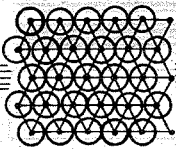


物理教學過程分析表之基本認識



歐陽鍾仁
國立臺灣師範大學

一、教學過程計畫表之目的

本文將提及以流程表形態出現的新型高中物理教學過程計畫表，此表具雙重作用。

其一：以具有教學經驗的教師，對現有的物理教學過程做一詳細的研討，擬從事另一嘗試，祈其結果能對實際教學有所貢獻。

其二：擬將客觀的教學過程表，作為實際教學的重要依據。因各高級中學的物理教學設備及學生素質參差不齊，且各校有其特性，故無法擬定適當的統一過程表。如果能將客觀的教學過程作出計畫表，對實際教學將有很大的幫助。

教育部頒布之現行高中物理教學時數每週六小時，但各校却自動增為八小時。教師們最關切的問題是如何將時間與教材，作適當的調配。大部分的教師認為教材太多以致時間不敷使用，若非深具教學經驗者，實在很難在現有的時間內取捨教材。另一個問題是實驗和教學內容無法互相配合，若分別進行，往往會產生脫節的現象。實際上教學內容有其統一性；既有共同的教材，就該有一實際的活動計畫表，來對時間、內容作一適當的分配，以提高教學效果。

許多教師由於過分偏重教學進度，常不顧學生瞭解與否，便擅自刪除教材重要的部分。現行之P.S.S.C.物理教學主張教師應多花時間，以

培養學生的興趣與思考能力；另外需引用重要的事實、定理等概念，喚醒學生的舊經驗，來增進他們對物理概念的瞭解。所以作計畫表時，需兼顧教學過程的多變性。

另一個問題是，教師們不可能都有機會參與教學研習會，故往往誤以為教學只是「將所學的全部授與學生」，而忽略正確的教學形態，若有機會參加，見到的也只是一部分內容，完整的教學過程仍然無法交待清楚，因此我們實在有整理計畫表以供研究的必要。最近的教學研習偏重學生的思考過程，本表則以學生整個學習過程為主。

物理教學是把教學手段、教學形態作系統化配合的有機性教學過程。一般物理教師並不十分重視教學要領，而教科書與教師手冊又無教學提示與時間分配要目，教學過程遂產生若干不便。民國六十三年、六十四年在教育廳支持下，師大物理系舉辦兩次「高級中學物理教師個別化教學研討會」，與會教師一致認為有編製統一教學計畫表的必要。

對我們來說，此研討會可說是針對教材、教學過程所做的全面檢討，也是彼此交換意見的開端。

將在本文提到的流程表，包含下列各項：

1. 實驗
2. 摘要說明
3. 發問

4. 問題

5. 將板書等教學過程因素，作有機性記錄。

根據此表，教師對學生的需要，教學形態與教材處理將瞭解得更透徹；在教學過程裏方能有更具體的表現。

二、教學過程的客觀性記錄

〔一〕教學：

教學不僅是知識的灌輸，因此在教學過程中，教師對於學生的功用，在意義上雖然是幫助「學生自我發展」，但是對於學生本身的「學習」，仍有間接的影響。教師必須明瞭兩者間的相互關係，才能對學生的學習過程發生「某些作用」。我們的問題在於教師能否幫助學生作有效的學習，光靠教師的期望與鼓勵是不夠的。如果能跟隨有經驗且優秀的教師學習，則對於學生的德育、智育和群育都會有相當大的幫助。教學研習的目標之一，便是希望所有的教師能有卓越的表現。那麼，優秀的教師應該具備那些條件，以及教師對學生應該擔負何種「作用」，都是教學研習的主題。然而單靠這一點，還不足以辦好成功的教學活動。

〔二〕教學的計畫性

教師須先擬定計畫，確立具體的教學目標，以便誘導學生作自動自發的學習。根據國內外推崇的教學原則，教師須按照計畫循序以進地教導學生，以培養他們自立自主的態度，如此才能符合現代化教學的要求。每一個學習過程都要配合評量的程序，並針對評量的目標，以期收到教學的效果。評量的結果可做為下一個教學步驟的催生劑，如此反覆地使教學活動在學生腦海裏產生回饋作用，則教學可收事半功倍之效。當前的教學情況，無論從客觀或主觀的立場來看，都很難達到這個要求。截至目前為止以回饋作用評量教

