



科學教育學習領域
物理課程指引
(中四至中五)



課程發展議會編訂

香港特別行政區教育署建議學校採用
(二零零二年)

目 錄

課程發展議會及香港考試局修訂中四至中五 物理科課程綱要聯合工作小組成員 (1997-1999)	i
課程發展議會修訂中四至中五物理課程指引 專責委員會委員	ii
課程發展議會及香港考試局修訂中四至中五 物理課程指引聯合工作小組成員	iii
引言	iv
I 宗旨和目標	1
II 課程架構	
甲、組織	8
乙、授課時間	10
丙、內容	11
III 學習與教學	33
IV 評估	38
附錄：參考書目	42

課程發展議會及香港考試局修訂中四至中五物理科課程綱要

聯合工作小組成員

(自 1997 年 3 月至 1999 年 8 月)

- 主席： 劉海昆先生
- 組員： 吳惠章先生
梁華偉先生
陳國森博士
黃志堅先生
黃劍華先生
鍾全明先生
簡志輝先生
羅陸慧英博士
譚志榮先生
譚嘉樂先生
譚耀宏先生
教育署高級督學
(劉遠騰先生)
教育署高級課程主任
(呂夢茹女士)
教育署課程主任
(余漢裔先生)
- 秘書： 教育署課程主任
(李惠國先生)
香港考試局科目主任
(溫德榮先生)

課程發展議會修訂中四至中五物理課程指引

專責委員會委員

(自 1999 年 12 月起)

召集人： 教育署課程發展主任
(余漢裔先生)

組員： 許伯銘博士
彭永聰博士
黃志堅先生 (至 2000 年 6 月止)
劉海昆先生
劉耀漢先生 (自 2000 年 9 月至 2001 年 8 月)
簡志輝先生
鄭保傑先生
教育署高級督學
(劉遠騰先生) (至 2000 年 6 月止)
教育署高級課程發展主任
(呂夢茹女士) (至 2000 年 6 月止)
(劉遠騰先生) (自 2000 年 7 月起)
香港考試局科目主任
(溫德榮先生)

秘書： 教育署課程發展主任
(李惠國先生) (至 2001 年 8 月止)
(劉耀漢先生) (自 2001 年 9 月起)

課程發展議會及香港考試局修訂中四至中五物理課程指引

聯合工作小組成員

(自 2000 年 9 月起)

- 主席： 岑安邦先生
- 組員： 何有勝先生
吳惠章先生
梁華偉先生
許伯銘博士
陳允武先生
彭永聰博士
劉海昆先生
劉耀漢先生 (至 2001 年 8 月止)
鍾全明先生
鍾燕萍女士
簡志輝先生
鄭保傑先生
教育署高級課程發展主任
(劉遠騰先生)
教育署課程發展主任
(余漢裔先生)
- 秘書： 教育署課程發展主任
(李惠國先生) (至 2001 年 8 月止)
(劉耀漢先生) (自 2001 年 9 月起)
香港考試局科目主任
(溫德榮先生)

引 言

本課程指引是香港課程發展議會為中學所編訂的一系列課程指引之一。

課程發展議會乃一諮詢組織，就幼稚園至中六學制之課程發展事宜，向香港特別行政區政府提供意見；成員包括校長、在職教師、家長、僱主、專上學院學者、有關領域或團體的專業人士、香港考試局和職業訓練局的代表及教育署有關部門的人員。

