
如何製作高中物理概念圖

林柏青

臺北市私立復興實驗高級中學

壹、前言

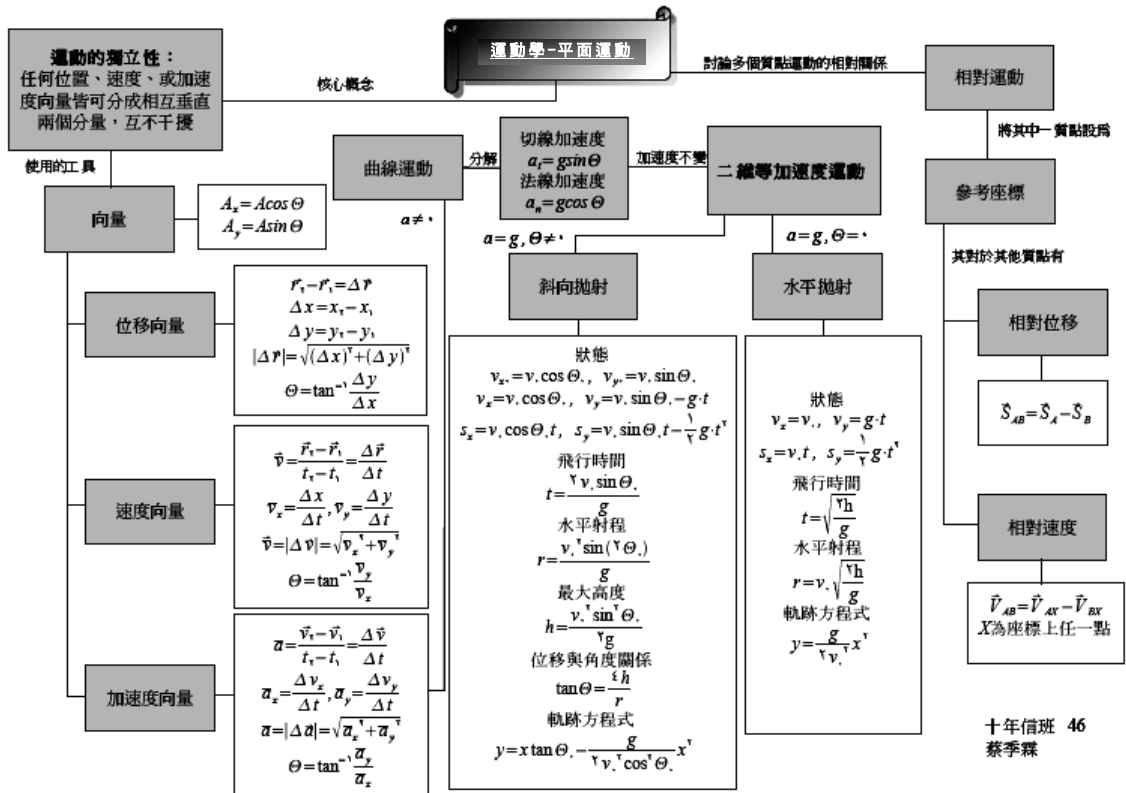
物理學有許多公式、符號與概念，物理大師常使用圖像的力量，進一步解釋這些抽象的物理現象、原理與概念。個人從閱讀心智地圖 1 這本書，對於人腦的認知功能中對圖像的掌握能力，有著很深刻的印象，便思索如何將概念圖應用在物理教學上，希望學生也可以利用本身對物理圖像的理解與應用，減輕「霧裡」學習的負擔與障礙，早一步進入到美妙的物理世界。本文以復興實驗高級中學的物理教學實例，介紹如何製作物理的概念圖，以減輕學生的學習負擔，並提高物理的教學效果。

