面3.技能方面。二、環境因素：1.教學環境2.教師因素3.教育制度。

本研究試圖予學童動手操作實物使學生的迷思概念因而產生概念改變 (conceptual change)。依美國學者Brown 設計了矯正迷思概念之教學，進而消除學生的迷思概念。因迷思概念往往是學生科學學習的絆腳石，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)。

本研究擬以動手操作(hands-on activities)策略，它可催化學生對於概念重新的詮釋，動手操作正吻合了Piaget 的

具體操作期之要求，當新的概念不能用以往的科學概念來詮釋時，學童就會產生不平衡，學童接受了新的概念，乃是新的概念必須能解釋以往的科學概念，且能解釋新呈現的現象，進而達到概念改變(Conceptual change) 的目的。而此藉助動手操作而讓有迷思概念學生轉換成主流科學概念，進而達到概念改變的目的。

參、研究方法

本研究採用interview 的質性分析方法，藉著三次研究者與樣本學生的訪談，每一次訪談與下次訪談間隔三個月，第三次訪談藉助於Hands-on activities 實物操作的活動，按照實際電路的裝置，使第二次訪談仍具迷思概念者，由此動手作過程而改變其概念至主流科學概念，使達到概念改變之目的。在國科會專案中發展出訪談試題含：一、你想像中的「電流」是什麼樣子？如果要向別人說明「電流」，你會怎麼說？二、手電筒裡放了三個乾電池，如下圖所示：當手電筒的開關打開以後，燈就亮了起來，

你認為通過三個電池的電流流量會是怎麼樣呢？哪一號位置的電池流過的電流流量

最多？或三個電池的電流流量一樣多？為什麼會這樣呢？三、下圖有一個乾電池，它連接一個燈泡：請問：你認為電流會怎樣流？為什麼呢？四、小朋友，請你仔細觀察下圖：在線路上多接了一個金屬片之後。請問：上面的燈泡

會怎麼樣呢？為什麼會這樣呢？五、小朋友，請你仔細觀察下圖：請問：當甲燈泡壞掉的時候，乙燈泡會怎麼樣呢？為什麼會這樣呢？六、小朋友，請你仔細觀察下圖：請問：當甲燈泡壞掉的時候，乙燈泡會怎麼樣呢？為什麼會這樣呢？七、小朋友，請你仔細觀察下圖：請問：通過甲電線的電流與通過乙電線的電流哪個會較多呢？為什麼呢？八、小朋友，請你仔細觀察下面四個裝置：請問：上面四個裝置中，哪一個裝置的燈泡會亮？為什麼呢？九、在線路上連接甲乙兩個燈泡，如下圖：你覺得燈泡會亮嗎？為什麼？如果會亮，你認為哪一個燈泡會較亮？為什麼會這樣呢？十、在線路上連接甲乙兩個燈泡，如下圖：燈泡會亮嗎？你為什麼會這樣想呢？若你認為燈泡會亮，那兩燈泡會怎麼樣呢？十一、小朋友，請你比較下面兩個裝置A 和B：請問：哪一個裝置的燈泡會比較亮？你為什麼會這樣想呢？哪一個裝置是A 或是B 壽命較久？十二、小朋友，請你比較下面兩個裝置：請問：哪一個裝置的燈泡會比較亮？你為什麼會這樣想呢？哪一個裝置的燈亮的最久？十三、小朋友，請你比較下面兩個裝置：請問：哪一個裝置的燈泡會比較亮？你為什麼會這樣想呢？

十四、小朋友，請你比較下面A、B 兩個裝置，其中裝置A 連接了一個甲燈泡；裝置B 連接兩個燈泡，分別是乙燈泡與丙燈泡：現在我們要來比較甲燈泡與乙燈泡。請問：哪一個燈泡會比較亮？你為什麼會這樣想呢？甲燈泡與乙燈泡哪一燈泡亮的

