

光在哪裡？

關於光和影子概念的相異構想的調查報告

王恬、謝元棟

華南師範大學物理系

廣東 廣州 510631

收稿日期：二零零二年十二月十一日 (十二月十八日再修定)

內容

[摘要](#)

[研究學生相異構想的意義](#)

[調查過程及結果統計](#)

[成因分析](#)

[本調查對教學的啓示](#)

[思考與展望](#)

[參考資料](#)

摘要

本文對初中學生關於光和影子概念的相異構想作了調查統計，對其認識論根源作了初步探討，並闡明瞭在教學上產生的意義。

關鍵字：相異構想 光 影子 科學概念 教學過程



一、研究學生相異構想的意義

瞭解學生對各種科學概念的直覺想法，是近年來科學教育的一個重要課題。有經驗的教師都察覺到學生對一些未經教授的概念往往已有一套自己的想法，用以理解日常生活遇到的各種現象，這些想法有時和科學的概念並無衝突，但許多時候則是不相容的。國外研究者們稱之為"前概念" (preconception) 或"相異構想"

(alternative framework)。研究與實踐發現，學生的前概念具有頑固性，與科學概念的正確形成相抵觸。學生頭腦中這些不同於科學概念的相異構想如果得不到及時糾正，它將影響新知識的接收(同化和順應)並使他們對新知識只停留在表面接受，甚至歪曲新知識的科學含義。爲了在教學過程中糾正它們，進而形成科學的概念，有必要對各種形式的相異構想進行調查研究，以便發現它們的表現形式和認識論根源。

學生在學習物理前所瞭解的物理現象是相當廣泛的，其中光是最直接最常見的瞭解，長期以來，兒童從最初的明暗感覺首先感知到光和影子。把光在空間的觀點與光源、光效應概念相區別，這是解決光學問題的前提，如果學生沒有這種觀點或不能系統運用它，那麼這一觀點就應成爲教師的一個最基本的教學目標。同時，光和影子概念的建立，又是引導學生的認知從感性到理性，從形象到抽象的重要過程，對學生的智力與能力發展有重要意義。因此研究學生對光和影子的相異構想對教師如何引導初接觸物理知識的初二學生進入多彩的物理世界很有幫助。基於這一點，我們對光和影子概念的相異構想進行了調查統計和描述。

二、調查過程及結果統計

爲確認學生是否達到理解概念的程度，需要設計問卷來引出學生的回答，從中深入探測學生的前概念。問卷中的試題要不同于普通教科書上的常規性問題，又並不深奧複雜，而只涉及一些基本的物理概念，一般是非量化的。以下是作者所進行的問卷調查及結果。