貳、物理概念圖的功能

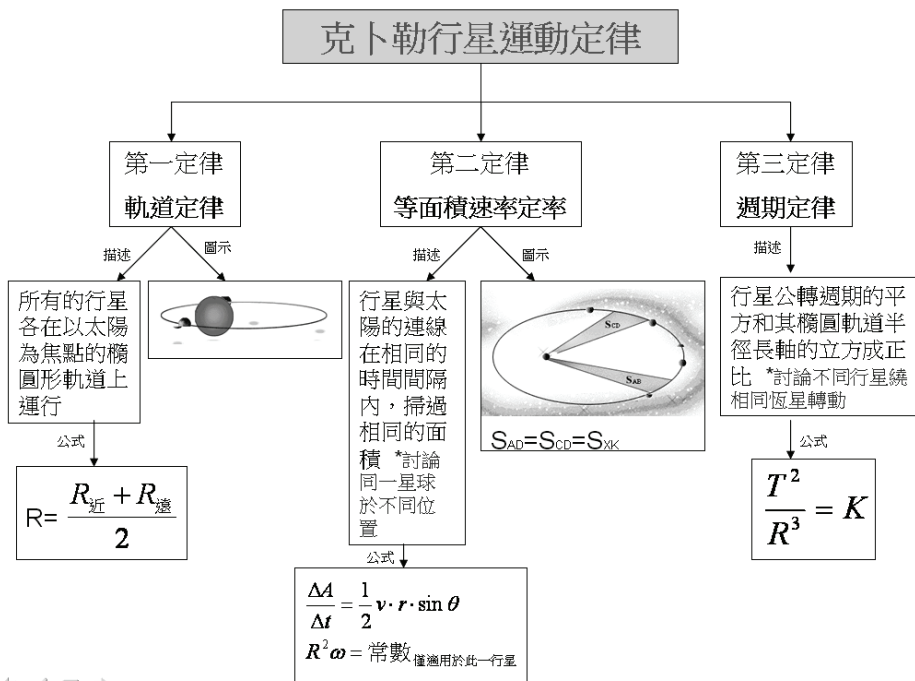
物理概念圖可以協助學生統整物理概念。練習製作物理概念圖，最主要的目標是訓練學生將零碎的知識重新架構連結，透過專家與教師指導說明，學生在概念圖中所透露出其先備知識中的迷思概念，進而一起討論出比較好的物理概念表達方法。在物理學習過程中，老師將其概念及知識逐步講解，但很難保證學生是否能夠理解與思考物理概念，因為在大多數的情況底下，學生對於複雜的物理現象與公式符號會感到負擔，無法整合彼此的關聯

性。此時，建議老師可以利用教學主題結束後給予概念圖的統整性指導。例如：在運動學裡的概念中有位移、速度、加速度，也提到有平均速度與瞬時速度、這些物理量之間如何聯繫？在速度對時間作圖中，斜率的意義又是如何，要將上述的彼此不同卻又密切相關的概念整合在一起，物理概念圖的製作就可以發揮功能了。透過製作物理概念圖，學生必須去思考這些概念間如何聯繫與發生作用，並瞭解物理公式使用的條件與範圍。學生可以藉由老師安排的物理概念圖的練習作業，清楚的介紹自己對於運動學中的物理名詞的意義，並進行分類與分析,找出彼此的相關性與物理公式的使用條件。

物理概念圖可以提高學生的分析概念與分類架構的能力。舉例來說，討論運動學時的物理概念發展，如何將類似的概念分類，並將主要概念與其他概念妥善安排層次便是一大挑戰，而學生往往透過繪製概念圖，即可以清楚了解到何者是最重要概念，並進一步延伸思考的強度，能夠判斷出概念之間的鏈結相關性，以及物理量的變因、變數觀念的水平與垂直整合(如圖一、圖二所示)。



圖一



圖二

私立復興實驗高級中學11年信班9號陳助恩

物理概念圖可以還協助學生將物理概念中的文字轉換成圖表，這樣的轉換能力可以將物理學的概念視覺化，減輕了文字與代數符號累積的冷淡感。更可以開發學生視覺的認知能力，加速多元智慧的整合。在教學過程中，有些物理概念的主題例如：波動或是運動學，是需要動畫來呈現概念，傳達概念將更清晰，例如：在克卜勒運動定律的面積定律中，天體運動是動態的，而有些學生會製作動畫(如圖二所示)，在概念圖中，呈現該定律的動態過程，清楚說明了星球在時間與面積變化的物理概念，表現出其確實瞭解了這個物理概念。

學生透過親自製作物理概念圖，將物理概念從短暫的記憶，提升到比較長期的記憶，深化學習效果。個人雖然沒有行動研究與詳細記錄，尚無法提出量化的數據證明，練習物理概念圖的學生比沒有練習的學生有更優異的物理成績表現，但在教學互動之間，發現學生總是喜歡表現自己，也希望學習物理後，可以有一個舞台展現自己習得的物理觀念是否清楚、正確。物理概念圖的作業，確實提高學生的學習動機。