較久？為什麼呢？十五、小朋友，請你比較下面A、B 兩個裝置，其中裝置A 連接了一個甲燈泡；裝置B 連接兩個燈泡，分別是乙燈泡與丙燈泡：現在我們要來比較甲燈泡與乙燈泡。請

問：哪一個燈泡會比較亮？為什麼呢？十六、小朋友，請你比較下面A、B 兩個裝置，其中裝置A 連接了兩個燈泡，分別是甲

燈泡與乙燈泡；裝置B 也連接了兩個燈泡，分別是丙燈泡與丁燈泡：現在我們要

來比較甲燈泡與丙燈泡。請問：哪一個燈泡會比較亮？為什麼呢？十七、有兩個電池、三個燈泡，請你組合一種使燈泡不但會亮，而且最亮的連結方式，

並說明為什麼你這樣做。

當第一次訪談時，研究者整理出較抽象概念，較不易有迷思概念。再經兩個月的空檔，再進行第二次訪談，在第三次訪談時輔以實物之動手操作，由三次進行概念之訪談，再由結果進行分析與討論。

肆、研究結果與分析

在研究者進行第一次訪談，訪談題目如上節所述，研究者進行訪談分析，發現訪談試題的第一、第四與第十七題十個樣本學生均有迷思概念，究其原因，國小五年級學童在#1「電流是什麼?」、#4「一金屬片與電燈並聯接一個電池其燈之亮度」、及「以兩個電池、三個燈泡組合使燈最亮之電路設計」，對五年級學童而言，可能過於抽象，或較不易理解，至於較少迷思概念的第二、第六、第八及第十五題，究其原因是較貼近日常生活

之經驗，及接近學童心中想當然爾的概念，例如燈之亮度是依之電池數/電燈數比值來判斷，其比值也可能造成迷思概念之另一原因，也可能課外科學刊物涵蓋此方面概念較多所致，需進一步分析與交叉比對才行。

至於樣本學生在全部試題迷思概念中，樣本學生 #4 有八題有迷思概念，算是最少迷思概念的，而樣本學生 #8，其迷思概念有十六題之多算是最多迷思概念之樣本學生，其他依次為樣本學生 #7 及樣本學生 #9，究其原因是學生對自然與生活科技科目較沒有興趣及性向可能不在此方面所致，其第一次訪談的分析如表一：

表一：第一次訪談中樣本學生迷思概念的雙向細目表

樣本學生編號 試題編號	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	樣本學生在個別 試題迷思概念之 百分比
1	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	100%
2			9				9	9			40%
3		9	9		9	9	9	9		9	70%
4	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	100%
5	9			9	9	9	9	9	9	9	80%
6			9			9		9		9	40%
7	9	9				9	9	9			60%
8			9			9				9	30%
9	9	9	9	9	9		9	9			80%
10		9					9	9	9	9	50%
11	9	9	9	9	9	9		9	9	9	90%
12	9	9	9		9	9	9	9	9	9	90%
13	9	9	9		9	9	9	9	9	9	90%
14	9	9	9	9		9	9	9	9	9	90%
15						9	9	9			40%
16	9	9	9	9		9	9	9	9	9	90%
17	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	100%
樣本學生在 全部試題迷 思概念之百 分比	64%	76%	76%	47%	53%	82%	88%	94%	88%	76%	

在研究者進行第二次訪談，研究者進行訪談分析，發現訪談試題的第一、第四與第十七題十個樣本學生仍均有迷思概念，究其原因，可能這些題目對五年級學童而言，仍過於抽象，或較不易理解，至於第二題、第六題迷思概念比例不減反增，究其原因可能是學童概念具有不穩定性，如同世說新語中晉明帝幼年時對「日與長安孰遠」概念不穩定一樣，其一會兒說日遠，一會兒說長安遠之概念不穩定性，其他如第五、七、九、十、十二、十五題其迷思概念比例下降，尤其對第七、九題迷思概念比例下降最多，究其原因可能學童在三個月空檔中，較留意與日常生活相關的概念有關。至於樣本學生除了樣本學生 #1，有迷思概念增多18%外，其餘樣本學生 #2、#3、#5、#6、#7、#8、#9、#10 迷思概念之比例均下降，尤其以樣本學生 #10 下降最多降了29%，樣本學生 #8 下降了24%，發現樣本學生 #8、#10 在第二次訪談，其由迷思概念轉變成主流科學概念最多，究其原因可能是這些樣本學生在三個月中，成熟度增加，也可能較留意此方面之概念，或兩者兼而有之，其第二次訪談的分析如表二：