學活動的方式，還相當受重視；但這種依靠「教師的靈感來評量」的方法，不夠具體，因此需要用流程表來使它明確化。兩種方式相形之下，以電子計算機訂出的簡單流程表，可能被誤以為流於呆板、固著，但我們將在後面提及，它並不如想像般地呆板。無論如何，教學計畫和實施結果的評量必須以客觀的方式配合。目前，教學評量對教學內容的改善，無法收到預期的回饋效果，這在前節已經說過，是由於缺乏客觀的教學過程記錄。

〔三〕教學的客觀記錄

教學過程是由多種複雜的要素所組成。如何將各要素間相互的有機關係詳細地分析，或客觀地記錄是很重要的。目前已有部分的教育心理學家，正朝這方面努力。基於下列兩個理由，我們暫時不予詳細的研究，而改以客觀的方式來記錄。第一個理由：如果分析過於詳細，則教學過程就會太複雜，而全盤的教學計畫便容易產生偏差。對於電子計算機來說，只要有詳細的流程表，便能客觀地記錄下教學過程；可是對於人來說，就必須把它簡化成明顯的計畫流程和進行流程表。如果將來教學系統的分析研究有進展的話，便能以摘要的方式來歸納、以系統的方式來表現，可是現階段還無法達到這種地步。這裏，我們只擷取教學過程的重要部分，做為記錄的基礎。第二個理由：為了靈活運用教學計畫，凡是誘導學生自動學習的教學過程，都比上述的情形更加複雜，因此對現階段的我國來講，實行起來確有困難。此處將僅作客觀及代表性的記錄。

不論是傳統式的學習或啟發式的學習，其教學過程的客觀記錄，若以配合現代的教育思潮和學習目標的應用觀點來看，實具有莫大的價值和意義。可是，它在教學的實際應用價值上，究竟占有多少分量？目前，物理教學上運用的技巧，幾乎都是聽任各校老師自行取捨，因此，若干對

於教學研究深具熱忱的教師，偶爾會抱怨此法過於草率，而主張教學活動務必要有客觀的記錄。教學過程的客觀記錄對於教育研究人員來說，可能是很好的探討資料，但是，它畢竟無法作為實際教學研究的累積資料，因為它既沒有連續性的應用價值，當然也就談不上實用價值。

因此，迄今對於教學評量和教學實施過程，我們還沒有一套具體可行的辦法。有些相當關心這方面的人，認為教學過程的研究，可採用錄音機和錄影機來作為研究分析的工具。這種記錄的方法，可將教學過程詳細的歸納，例如：把發問、報告、發表等教學模式分成許多類別，並個別檢討它們的效果和意義；再根據研究的結果，把它們作適當的調配，而得到新的教學策略（strategy）。然而，這種新的教學研究方法與傳統式的教學很難配合，因此，用錄音機和錄影機作為改進教學記錄的工具，以我國目前的教學情況來說，尚無法全面實施。

如果我們能利用流程表之時間單位，把教學過程詳細記錄下來，或許能彌補這方面的缺點。客觀地來說，這種流程表可作為實際物理教學最有效的資料；另一方面，我們如能對流程表各部分給予詳細分析的話，則前述的教學項目可作為個別行為的體系。

對注重教學評量的教育界而言，此流程表可提供最具體的資料。一般教學評量只重視實際的教學效果，往往忽略了教學過程，而流程表編擬的教學目標和項目，可彌補這個漏洞。學生大部分的學習過程，都是一種內在的活動，所以教師很難掌握到教學過程的細節，當然就更無法作出清楚的（overt）客觀記錄。也許這和評量處理的方法也有關係，但推究其主要原因，不外教師無法以客觀的立場來記錄教學的過程；而每小時記錄的流程表，可說是彌補這個缺點，最好和最重要的方法。