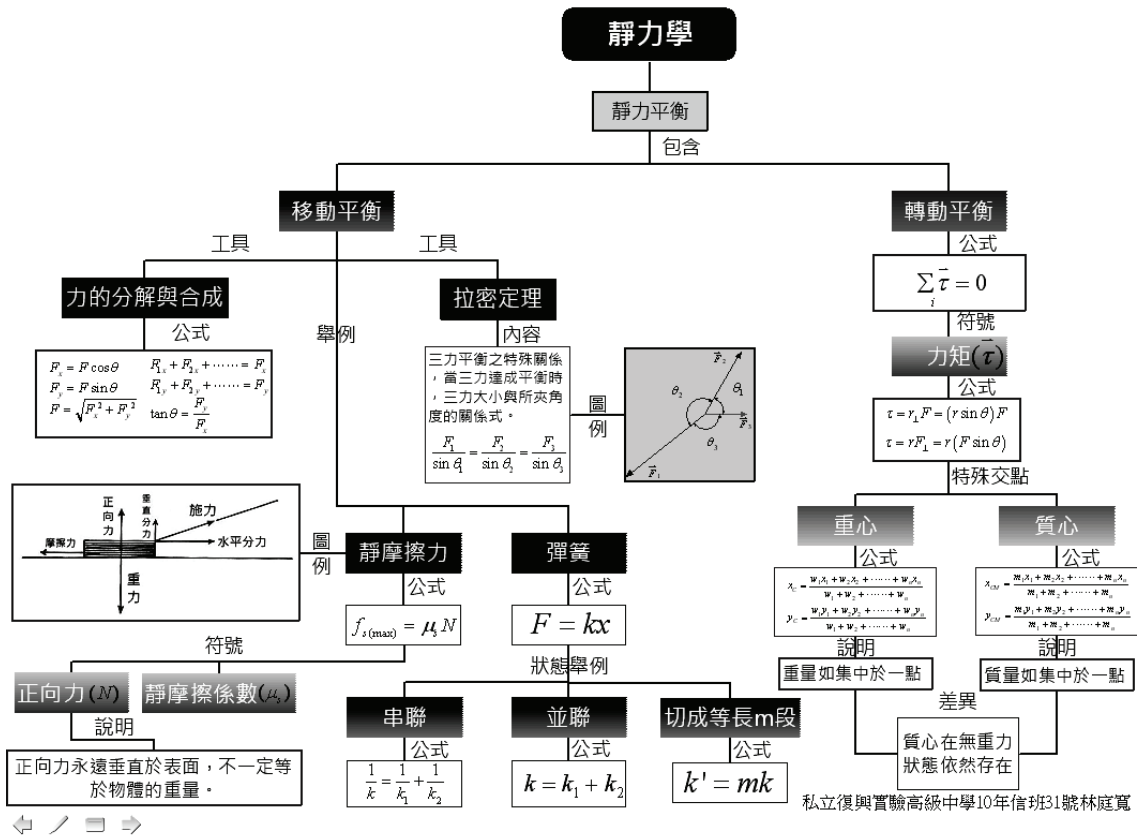
概念圖同時可以當作學生的學習檔案與作業。學生的概念圖在經過老師指導與個人修整後，老師可以將優良學生作品製作成海報(如圖三所示)，張貼公告於班級布告欄以獎勵學生。在單元教學結束後請這些學生報告自己的概念圖，分享如何製作概念圖的內容。透過這樣的報告機會，可以再一次讓學生練習解讀自己物理概念

圖的信心，更有效率的厚植其實力。也可以讓所有同學再一次檢視自己的概念圖是否完整，是否需要與老師討論。除了課堂面對面的觀摩與分享之外，本校各年級的學生也會開放電子檔案，讓大家可以相互學習，將製作概念圖的好方法傳播給所有同學，使大多數同學學會如何製作更好的概念圖作品。

如果老師想要讓學生在高三複習高二的物理概念，可以讓學生從高二開始製作概念圖，逐章完成約二十五張概念圖，累積出一本物理概念圖集，學生在高三時就可以很方便複習自己已經整理出的物理概念；這是概念圖作業，對於高三總複習的功用。

參、如何製作物理概念圖

要引導學生製作概念圖，首要的就是建立學生練習概念圖的動機與信心，具體的施行方式，應該先從小單元(例如直線運動)練習，剛起步的時候，以 A4 大小的範圍即可。全部概念應控制在十五個概念左右，每個概念之間的交互作用與聯結關係，先不必要求非常精準，首要目標應該讓學生找出關鍵詞或關鍵概念，思考哪一個概念放在最主要的位置，請學生回想哪一些概念應該放在主要概念的下一層。物理概念圖可以是很自由的結構，可以是網狀結構，也可以是樹枝層次結構，端看該物理概念的特質與學生領會而定。本文以樹枝層次結構當作範例，引導學生練習物理概念圖。