教育署建議中學採用本課程指引。為高中編訂之課程，皆與香港考試局開設有關考試相配合。

課程發展議會亦會就實施情況，對本課程作出定期檢視。有關本課程指引的任何意見和建議，請致函：

香港九龍天光道 24 號 4 樓
教育署科學組
總課程發展主任收

I. 宗旨和目標

宗旨

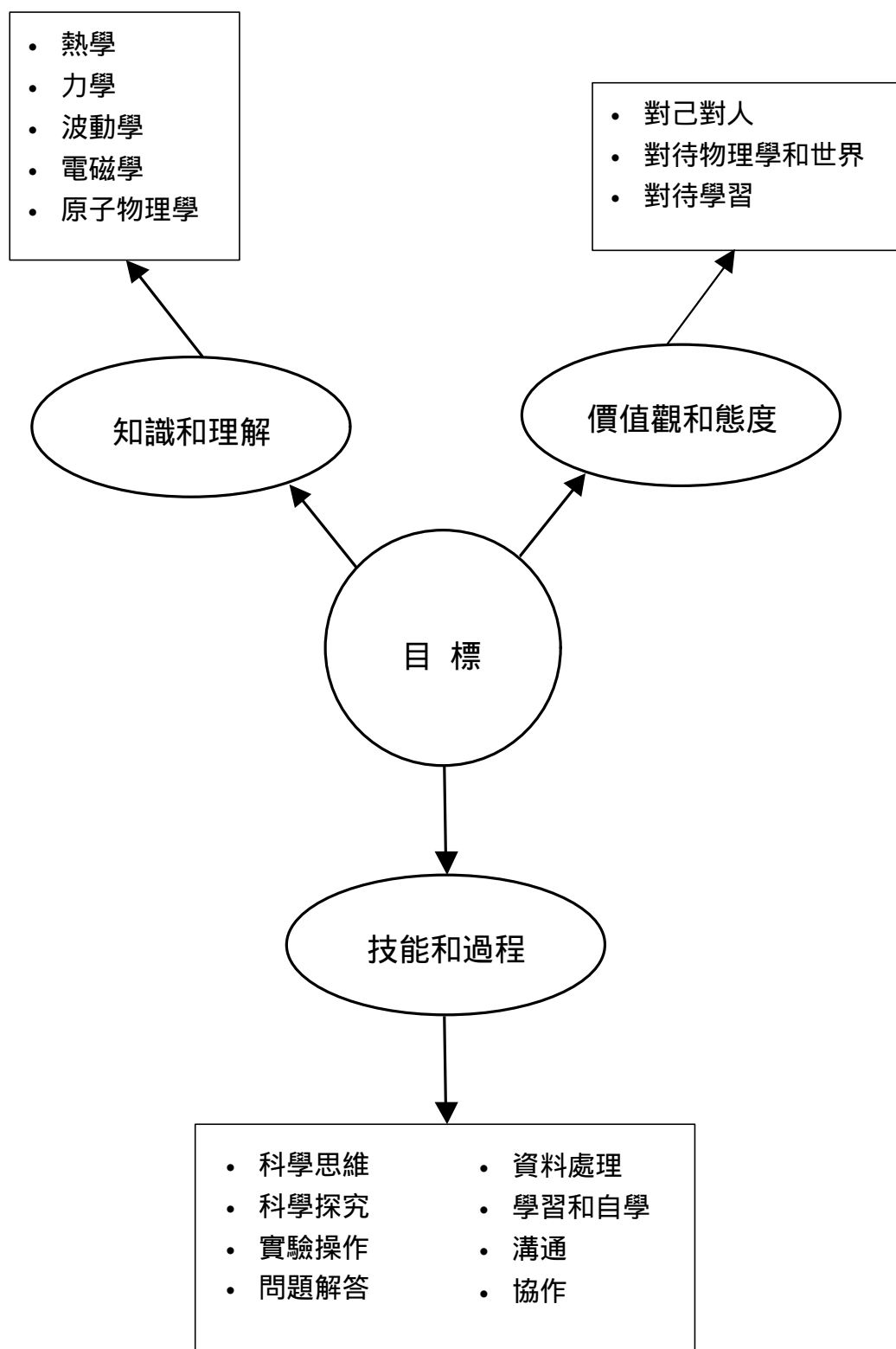
香港科學教育最高宗旨，在為學生提供學習經驗，使參與有關科學活動，藉以瞭解和應用科學觀念和原理，並使認識科學與科技發展的影響和對文化的重要性。這些經驗將為學生奠定基礎，在表達意見和作明智決定時能基於科學理據的考慮，在科學、科技和物理學的領域持續進步和發展，並成為科學和科技的終身學習者。