〔四〕教學過程的諸要素

與教學有關的要素很多，僅從一個簡單的觀點去分析是不夠的。此處分析的內容限定於「高中物理的教學」，如果把這些教學過程的結構和要素，依其相同的性質來分類，則有下列各項：

（一）基本方針或有關哲學的體系

如果以具體化的方式來表示，則教學目標可從一般的完整階段演進到具體的、個別的目標。同時，還包括行為目標、科學概念的上層目標和下層目標，都具有階層結構性。此階層結構性又根據物理學的知識體系和方法體系，形成另一邏輯性的體系。

（二）物理學的知識體系、方法體系

教師根據學習的基本方針（分類一）和學生的情況（分類七）二項前提，來選擇教學內容。這種組成學生學習體系的活動，另成一種結構，被稱為「教案」。

（三）教學方式

教學方式包括教師的說明、教師與學生的問答、師生間的討論、板書、展覽、演示、視聽教具的活用（透明片、幻燈片、電影、閉路電視、收音機、錄音機以及錄影機等）、實驗（示範實驗、學生共同實驗、學生個別實驗）、作業、各種製作、閱讀、調查、家庭作業、報告、自由研究、專題討論、測驗、教學機器使用學習、編序法學習、課業習題和CAI學習等項目。

以上各項教學模式雖有許多類似或重複之處，但若以教學分類的意義來講，都有其個別的目標和特性。這些項目加上物理學的知識體系及方法體系後，就構成一個教學過程的單元。

（四）方法論與對策

如何把（三）中的各種教學方式密切地配合，使其符合（一）與（二）的目標，稱為教學的方法或對策，可分為探究與發現兩種形態。如果以傳統式的口述教學法為例，則其構成的順序可分引起學習動機、提示學習開始前的準備活動、提示展開學習

活動、應用與綜合等五個階段。此法亦即類似衆所周知的「五段教學法」。

(五) 物理的因素

指教室的大小、設備等等物質環境而言。

(六) 時間的分配

每週 5 小時，乘上 36 週等於 180 小時，其中實驗的時間占 2 小時，乘上 36 爲 72 小時，所以實際上課時間爲 108 小時。教學計畫即根據這 108 個小時來分配。

(七) 學生的情況

大致可分爲兩大類，即固定的狀態與變化的狀態。變化的狀態是指學生學習的狀況，隨教學過程時刻在轉變；包括學生的興趣、個性、對教材內容的注意與瞭解等。所謂固定的狀態是指學生的經驗、知識、環境、社會及家庭背景等諸因素。

(八) 教師的個性、興趣、學識與能力

教師本身的條件，如專業精神、興趣的濃厚、學識的深淺等，對教學而言也是極重要的因素。一般物理教材，內容較深奧，如果教師經過深入的研究，又能運用技巧深入簡出的教導學生，很容易使學生留下深刻印象。換句話說，過分艱深的研討，會造成只有教師唱獨腳戲，而學生絲毫無法理解的狀態。如此對於學生的興趣與求知慾便產生反效果。

由上述可知，教學活動根據的因素很多。唯有將這些因素給予適當的配合，才能構成具有實用價值的教學系統。因此，若想用簡單的表格來表示這複雜的教學過程，是件相當困難的事。教師與學生間各自的問題無法具體的表示，故設計圖表時必須考慮到學生與老師的個別差異，使其具有彈性。

這種客觀的記錄，如要以傳統式的詳細教案來表示，當然是不可能的。可是就整體來透視，它不但能真正地概括教學過程，對教師的指導工作也保持相當的彈性。雖然此表未臻盡善盡美之

境，但對教學研究却有很大的幫助。我們盼望將來若有機會，最好能讓全省教師都能參與這種「個別化教學資料」的編擬，那將是值得提倡、同時也是大家拭目以待的活動。

三、關於流程表

(一) 教學機的應用和流程表

教學上使用之視聽器材，由 OHP 透明片放映機 (Overhead Projector)、幻燈片、16 釐米或 8 釐米錄影機等，慢慢發展成 TA 教學分析器 (Teaching Analyzer) 和 RA 反應分析器 (Response Analyzer)、TM 教學機等 (Teaching Machine)；最後應用電子計算機的 C.A.I. (Computer Assisted Instruction) 或 C.M.I. (Computer Managed Instruction) 等不斷地研究改進，而期望這些器材，能被靈活地應用於教學活動。

