

如何在中學教學中使用同伴教學法

文 | 王恆



筆者曾在《教師雜誌》中介紹過將傳統課堂互動化的一些簡單方法（王恆，2021），其中提到同伴教學法（Peer Instruction）可配合概念測試題（Concept Test）使用。本文將介紹筆者在中學教學中使用同伴教學法和製作概念測試題的經驗和心得。

概念教學的重要性

老師教了不代表學生學了，學生考試成績好也不代表學生真的學懂了。物理學教育學家為了知道學生是否真的學懂了基礎的運動和力學概念，設計了一個名為“力的概念評量測驗”（Force Concept Inventory，簡稱 FCI）的標準測試題（Hestenes et al., 1992）。這個測試已被物理學教育界使用超過廿年，其中包括 30 個選擇題。筆者曾經讓我校升高一級的學生做 FCI（全部學生都沒有接受過物理競賽訓練），並將答題結果和他們的初三學年平均分做比較，發現學年成績與 FCI 答對題數基本無關，其相關系數幾

乎等於零，見圖 1。通過對答題結果的仔細分析，我發現初三學年成績排名前列的學生和其他學生一樣深受 FCI 題目中干擾項的影響，說明他們根本沒有學懂運動和力學的基本概念，儘管他們的學年成績十分優異。這個現象其實並不新鮮，例如哈佛大學物理學教授 Eric Mazur 曾指出，就算是物理考試成績最優秀的哈佛大學學生，也經常表現出對基本物理概念的無知（Mazur, 1996）。顯然，在物理科教學中，學生除了要掌握解題套路，更重要的是要理解物理概念。為了解決這個問題，Mazur 設計了同伴教學法和概念測試題。

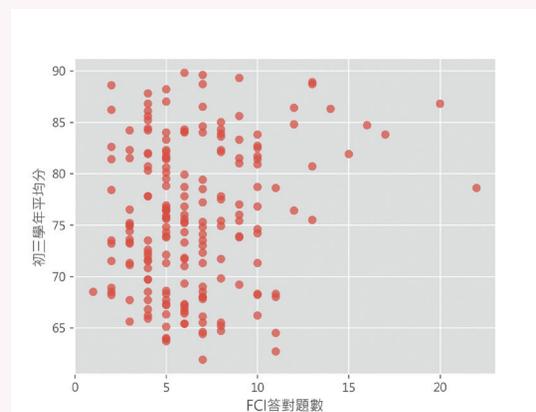


圖 1：FCI 答對題數和初三學年平均分的關係



同伴教學法

同伴教學法是 Mazur 提出的互動教學法 (Mazur, 1996)，有大量研究證實其在概念教學上的成效 (Crouch et al., 2007; Crouch & Mazur, 2001; Meltzer & Manivannan, 2002; Prather et al., 2009; Smith et al., 2009)。同伴教學法也廣泛應用於物理學以外，如數學、化學、生物學、資訊科技和地質學等學科的教學中 (McConnell et al., 2017; Vickrey et al., 2015)。

同伴教學法的實施步驟大概如下 (時間只作參考，可根據個人需求作出調整)：

1. (30~60s) 向學生展示概念測試題。學生自己看題，教師不讀題；
2. (30s) 學生獨立思考後回答概念測試題並用投票系統收集答案，見 (王恆, 2021)；
3. (30~60s) 如學生的答題結果顯示大多數學生答對了概念測試題，則教師直接對題目進行簡單的解釋即可，不用做以下的 4~6 步。
4. 如比較多的學生未能答對概念測試題，則重新向學生展示該條題目；
5. (1 min) 讓學生互相討論一段時間後，學生再次回答同一條概念測試題。過程中教師巡視，調動學生參與討論，要求學生向其他同學解釋自己選擇某個答案的原因或指出其他同學為甚麼是錯誤的；

6. (1~2 min) 教師根據學生答題的情況彈性調整評講題目所需的時間。

一般用 5~6 分鐘左右就可完成一次同伴教學法的互動教學活動。

使用同伴教學法的特點是學生有兩次思考同一條概念測試題的機會，第一次是獨立思考，第二次是通過同儕討論。學生做概念測試題中經常受到题目的迷惑而做出了錯誤的選擇，但正是如此，學生會更集中和認真地聆聽教師對题目的講解，令他們對有關的概念留有更深的印象。另外，由於同伴教學法要求學生使用投票系統回答問題，這樣可以保證全部學生都參與到課堂活動中。