學生研習本物理學課程，應達致以下宗旨：

- 在學習物理學的過程中引發興趣、原動力和成就感；
- 培養對物理世界和物理學古今發展的鑒賞；
- 認識物理學的基本原理和概念，以及研究方法；
- 認知物理學和日常生活之間的密切關係；
- 掌握基本科學知識和概念，以便在科學和科技世界中生活，並作出貢獻；
- 認識科學的功用和限制，與及科學、科技和社會之間的互動關係；
- 培養公民責任感，愛護環境，善用資源；
- 能夠運用恰當術語，闡釋與物理學有關的概念、原理、系統、方法和應用；
- 培養有關研究物理學的各种技能，如科學探究、解決問題、實驗技能、協作、溝通、數學分析、資料蒐集和處理、分析及批判性思考、自我學習等；
- 憑藉物理學的研習，培養對物理學、對己及對人的正面價值觀和態度；
- 在物理學範疇內，為持續進修及從事有關工作，做好準備；及
- 認識物理學在應用於科學、工程和科技等方面所扮演的角色。

目標

以下是課程中各個學習目標之間相互關係的示意框圖。



下列普遍性的學習目標，預期可在中四、中五年級整體階段，藉研習本物理課程而得以達成。這些目標可分成三大範疇：知識和理解、技能和過程、價值觀和態度。作為普遍性標準，這些目標適用於物理課程內各章各節。對於特定章節的學習目標，在『課程架構』中，再作說明。

甲、 知識和理解

學生應能

1. 憶述物理學中的名詞、現象、概念、原理、理論和系統模型；
2. 使用物理學詞彙和術語，藉以顯示對這個科目的瞭解；
3. 對研究物理學所需要的特有技能，顯示知識；
4. 以物理學原理和知識，應用於熟悉及非熟悉的事物之中；及
5. 對物理學在科技上的應用，及這些應用的社會意義，顯示瞭解。

乙、 技能和過程

1. 科學思維

學生應能

- 1.1 明辨事物和自然現象的各種表徵；
- 1.2 明辨自然界的各種模式和變化，從而預計可能的趨向和發展；
- 1.3 查驗證據並藉邏輯推理，歸納出正確的結論；
- 1.4 在適當場合，以數學術語和方式展示物理概念；
- 1.5 從探究自然現象的過程中，體會理論模式的基本作用和內涵；
- 1.6 當找到新的或相反的證據時，體會到舊的理論模式有修正的需要；
- 1.7 透過邏輯推理和實驗，檢驗各種理論和概念；
- 1.8 基於實驗證據，確認偏見或誤解；及
- 1.9 整合和組織各種知識和概念，並應用於新的情況。

2. 科學探究

學生應能

- 2.1 在科學探究中提出關鍵中肯的問題；
- 2.2 提出解釋科學現象的假設，並製定方案，以檢驗該假設能否成立；
- 2.3 明辨在研究中相關和非相關的因素；
- 2.4 製定進行研究工作的方案和程序；
- 2.5 選擇適當的方法和設備，從事研究工作；
- 2.6 準確如實地觀測和記錄實驗結果；
- 2.7 組織及分析數據，從觀測和實驗結果作出推斷；
- 2.8 恰當地使用繪製圖表的方法，以顯示實驗結果，並傳達物理學概念；
- 2.9 就研究結果製作報告，作出結論和進一步的推測；
- 2.10 評估實驗結果的質量和可靠性，並明辨影響質量和可靠性的各種因素；及
- 2.11 在適當情況下，製定進一步的研究計劃。

3. 實驗操作

學生應能

- 3.1 依照程序進行實驗；
- 3.2 合適和安全地運用儀器設備；
- 3.3 充分應用儀器所容許的最高準確度進行量度；及
- 3.4 認識所用儀器的各種限制。

4. 解決問題

學生應能

- 4.1 闡明及分析物理問題；
- 4.2 應用物理學知識和原理以解決問題；
- 4.3 對於問題，提出創造性的理念或解答；
- 4.4 擬定解答問題的方案，並評估方案可行性；及
- 4.5 就可能出現的問題，製定恰當的應付策略。

5. 資料處理

學生應能

- 5.1 尋找、收取、重整，分析和演繹一切源自圖書館、媒體、互聯網和多媒體軟件的資訊；
- 5.2 使用資訊科技，以處理和展示資訊，並培養自我學習的習慣；
- 5.3 對間接取得的資訊，謹慎看待其準確性和可靠性；及
- 5.4 在處理科學資訊時，明辨各種事實、意見和價值判斷。