使用幻燈片或 OHP (高架放映機) 的 TP (透明片) 之前，教師必須瞭解其內容，然後才能決定在教學活動中，何時應該採用；教師也可根據其經驗與靈感作有效的運用。

利用影片或電視來教學時 (一般以自然學科爲多)，則必須根據教學方針，使影片具有故事梗概或完整體系。因此，教師在使用前，必須先對影片內容作一番詳細的研討，並且要有明確的指導計畫。像這類的教學設計或著重思想的教材，難免會發生連續使用的困難。一旦以影片教學的方式，使學生產生習慣性的話，就非長期地使用不可，而此類教材的編製又不如想像般地簡單。

不過，最近教學上也嘗試採用教學機和分析器，前者被應用於個別的學習，後者則偏向團體的學習。前者較後者更具有組織化的教學內容和教學體系，兩者雖有很大的差異，但都必須預先確定教學順序，否則將不能發揮有效的作用。

總之，要靈活運用這些教學機，預擬詳細的

計畫和教學順序是重要的。

基於這個理由，教師確定教學順序和靈活運用流程表的機會愈來愈多。然而，教師在應用教學時，很容易疏忽整個的教學目標；由於一般教學過程有各種不同的型式，因此教師不能過於相信教學機的功能。在應用教學機的同時，若能有效地參照流程表中的教學順序，而不拘泥於教學機，則教學過程的分析方有客觀性的可能。

【二】電子計算機和流程表的特性

在電子計算機被發明之前，用流程表表示教學順序的方法已經存在。今天，電子計算機已被普遍地使用，不僅被用於數字計算上，並且以高速率的方式處理各種文字、記號、或由數字所組成的複雜資料。

電子計算機畢竟只是機械而已，至於「要如何處理」各種資料，仍然要有預先的計畫工作。如在處理手續方面有了遺漏，計算機則會發生意料之外的錯誤，如計畫後的錯誤、資料的錯誤或對其他聯合系統發生破壞性的影響。所以必須靈活地採用流程表，使電子計算機有完整計畫的系統，而顯示出使人一目瞭然的教學資料。

【三】教學過程的記錄和流程表

流程表被靈活運用於記錄教學過程時，其特性如下：

- (一) 防止教學目標重複或遺漏。
- (二) 避免使教學方式、內容、目標和順序、產生邏輯上的謬誤。
- (三) 檢討教學過程計畫對實際教學是否適合。
- (四) 將第三者教學過程作客觀的說明和展示。
- (五) 使教學準備更容易，並防止準備上的遺漏。
- (六) 避免實際教學過程中目標內容遺漏、及順序顛倒等。

流程表雖有上述的優點，但普及的流程表裏

因記號不統一，故使用起來甚不方便。在電子計算機的流程表關係裏，則以圖三的方式來處理。

在記錄教學過程時，全靠圖表來控制是困難的。故流程表不但要注重型式，還要有具體的教學內容。

本文所提的流程表是以每節上課 50 分鐘為一單元，10～30分鐘作為一階段。在教學過程的重要因素中，必須註明其時間經過情形。圖 4 是 CAI 編序流程表之一例，以電子計算機將物理力學的一部分，用編序教學法作一流程表。圖 3 則是表示 EDP (Electric Data Processing) 的流程表。

四、高中物理教學的目標與過程

根據歐美各國改革後的新課程，被全世界採用的高中物理課程有下列數種：

1. 早年開發的 P.S.S.C. 物理
2. 英國發展的蔡非物理
3. 哈佛高中物理

課程的精神及大意如下：

- P.S.S.C. 物理：
- (1) 物理學並非單純事實的組合，乃是人類對自然瞭解的本質。
 - (2) 其具體的目標，強調學生須明瞭下列諸項：

- ① 物理的統一性
- ② 物理的自然現象具規則性
- ③ 以獨立的觀點由各方面探討物理概念
- ④ 物理概念的極限檢討
- ⑤ 從物理法則到具體現象的演繹性
- ⑥ 建立物理概念的模型