圖三

接下來是建立學生的信心。學習每章的物理概念後，學生往往需要約一個禮拜的時間消化吸收，並使用許多的電腦軟體 (Word、Power point、Photoshop etc..) 繪出自己想要的概念圖。期間，老師應該教導學生如何寫出數學符號，協助學生如何在一張 A4 空間中切割出每一個物理概念分布的適當位置，並建議學生修正連接用語。掌握基本得製作技術與規則性，學生會遇見一個困境，不曉得如何判斷自己的概念圖才是最好的概念圖，希望能精益求精，這表示學生已經從練習的階段進步到

有能力獨立組織概念圖，並想要彼此觀摩概念圖的階段。

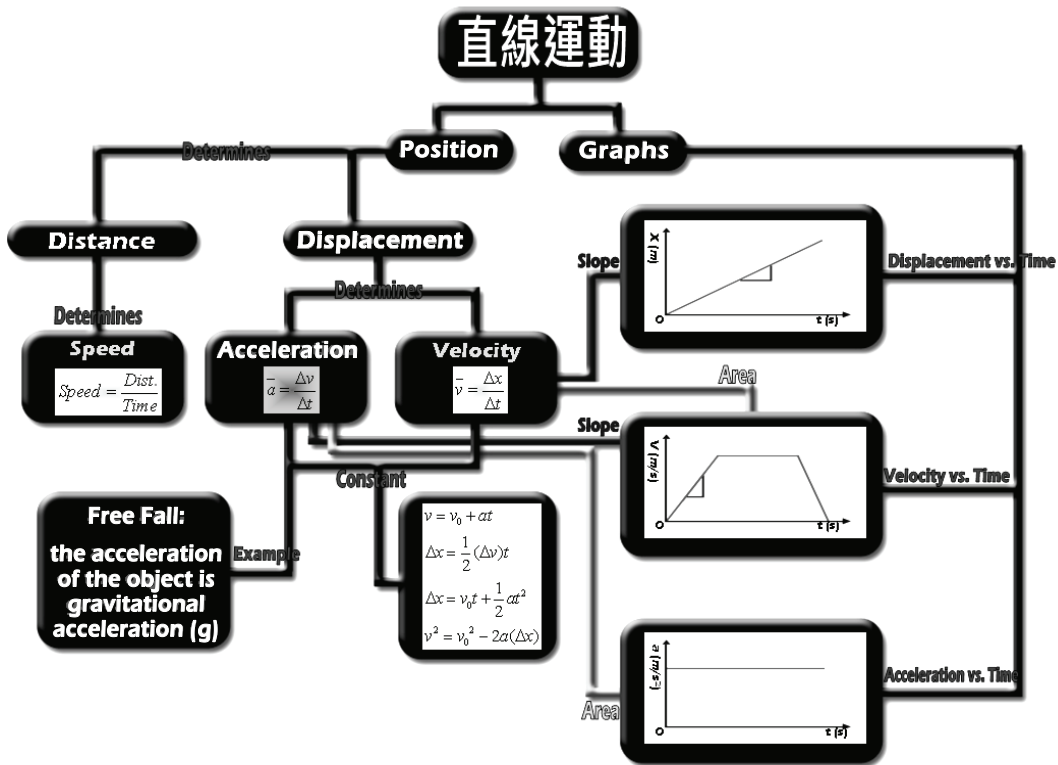
當學生建立信心後，應開始引導學生置入更適當的連接詞語彙，讓學生運用更精確的語彙，引導其他閱讀者了解自己的概念如何分類與背後的分析邏輯。例如：靜力學包含了許多內容，有數學中的向量分析當作工具，學生了解之後，便會使用「工具」、「包含」這類的動詞與名詞當作概念圖之中的連接詞，(如圖三所示)。連結詞並不需要像語言學一般需要的嚴謹定義，我們更需要的是口語化的簡單引導，