表二：第二次訪談中樣本學生迷思概念的雙向細目表

樣本學生編號 試題編號	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	樣本學生在個別 試題迷思概念之 百分比
1	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	100%
2			9			9	9	9			50%
3	9	9			9	9	9	9		9	70%
4	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	100%
5	9			9		9	9	9			60%
6	9	9	9			9	9	9			60%
7	9	9									20%
8	9					9	9				30%
9	9			9	9						40%
10	9	9					9				40%
11		9	9	9	9	9	9	9	9	9	90%
12	9	9	9		9	9		9			70%
13	9	9			9	9	9	9	9	9	80%
14		9	9	9		9	9	9	9	9	80%
15	9					9	9				30%
16	9	9	9	9		9	9	9	9	9	90%
17	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	100%
樣本學生在 全部試題迷 思概念之百 分比	82%	70%	53%	47%	47%	76%	82%	70%	70%	47%	

在研究者進行第三次訪談，此次訪談輔以動手操作電燈與電池之組合之電路，研究者進行訪談分析，發現訪談試題的第一與第十七題十個樣本學生仍存在迷思概念，雖然較前兩次訪談來的改進，但仍有迷思概念，此兩題仍過於抽象，或較不易理解，至於其餘十五題迷思概念比例全部比上次的第二次訪談的迷思概念比例下降，尤其其中第二、六、七、八、十及十五題，全部沒有迷思概念了，其原因乃透過動手操作建立的科學概念較具體，或者是樣本學生對核心概念周圍概念之部分修正為主流科學概念，滿足了其合乎主流科學概念，但其核心概念絲毫

未變，尚等待follow-up 的追蹤訪談及深入的分析研究，也是在國小階段具體操作期最吻合的概念建立之方式。全部樣本學生在第三次訪談中迷思概念的比率全部下降，尤其樣本學生 #9 在第三次訪談時由第二次訪談迷思概念比率下降至12% ，而下降最多的是樣本學生 #1，下降有64% 之多。發現樣本學生在第三次訪談中，其由迷思概念轉變成主流科學概念效果最佳，究其原因可能是這些樣本學生在三個月中成熟度增加及使用輔以動手操作來改變迷思概念至主流科學概念是較佳途徑之一，其第三次訪談的分析如表三：。

表三：第三次訪談中樣本學生迷思概念的雙向細目表

樣本學生編號 試題編號	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	樣本學生在個別 試題迷思概念之 百分比
1	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	100%
2											0%
3		9			9	9	9	9		9	60%
4		9	9	9	9		9	9		9	70%
5								9			10%
6											0%
7											0%
8											0%
9					9						10%
10											0%
11			9			9	9			9	40%
12		9								9	20%
13	9	9	9			9	9			9	60%
14		9				9	9			9	40%
15											0%
16		9								9	20%
17	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	100%
樣本學生在 全部試題迷 思概念之百 分比	18%	47%	29%	18%	30%	35%	40%	30%	12%	53%	

伍、結論與建議

本研究發現電學單元在當今的日常生活當中，諸如電器、手電筒、手機、電腦、資訊器材等均與電的單元緊密關係，在九年一貫課程當中是不能迴避的重要一環，電學單元由研究結果發現：（1）樣本學生輔以實物動手操作可以改變迷思概念至主流科學概念；