蔡非物理：

- (1) 將物理學視為理解科學的基礎，而引導學生瞭解物理是什麼？科學是什麼？
- (2) 使學生瞭解物理是一種具有智性的心理學習過程。

(3) 打破以往物理教學的觀念，揭示物理教學並非為未來的科學家或技術家專門準備的學科，而是為現代的全體國民預備的課程。並強調讓學生自己做實驗，雖然所花的時間可能比教師還長，但仍有其重要的意義與價值。

哈佛物理：

(1) 為每一個人準備的物理 (physics for everyone)。

(2) 物理是自加力略以來，表現人類戲劇性生活的一個方法與過程。

(3) 物理學的行爲對自然科學以外的人們具有潛移默化之功，其情緒、行爲多少受其影響。同時，物理學的研究發展對社會、經濟、哲學、宗教等也深具影響。

(4) 在物理的學習領域內，雖然大部分的人無法瞭解其深奧的內容，但是學過物理學的人比沒有學習過的人更能充實生活。學習物理與學習歷史、音樂，實具有相同的意義。

上述三種課程都有它的特性，高中物理的教

學目標即包含在這些課程目標裏。一般說起來約有「關切自然現象」、「科學方法」、「創造能力」、「探究學習」與「科學概念學習」等諸項。然而，儘管有堂皇的課程，但要如何針對目標作有效的學習，還是值得研究的，故教師有瞭解此流程表的必要。乍看之下也許有人認為此流程表，過於偏重傳統式教學，然而，其重點仍在確立科學的概念為主。

物理學習是知識探究的過程。在 P.S.S.C ②裏所指示的，都在①、③內記錄其準備的方式，由此可知，流程表對學生探究知識的過程，不論疑問、解答或實驗方法，都經過嚴密的考慮。

為了喚起學生對物理的興趣，最重要的就是讓學生自行解決問題。開始應著重單純容易的，慢慢使其建立自信與擁有成功的經驗，然後再設法使其新舊經驗累積起來，而步入高深的境界。在學生遇到問題時，全靠老師當場的判斷與解決，如果教師能時時靈活地運用本文所揭示的教學過程計畫，無疑將是筆者莫大的安慰了。

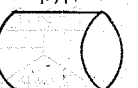
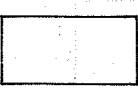
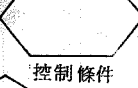
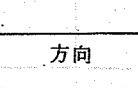
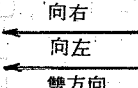
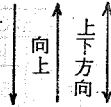
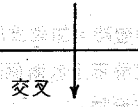
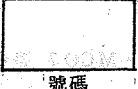
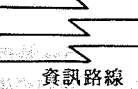
基本記號	專用記號					
 輸入	 紙帶	 卡片	 磁性帶	 文件		
	 on line 記述	 磁罐	 磁桌	 人工輸入	 表示	
 過程處理	 處理	 控制條件	 作業	 處理完畢	 on line 處理	
 方向	 向右 向左 雙方向	 分項條件	 向下 向上 上下方向	 交叉	 連接	
 說明	 號碼	 終點	 結	 合	 資訊路線	

圖 1：EDP 流程圖的符號

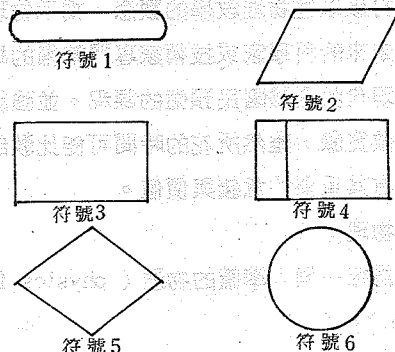
圖 2：

- 符號 1. 表示一單位時間 (50 分鐘) 的開始或終了。其中有 START, END 的符號時, 表示開始或表示內容的完畢。CONT 的記載則表示連結上述的部份或連續下去。
- 符號 2. 表示輸入或歸入內容 (目標)
- 符號 3. 表示了解目標或內容要點, 在此流程中表示教學進行的過程。
- 符號 4. 符號 3 中的目標, 內容是讓學生參與學習的活動, 教師的啟發或提示, 寫在右方格內, 將模式 (問題, 示範實驗, 觀察等) 寫在左方格內。
- 符號 5. 老師確認學生了解的程度符號, 為了針對此點, 所以用問題提示的方式進行。
- 符號 6. 從符號 ① 到該點的大概經過時間, 用細分單位數字來表示, 內容大概經過時間的分配情形。