進入閱讀者進入繪製者的概念世界中。

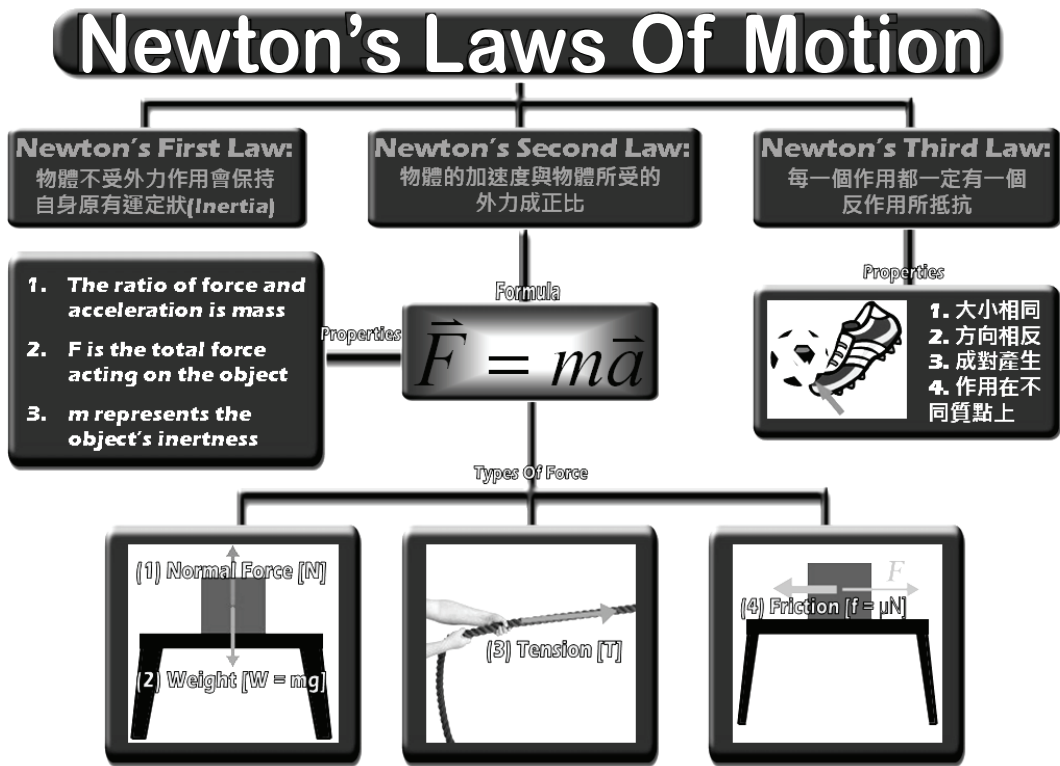
教師進行評量物理概念圖的標準有哪些呢？參考文獻 2、3 中指出，可以依照概念的完整度與階層性給分，教師分析學生的概念圖，若其中的交互作用關係連結性比較多，連接詞比較恰當，都應該給予高分鼓勵。例如：提到單元主題相關的物理定義與定理、現象、適用條件，等作為關鍵詞，就屬於完整度較高的概念圖。如果有運用到「包含」「工具」、這類的動詞與名詞當作表現兩項概念關係之間的詞彙，或概念間的交互作用連接多，分析與

分類恰當者也應給予高分鼓勵。

最後是展示班級中最佳的物理概念圖，讓所有的學生了解怎樣的作品比較好，並請同學上台解說並解讀自己概念圖。本學校中，各年級的學生也會開放物理概念圖的原始電子檔案，讓大家一起分享創作的難易度，讓概念圖製作的好方法以更有效率的傳播給所有同學，讓同學深入瞭解好的概念圖作品是如何製作出來的。學生也會使用英文版的概念圖表示其物理概念，也讓人相當驚艷，如圖四、圖五所示。



圖四



圖五

肆、結語

概念圖可以幫助學生學習物理概念間的關連性，學生在製作物理概念圖的練習作業的時候，會遇見許多困難，老師應該先引起學習動機，在課堂上將專家級(物理老師)的概念圖或學長姐的概念圖作簡單介紹，可以引起學生的學習動機。接著依照學習進度逐步引入複雜概念，老師將需要修正的概念及時回饋學生，讓產生錯誤物理概念迷思的學生，可以早點修補物理概念。本文提供使用物理概念圖教學的想法與經驗，希望能夠減輕學生的學習負擔與提高物理教學效能，最終可以讓學生對物理產生高度的學習樂趣。

伍、參考文獻

- 米爾·李文，心智地圖，台北，天下文化出版社，民 93。
- 余民寧，有意義的學習－概念構圖之研究，台北，商鼎出版社，民 86。
- 余民寧，教育測驗與評量：成就測驗與教學評量，台北，心理出版社，民 86。