概念測試題

使用同伴教學法的目的在於提高學生學習概念的成效，所以設計適合的概念測試題是至關重要的。概念測試題是一種選擇題，其最主要的設計要求為 (Crouch et al., 2007)：

1. 每一個概念測試題都只聚焦在一個概念上；
2. 要求學生思考解答，而不是將數字代入公式進行計算；
3. 難度適中，不宜太易或太難；
4. 錯誤答案要有一定的迷惑性，要和學生常見的錯誤概念有關。

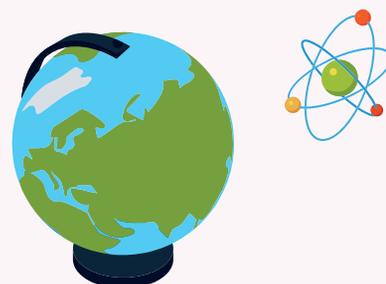
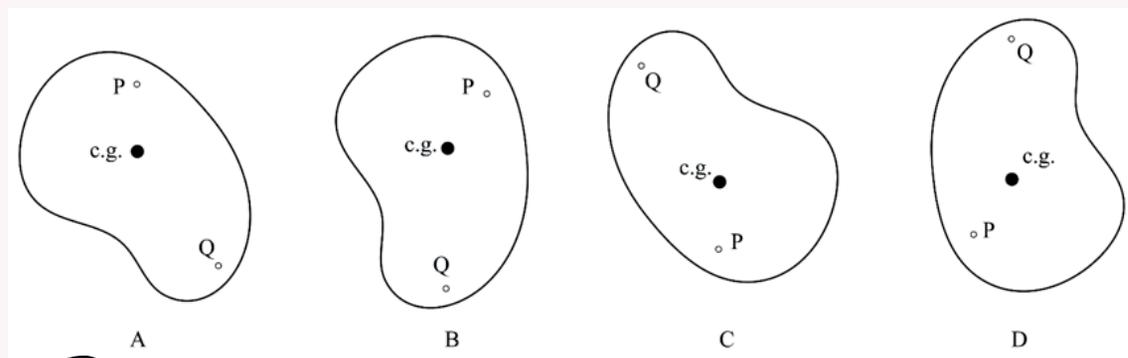
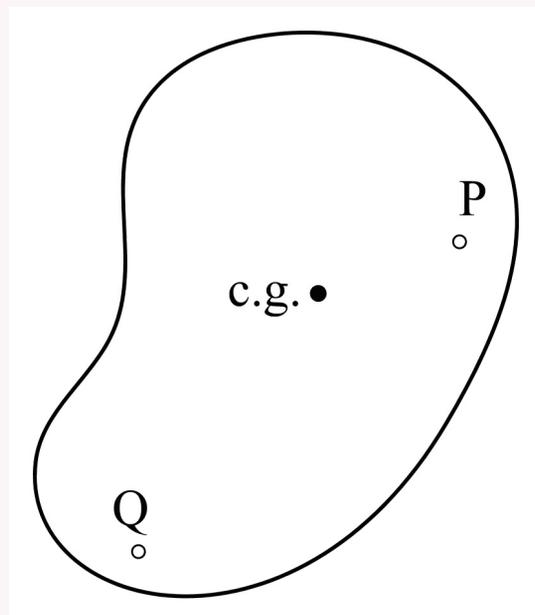
教師在考試時使用的選擇題不一定適合做概念測試題，不能簡單地直接使用。以下是筆者設計的一些概念測試題，讀者可作參考。

例一：某人 36 歲生日當天，在朋友圈自稱在慶祝 19 歲生日，可能的解釋是：

- A. 她用水星年來計算年齡
- B. 她用地球年來計算年齡
- C. 她用火星年來計算年齡
- D. 她用海王星年來計算年齡

此題考學生是否知道行星公轉週期的規律。由於行星距離太陽的距離越遠其公轉週期越長，所以例一中的答案只可能是 C 或 D。但海王星和太陽的距離極之遙遠，所以 D 是答案的可能性亦不大，據此可得出答案是 C 的結論。

例二：如下圖，有一形狀不規則的薄板，其中有兩個小孔 P 和 Q，且薄板的重心 (c.g.) 已知。以圖釘穿過小孔 P 使薄板懸掛着，薄板靜止後的位置為：





例二測試學生是否懂得重力產生的力矩如何令物體的轉動狀態發生改變。要使薄板靜止，那麼重心必定位於轉軸正下方，否則重力產生的力矩便會使薄板的轉動狀態改變。如重心在轉軸正上方，雖然此時重心貌似沒有對薄板施加力矩，但實際上只要薄板的位置稍有偏移，重力產生的力矩就會使薄板發生旋轉，令薄板的重心最後掉到轉軸的下方。