各符號的左邊數字

符號 2, 3, 4, 5 左旁所表示的數目為針對目標, 學生活動, 老師活動等補充說明的對照號碼。

補充說明欄



左旁的補充說明欄內有上述的附註號碼, 說明了實驗的要點和問題內容。還有補充說明辭, 在欄後用 [] 表示。

教學過程表的看法和使用方法, 本表為教師準備教學前的資料之一。教師使用前, 應該先了解學生的特性, 學校的設備和教師的修養, 在彈性的配合後方可使用。

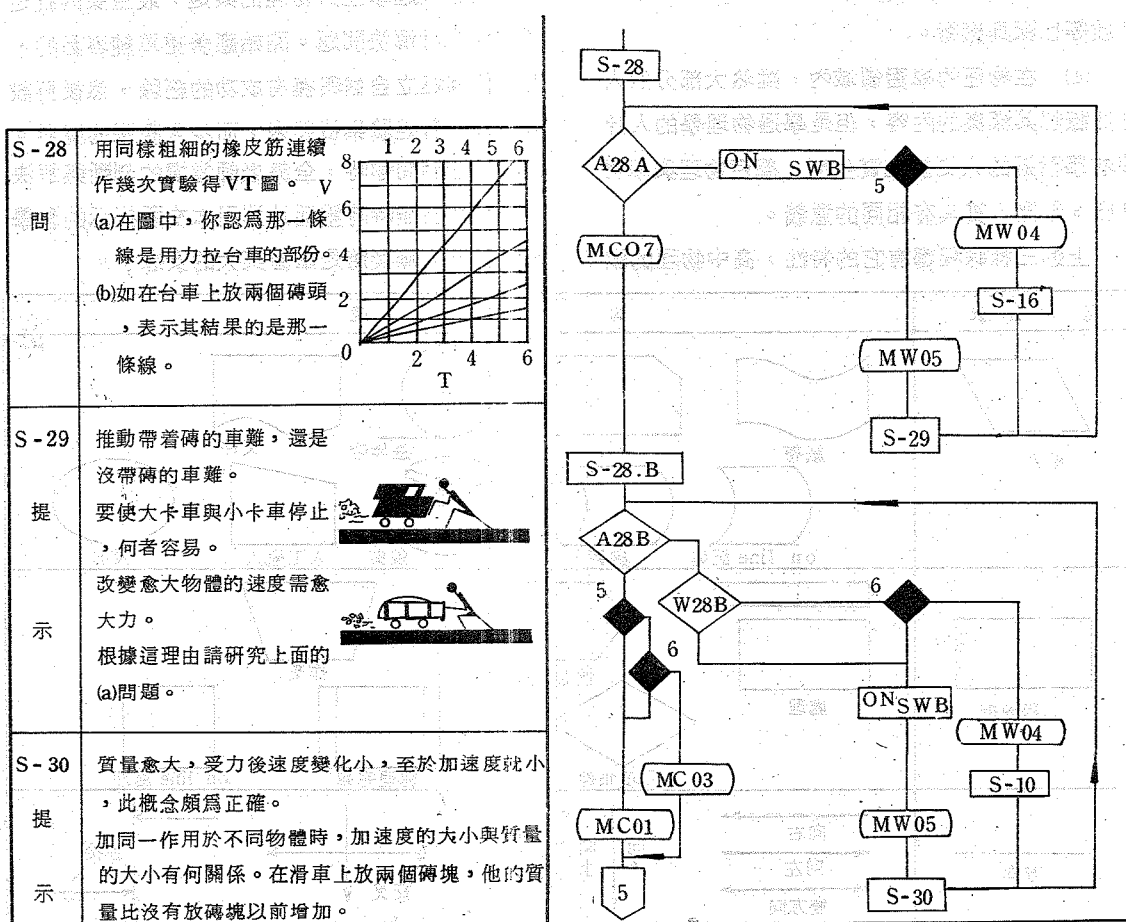


圖 3：CAI 的教學過程計畫的流程表

S₂₈ 是指第 28 張的幻燈片, A_{28A} 是指對照這號碼的正確答案, MC07 是指將此部打字後向學生展示, ◇ 是開關, 如其值為 0 則向右, 如為 1 則向下。