6. 學習和自我學習

學生應能

- 6.1 錘煉研究的技能，以改進學習的效果和效率；
- 6.2 參與簡單的自我學習活動，以研習物理學；及
- 6.3 培養對終身學習的基礎至為關鍵的基本學習習慣、能力和態度。

7. 溝通

學生應能

- 7.1 閱讀和理解有關物理學術語、概念和原理的文章；
- 7.2 使用恰當術語，就有關物理學的資訊，進行口語上、文字上或其他適當媒體上的溝通；及
- 7.3 以生動合理的方式，組織、展示和傳達物理學概念。

8. 協作

學生應能

- 8.1 在小組討論中，主動參與、分享意見並提出建議；
- 8.2 在小組工作中，與他人連絡、商議和妥協；
- 8.3 在必須小組協作的科學專題研習中，明辨小組的目標，介定及確認每個成員的作用和責任；

- 8.4 負責任地工作，以完成指定任務；
- 8.5 對小組中其他成員的意見和建設性批評，持開放和歡迎的態度；
- 8.6 把每個成員的不同長處集合起來，並加以擴充，盡量發揮小組的潛力；
- 8.7 對小組中能力稍遜的成員顯示支援的意願，並尋求能力較強的成員支援；及
- 8.8 作為專題研習小組的成員，運用適當策略，有效率地工作。

丙、 價值觀和態度

1. 對己對人方面

學生應

- 1.1 透過研習物理學，培養及秉持如好奇、誠實、尊重實據、堅毅和容忍未確實的事物等正面的價值觀和態度；
- 1.2 培養自我反省的習慣和批判性精關思考的能力；
- 1.3 樂意就有關物理學和科學的問題，進行交流和評論；
- 1.4 培養廣闊胸襟，對即使是不合己意的主張和決定，顯示容忍和尊重；及
- 1.5 重視自己和他人的安全，並在日常生活中貫徹安全守則。

2. 對待物理學和我們生活的世界

學生應

- 2.1 鑒賞物理學的成就，及認識其限制；
- 2.2 認受物理學知識和理論所處的暫定狀態；
- 2.3 對日常生活中的問題，理性地運用物理知識和理解，作出明智的判斷和決定；及
- 2.4 關注物理學的成就對社會、經濟、環境和科技所產生的影響。

3. 對待終身學習

學生應

- 3.1 認識科學知識繼續發展的本質所引致的結果，從而瞭解在科技世界中不斷更新知識的重要性；
- 3.2 對科學、科技和物理學的新發展，保持經常接觸並培養興趣；及
- 3.3 在瞬息萬變、以知識為基礎的社會，認識終身學習的重要性。

II. 課程架構

甲、組織

本課程建基於課程發展議會 1998 年出版中一至中三的科學課程。在科學課程中，已經介紹了一些基本的物理學觀念，如力與運動、能量、電學和光學等。在本課程內，這些物理學的基本原理，將進一步推展。又為了保持物理學的連貫性和廣泛性，其他項目也概括在課程中。

1. 範疇

課程包括三個範疇，即知識和理解、技能和過程及價值觀和態度。這些範疇的學習目標，在『宗旨和目標』中詳述，是為學生的個人發展而設的。學生可從課程各部分，取得並揉合其中的各種觀念和技能，從而發展成既協調而又完整的物理觀。來自社會議題和學生生活經驗的思想和材料，應溶匯於學習中以達成目標。

2. 核心和延展部分

課程的內容包括兩部分，即核心部分和延展部分。核心部分是高中物理學的基礎，為所有學生而設。而延展部分則要求較高，適合要進一步探究物理學的學生。對於某些學生，專注核心部分課程，利用較多的時間和精力以掌握基本的觀念及原理，這樣可以減少壓力、提高效率，整體而言較為有利。對於另一些學生，延展部分的挑戰性，可提供更高的成就感。一個良好的以學校為本的物理課程，應能兼顧學生不同的興趣與能力，在學習的質和量之間取得平衡。