研究樣本：廣州華南師大附中奧林匹克班、重點班、普通班各一個。

南海市重點、普通中學各一間中各抽一班。

初一學生 175 人。

研究方式：筆答測驗。擬出一份包括 3 道題目的測試卷，要求學生按題作答。並聲明此次測驗的目的只爲調查，不計成績，請學生想怎麼答就怎麼答。測試時間 20 分鐘內。

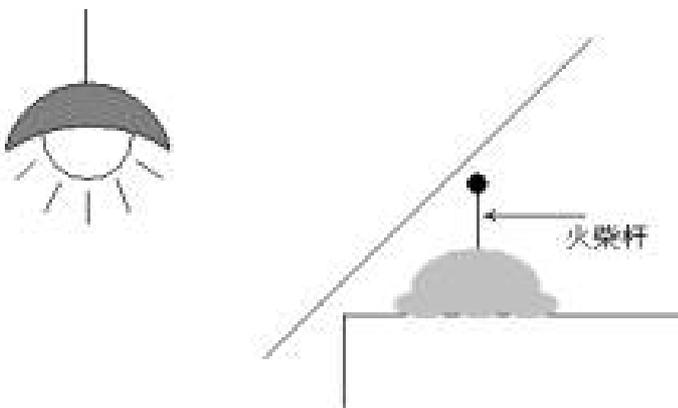


測試對象：沒有學習物理的初一學生（11-12 歲）

試卷內容：

1、天亮了，太陽從東方升起，整個大地都有了光；夜晚在房間裏打開燈，房間亮了，有了光。那麼你認為光在哪裡？為什麼？

2、在有太陽的日子裏，樹、房子都會在地上有影子；燈光下，房間中的傢俱如桌、椅、櫃等也都會有影子。你認為影子由什麼形成？



3、如圖所示，晚上房間裏開著燈，桌上有一小堆橡皮泥，上面插一火柴杆（選擇火柴杆的目的是易於取材，效果明顯，當然也可以用類似器材代替）。用一本大且不漏光的書把光線擋住使火柴杆上沒有光。試問在桌上會有火柴杆的影子嗎？為什麼？

統計整理：

因為我們著重想確定的是什麼樣的回答是屬於相異構想的，在排除了可接受的答案及無意義或錯誤的回答後，對每道題含相異構想的回答，作細緻分析統計，得出一些共通的模式，有以下結果：

1、光在哪裡？

光在光源上（109 人）百分比 62.3%

在實物上（35 人）百分比 20%

在眼睛裏（等同感覺）（9 人）百分比 5.1%

2、影子是什麼？

由物體形狀組成（15 人）百分比 8.6%



由實物組成（10 人）百分比 5.7%

由光源與物體共同組成（126 人）72%

由黑光組成（18 人）10.3%

3、被書遮住光之後，火柴杆有沒有影子？

有，書把光遮住了，從而看不到影子（41 人）百分比 23.4%

有，書與杆的影子都是黑色，重疊了，看不見（29 人）百分比 16.6%

有，光會擴散（7 人）百分比 4%

三、成因分析：

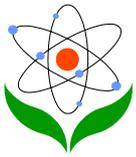
毫無疑問，學生對光源，物體和影子之間的關係產生了一定的相異構想。那麼原因何在？是否可歸結為共同的類型？弄清這一點對研究學生對光和影子的直觀認知過程，改進教學方法相當有意義，從學生的答案我們推測有下列三種原因。

1、憑直覺和無科學根據的想像得出結論。

學生的相異構想來自於生活直覺，學生對生活中的很多現象不會（也不可能會）作出科學分析進而得出科學結論，只能用直線式思維簡單得出結論，進而形成相異構想。實例：百分之六十幾的學生認為光只在光源上。在這個問題上，我們發現了兩種不同的光概念：一種是把光等同於光源，第二種則認為光是存在於它所產生的效應或一種狀態（光在物體上形成明亮地區）。第三種模式的學生甚至把光的接收器（眼睛）看作是光的所在。學生們頭腦中根本沒有"空間光實體"這一科學概念的形成因素，也就是說，他們不是把光看作是一種充滿整個空間的物質實體（實際上是電磁波），存在於光源和它產生效應之間的空間（就象物理學家認為的那樣）。

2、不恰當運用生活中模型產生的暈輪效應。

心理學家認為暈輪效應"是指在知覺過程中，將知覺物件的某些印象不加分析地擴展到其他方面的一種心理現象。"在影子是什麼這個問題的回答上，第一種及第二種模式的學生僅僅注意到了物體和影子的形狀相似，第三種模式的學生感覺到光源與影子有關，但還是停留在物體形狀的再現。第四種模式的學生則把光和它的效應混為一談，認為影子（效應）是"暗光"，同時由於暈輪效應從生活中得知有關照射就有影子產生，而影子是黑色的，學生就認為影子由黑光組成。這是三個不同水平的回答，學生只看到事物的一個局部或片面，以偏概全，這些想法



都沒有給學生提供正確解釋影子形成的方法。

3、知識圖式的影響，定勢思維的慣性作用。

心理思維科學研究結果表明，舊的知識圖式和已成定勢的思維習慣會對學生科學概念的形成產生重大影響。比如第三個問題的相異構想中，第一及第二種模式的學生有火柴杆會產生影子的舊知識圖式，因而在書擋住光的情況下，由定勢思維仍會推出火柴杆有影子，只是隱藏在書的影子裏看不出來的結論。這兩種模式都把影子看成了一個實物，是獨立的，但又有所區別，第二種模式的學生會用障礙物（書）擋住光通過來解釋影子，他們認識到了書的存在和光消失之間有因果關係，但陰影的形式機理一點也沒有提到。至於第三種模式，"光會擴散"這個前概念中擴散含義不明確，因為是書面測驗，沒有與學生面談，無法理解此回答的具體內涵。