實例1 怎樣學習物理

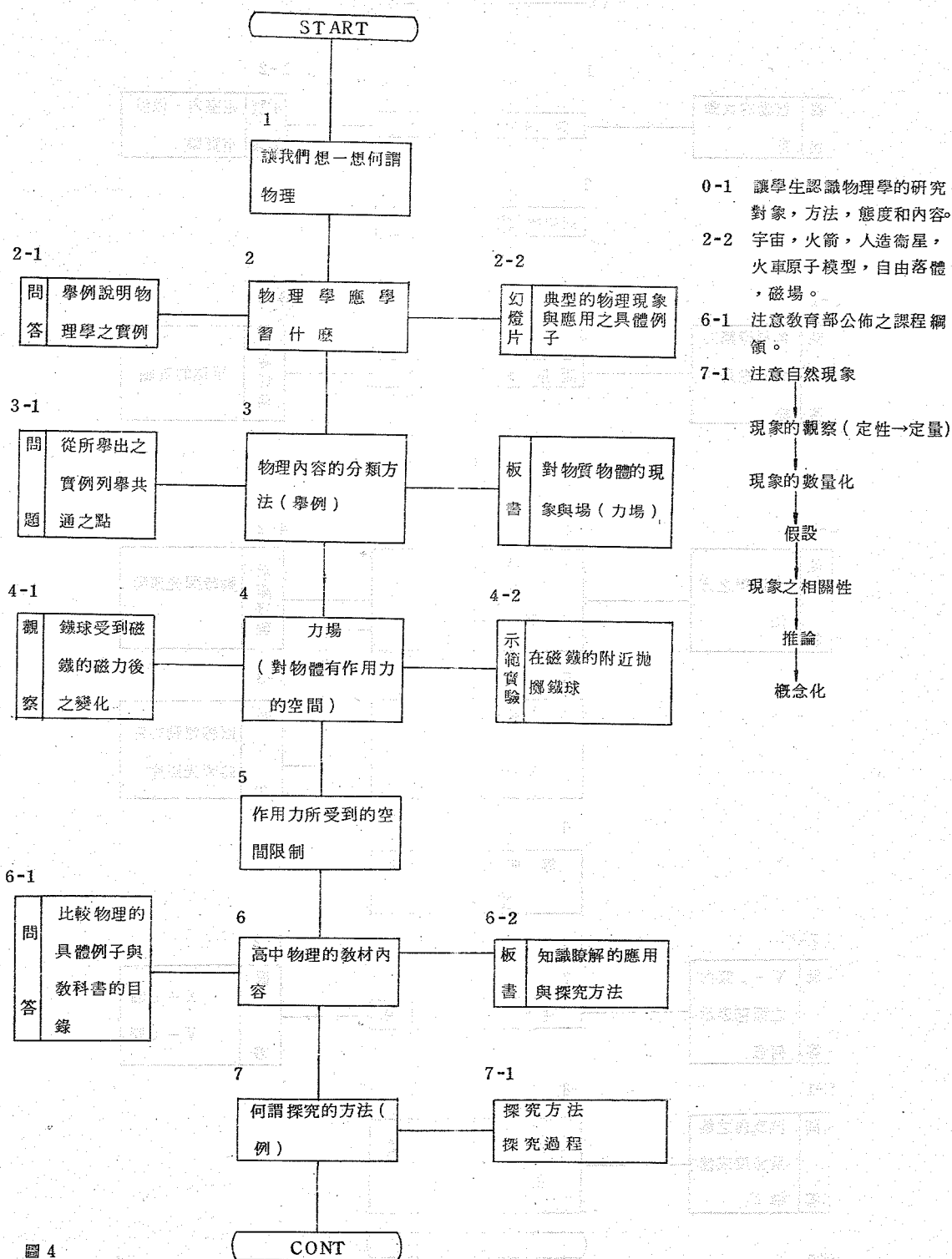


圖 4