（2）樣本學生對於實用但無法以具體實物來進行動手操作的電學概念有些仍處於抽象而較不易瞭解且易造成迷思概念，是較難進行其概念改變；（3）樣本學生對於電路、電池

之串、並聯是實用的裝置，但常以電池數/電燈數比值大小來判定燈之亮暗程度，此易落入迷思概念之陷阱。建議（1）小學中年級就要教電學單元並傾向實物操作之課程設計，使在高年級的電學單元

更易建立主流科學概念；（2）教育當局依本研究的結果，配發易於操作之器材以加深主流科學概念之建立；（3）國小自然與生活科技教師要遵循Piaget 之學童心智發展以具體實物來教學，以達建立主流科學概念事半功倍之效。

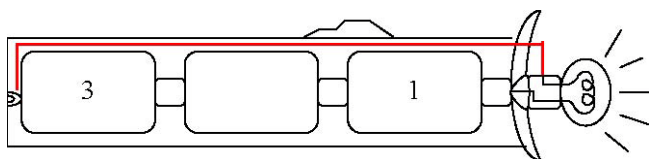
參考文獻

- 陳義勳(1994)：國小學生在電磁學單元中迷思概念。國科會成果報告NSC830111-S-133005N。
- Brown, D. (1987). *Using analogics and examples to help students overcome misconceptions in physics: A comparison of two teaching strategies*. Dissertation Abstracts International. 49. 473A. (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. S. (1962). *The Structure of Scientific Revolutions*. The University of Chicago Press. 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.

附錄 訪談題目

一、你想像中的「電流」是什麼樣子？如果你是老師要向你的學童說明「電流」，你會怎麼說？

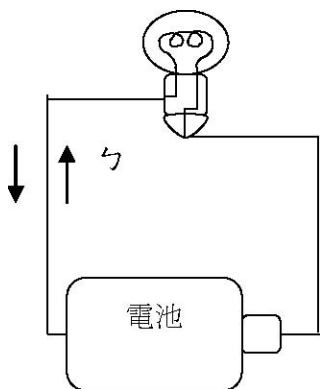
二、手電筒裡放了三個乾電池，如下圖所示：



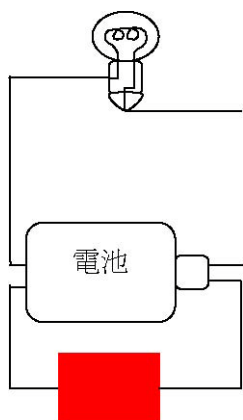
當手電筒的開關打開以後，燈就亮了起來，你認為通過三個電池的電流流量會是怎麼樣呢？哪一號位置的電池流過的電流流量最多？或三個電池的電流流量一樣多？為什麼會這樣呢？