四、本調查對教學的啓示

毫從上面的推測中可以看到，學生在接受物理教育之前所瞭解的這些物理現象，很大程度上取決於他們的感覺，當他們接受新知識時，並沒有直接接收這些資訊本身的含義，而是將它們與自己頭腦中存在的舊知識結構或思維方式聯繫起來，構思出多種多樣新的含義，甚至改變了資訊原本的含義。因此，要大大降低物理知識難度達到啓發學生積極思維的效應，就不能只以講授內容為主，而應同時密切關注學生的相異構想對教學的影響，在教學過程中儘量做到：

1、重視科學概念的教學。

在教學中，一些很基本很重要的概念因為看似簡單（如光、電流、質量、熱等）所以常常在講授時被教師一帶而過或簡單的"告訴"學生。當新知識與原有認知結構矛盾時，學生會感到困惑而無所適從，或只是機械地記住了概念的名稱和表述，但遇到實際問題時仍會不自覺地用自己原有的概念及思維模式進行思考，結果導致錯誤，並給進一步學習帶來障礙。

2、教師在進行教學前，應先瞭解和掌握學生相異構想的程度和情況，弄清它們對學生理解新的知識會造成什麼樣的障礙和影響。

教師設計有迷惑性的問題，讓學生說出自己的真實見解，把握學生距離"光在空間"這個科學概念有多遠。上面這種書面測驗法的概括與分析，就是一種嘗試，也可以採用單獨晤談的方法。或者兩種方法結合使用，更能深入瞭解學生相異構想的成因，甚至可以考察一個學生在不同問題上的相異構想是否有因果聯繫。



3、針對學生想法設計教學對策，對學生見解進行因勢利導，採取克服和清除負向、消極影響的相異構想並使之達到最後從根本上根除其影響的目的（異化）。

從研究發現[1]，學生是逐步地從"光=光源、效應或狀態"的認識階段過渡到光是空間實體的概念，教師應精心設計有說服力，並能引起心理衝突的實驗或實例，如把一塊紙板放在燈光的通路上，問："光在那裏發生了什麼變化"，拿開紙板後又問"發生了什麼變化"，並要求學生解釋，從而令他們清楚自己想法的不足之處。這個過程中多鼓勵學生間相互批駁和討論對方的觀點，將有利於增強他們思維的敏銳性。

4、創設適當的物理情境，提供學生應用新概念的機會。

讓學生再一次把前概念與科學概念進行對照比較，最終達認知結構中完整而正確、科學而全面的物理學概念--光是一種實體，它從光源發出，在空間傳播，並且與傳播路徑上遇到的物體相互作用，產生各種感覺效應（如：影子）。

五、思考與展望

物理相異構想的研究是一個廣闊發展的領域，無論在教學方法還是課程設計方面，都將對教

學改革大有裨益，尤其在當前基礎課程改革的形勢下，更是提倡從生活走向物理，符合學生認知特點的教學策略，忽視學生的這種相異構想勢必會造成對學生開放性思維的束縛。希望通過此文，能給教師在教學中帶去一些啓示，並期待著更深層次的研究。

參考文獻

[1] Children's ideas in Science (1985). Edited by Rosalind Driver, Edith Guesne and Andree Tiberghien. Open University Press, 11 - 31.

[2] 高凌飆 (1987) 《學生學習"分子運動論"的相異構想》。1987年南海國際理科教育研討會論文。

[3] 宓子巨集 (1997) 《物理教育學》。浙江教育出版社。

[4] 閻金鐸 (1996) 《物理教學論》。廣西教育出版社。

（華南課程研究中心高凌飆教授為本文提供了大量資料與指導，特此致謝！）