教師在設計概念測試題時也可以將實驗演示的內容融入其中。例如讓學生觀看一個物體運動，然後讓學生在四個運動線圖中判斷哪一個才是正確的運動線圖。教師在評講題目時，也可以用實驗演示給出答案，如例二這種題目。

同伴教學法的使用

我們一般可以在教授一個新概念的時候使用同伴教學法和概念測試題作為引導。例如，在教授“離太陽越遠的行星的公轉週期就越長”這一概念時，先以同伴教學法用上述的例一作為引導，總結出行星圓周運動的半徑 r 越長其週期 T 也越長的結果。接着在教師輔助的情況下以堂課的形式讓學生推導出中心天體質量公式 $T^2 = \frac{4\pi^2 r^3}{GM}$ ，用提問的方法讓學生用此公式解釋八大行星繞日週期的規律。最後佈置作業，讓學生查找八大行星（或木星和土星的幾個主要衛星）

的週期 T 和與中心天體的距離 r ，並將 $\frac{T^2}{r^3}$ 算出，看看是否等於一個常數。

當然，同伴教學法不一定只能用於引入新概念，也可用於學習新概念後的加強訓練。許多學生學習牛頓運動定律後仍然會深受前概念的影響（Clement, 1982），所以教師可以用多個概念測試題來糾正學生錯誤的前概念。

同伴教學法只是眾多互動教學法的一種，如果反覆使用相同的教學法太多次，學生會容易變得厭倦和不耐煩，反而令他們難以集中精神學習。所以，教師在課堂上應交替和不確定次序地使用不同的互動教學方法，不一定要每節課都用同伴教學法，也不一定要每次引入新概念時都用這個方法。

總結

同伴教學法是一種教學研究證明有效的互動教學法，其做法簡單，適用範圍廣，許多學科都可以使用。應用同伴教學法時教師的主要工作量來自編寫合適的概念測試題，概念測試題的質量決定同伴教學法的成效。🌱

參考文獻

- Clement, J. (1982). Students' preconceptions in introductory mechanics. *American Journal of Physics*, 50 (1), 66-71. Retrieved from <https://doi.org/10.1119/1.12989>
- Crouch, C. H., & Mazur, E. (2001). Peer Instruction: Ten years of experience and results. *American Journal of Physics*, 69 (9), 970-977. Retrieved from <https://doi.org/10.1119/1.1374249>
- Crouch, C. H., Watkins, J., Fagen, A. P., & Mazur, E. (2007). Peer Instruction: Engaging Students One-on-One, All At Once. *Peer Instruction*, 55.
- Hestenes, D., Wells, M., & Swackhamer, G. (1992). Force concept inventory. *The Physics Teacher*, 30 (3), 141-158. Retrieved from <https://doi.org/10.1119/1.2343497>
- Mazur, E. (1996). *Peer Instruction: A User's Manual* (1st edition). Pearson.
- McConnell, D. A., Chapman, L., Czajka, C. D., Jones, J. P., Ryker, K. D., & Wigen, J. (2017). Instructional Utility and Learning Efficacy of Common Active Learning Strategies. *Journal of Geoscience Education*, 65 (4), 604-625. Retrieved from <https://doi.org/10.5408/17-249.1>
- Meltzer, D. E., & Manivannan, K. (2002). Transforming the lecture-hall environment: The fully interactive physics lecture. *American Journal of Physics*, 70 (6), 639-654. Retrieved from <https://doi.org/10.1119/1.1463739>
- Prather, E. E., Rudolph, A. L., & Brissenden, G. (2009). Teaching and learning astronomy in the 21st century. *Physics Today*, 62 (10), 41-47. Retrieved from <https://doi.org/10.1063/1.3248478>
- Smith, M. K., Wood, W. B., Adams, W. K., Wieman, C., Knight, J. K., Guild, N., & Su, T. T. (2009). Why Peer Discussion Improves Student Performance on In-Class Concept Questions. *Science*, 323, 3.
- Vickrey, T., Rosploch, K., Rahmanian, R., Pilarz, M., & Stains, M. (2015). Research-Based Implementation of Peer Instruction: A Literature Review. *CBE—Life Sciences Education*, 14 (1), es3. Retrieved from <https://doi.org/10.1187/cbe.14-11-0198>
- 王恆。(2021)。使傳統課堂互動化的簡單方法。《教師雜誌》，66，20-24。

王恆

澳門坊眾學校物理教師