三、下圖有一個乾電池，它連接一個燈泡：

ㄉ請問：你認為電流會怎樣流？為什麼呢？



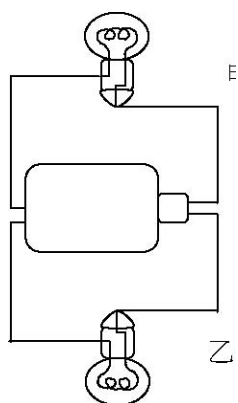
四、小朋友，請你仔細觀察下圖：



電線

金屬片在線路上多接了一個金屬片之後。請問：上面的燈泡會怎麼樣呢？為什麼呢？

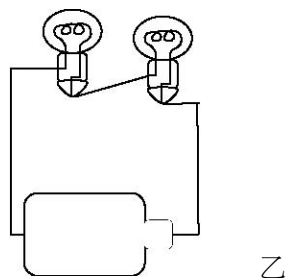
五、小朋友，請你仔細觀察下圖：



甲

請問：當甲燈泡壞掉的時候，乙燈泡會怎麼樣呢？為什麼呢？六、小朋友，請你仔細觀察下圖：

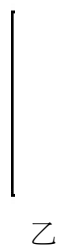
甲



請問：當甲燈泡壞掉的時候，乙燈泡會怎麼樣呢？為什麼會這樣呢？

七、小朋友，請你仔細觀察下圖：

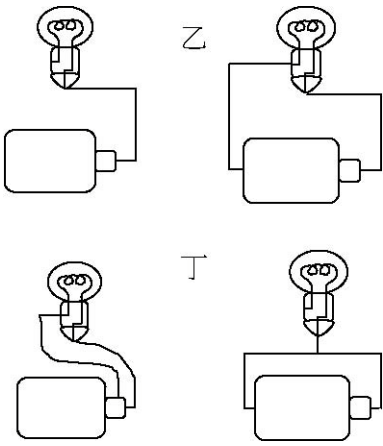
甲



請問：通過甲電線的電流與通過乙電線的電流哪個會較多呢？為什麼呢？八、小朋友，請你仔細觀察下面四個裝置：

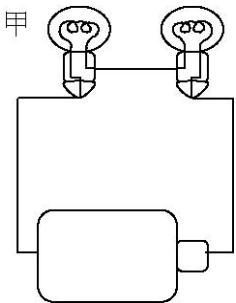
甲

丙



請問：上面四個裝置中，哪一個裝置的燈泡會亮？為什麼呢？

九、在線路上連接甲乙兩個燈泡，如下圖：

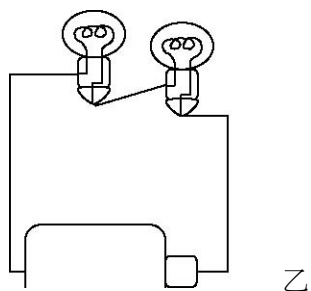


乙

你覺得燈泡會亮嗎？為什麼？如果會亮，你認為哪一個燈泡會較亮？為什麼呢？

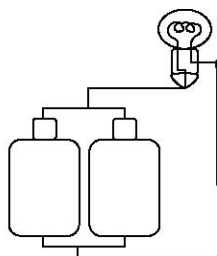
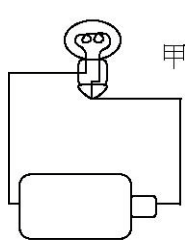
十、在線路上連接甲乙兩個燈泡，如下圖：

甲



燈泡會亮嗎？你為什麼會這樣想呢？若你認為燈泡會亮，那兩燈泡會怎麼樣呢？

十一、小朋友，請你比較下面兩個裝置A 和B：

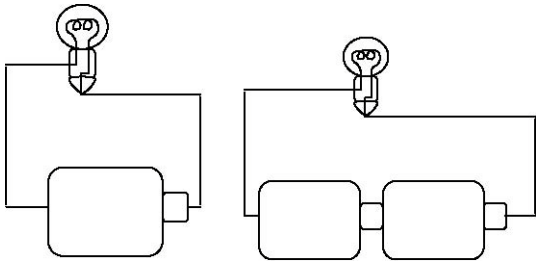


乙

A B

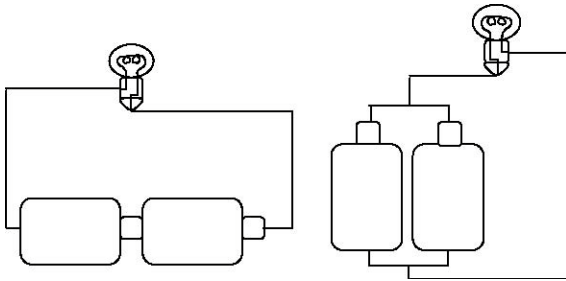
請問：哪一個裝置的燈泡會比較亮？你為什麼會這樣想呢？哪一個裝置是A 或是B 壽命較久？