實例 2 速率與速度

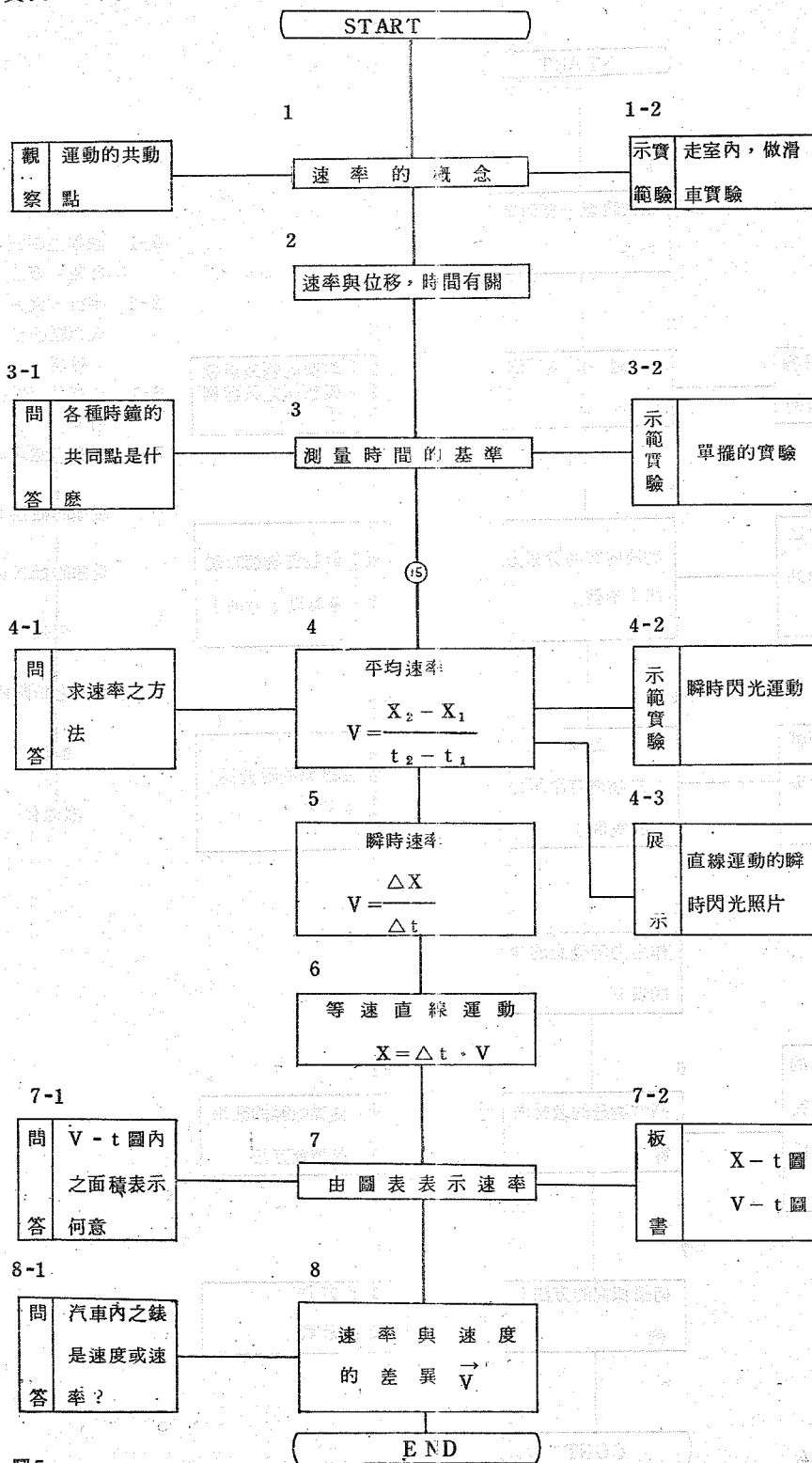


圖 5