十二、小朋友，請你比較下面兩個裝置：



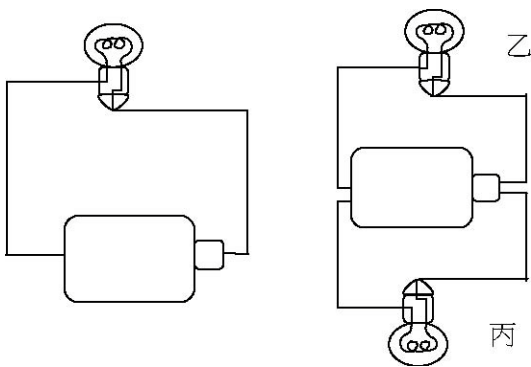
甲乙請問：哪一個裝置的燈泡會比較亮？你為什麼會這樣想呢？哪一個裝置的燈亮的最久？

十三、小朋友，請你比較下面兩個裝置：



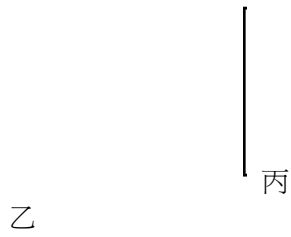
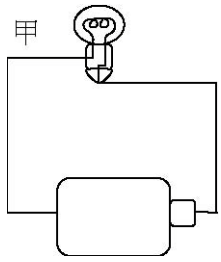
甲乙請問：哪一個裝置的燈泡會比較亮？你為什麼會這樣想呢？

十四、小朋友，請你比較下面 A、B 兩個裝置，其中裝置 A 連接了一個甲燈泡；裝置 B 連接兩個燈泡，分別是乙燈泡與丙燈泡：



現在我們要來比較甲燈泡與乙燈泡。請問：哪一個燈泡會比較亮？你為什麼會這樣想呢？甲燈泡與乙燈泡哪一燈泡亮的較久？為什麼呢？

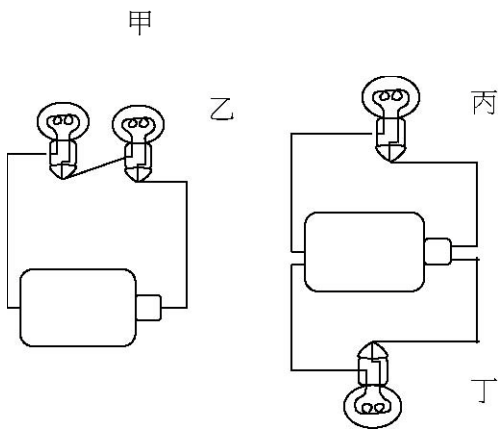
十五、小朋友，請你比較下面 A、B 兩個裝置，其中裝置 A 連接了一個甲燈泡；裝置 B 連接兩個燈泡，分別是乙燈泡與丙燈泡：



A B

現在我們要來比較甲燈泡與乙燈泡。請問：哪一個燈泡會比較亮？為什麼呢？

十六、小朋友，請你比較下面A、B兩個裝置，其中裝置A連接了兩個燈泡，分別是甲燈泡與乙燈泡；裝置B也連接了兩個燈泡，分別是丙燈泡與丁燈泡：



A B

現在我們要來比較甲燈泡與丙燈泡。請問：哪一個燈泡會比較亮？為什麼呢？

十七、有兩個電池、三個燈泡，請你組合一種使燈泡不但會亮，而且最亮的連結方式，並說明為什麼你這樣做。

A Study of Conceptual Change on Electricity Unit of Elementary School Children in Taipei City

I-shin Chen

Department of Science , Taipei Municipal University of Education

Abstract

The main goal of this study was to probe the typical misconceptions related to the electricity unit in the curriculum of fifth-grade students in order to change their misconceptions into mainstream science concepts. All 17-question instruments were designed and modified by the researcher through 2003 to 2004. Ten samples were selected and interviewed from Nan-Gung area of Taipei city. Three interviews were conducted by the researcher during the research period, i. e. from 2005 to 2006. The following outcomes were found: (1)The third interview results with samples are the best of all three interviews; (2)The question #1 and question #17 are the hardest questions among seventeen questions for the samples; (3)The sample #4 is the best performance in the first interview, but the sample #9 is the best performance in the third interview; and (4)Both in-series and in-parallel device questions are hard to answer.

Key words: misconceptions, conceptual change, hands -on activities