3. 實驗和探究

科學探究和實驗，對研究物理學極為重要。實驗時透過親自操作，學生可以學到科學實驗的各種技能，包括在上述『宗旨和目標』和以下章節中的各項。在參與科學探研的過程中，學生可以把已掌握好的科學方法運用於

解答問題、作出決定和評估證據等方面。一個良好的以學校為本的物理課程，應包括充分的實驗和探究內容，使學生有機會既發展高層次思維的能力，又不乏實驗操作的技能。教師可設計或採納實驗和探究的程序方法，以達致最佳的教學效果。值得一提的是，和生活情境密切相關的實驗和探究內容，最能增加學習成效。

學生在進行實驗操作時，教師須從旁作適當的監察照顧，以確保安全。對於新引進或不熟悉的實驗，教師必須事先操作，以便在學生進行實驗之前，發現潛在的危險。

乙、 授課時間

本課程的授課節數以每週四節(每節四十分鐘)為宜。下列的時間安排，是為整個物理課程而製定，核心和延展兩部分都包括在內。它列出課程範圍內各章估計所需的授課節數。專題研習、演示、討論和閱讀文章等各項，都是本課程的重要部分。這類活動，有部分可由學生自己在課外進行。課程中預留大約 30 課節的時間，專為這些活動而設。教師可適當地把這些部分納入課程之內。

	所需節數
專題研習、演示、討論和文章閱讀	30
第 一 章 熱學	18
1.1 溫度、熱和內能	
1.2 熱轉移過程	
1.3 形態的改變	
第 二 章 力學	45
2.1 位置和移動	
2.2 力和運動	
2.3 作功、能量和功率	
2.4 動量	
第 三 章 波動學	42
3.1 波動的現象和特性	
3.2 光學	
3.3 聲音	
第 四 章 電磁學	42
4.1 靜電學	
4.2 電路和家居電學	
4.3 電磁學	
第 五 章 原子物理學	15
5.1 輻射和放射性	
5.2 原子模型	
5.3 核能	
總節數：	192
	(相當於 128 小時)

丙、 內容

整個課程的內容劃分成五章。但必須注意的是物理學概念和原理，是互相關連的，不可能受章節的劃分所規限。在每章的知識內容中，屬於延展部分的分題，加下劃線顯示。再者，在這裡呈現的章別次序，並不是指定的教學次序。教師應自行決定最合適的教學進程。例如，某章某節可在自然而合適的情況下，提早教授。

每章中，又包含有五個部分，即：概述、知識和理解、技能和過程、價值觀和態度、以及科學、科技和社會方面的相互關係。

一、 概述 – 是整章主題的簡介。主要的概念和物理學原理，將提綱挈領地列出；而本章的焦點，也作簡要說明。此外還簡述章內各節或分題之間的關係。

二、 知識和理解 – 列出課程內知識內容範疇所要求的主要項目，為學習和施教活動的發展提供一個廣泛的框架。

三、 技能和過程 – 對本章預期學到的各種技能作出建議，對若干重要的方法也作簡介。由於一般性的技能大部分可以從任何一章學到，故對於應該推行何種活動，不作指導性推介。學生須學到各種更廣闊的、而非局限於本章的技能。教師應運用其專業判斷，安排實驗和學習的活動，以培養學生掌握『宗旨和目標』中所列出的各種技能；並且應就各學生的能力和興趣，及學校的現實環境，適當地溶匯於知識內容中施行。

四、 價值觀和態度 – 在研習物理學的過程中，學生應培養到在本質上有價值的觀念和正確的態度。這裡對若干必須持有的價值觀和態度，就本章的學習內容，作出建議。通過討論和辯論，鼓勵學生確立其價值判斷及培養良好習慣，以期造福於個人和社會。

五、 科學、科技和社會方面的相互關係 – 就有關本章的項目，建議一些議題為本的學習活動。鼓勵學生對這些與科學、科技和社會相關的議題，培養認知和瞭解。透過討論、辯論、資料蒐集和專題研習等活動，培養學生在溝通、資料處理、批判性思考和作明智決定等方面的技能。教師還可以自由選擇其他公眾議程中熱門，適時而且恰當的議題，作為有意義的學習活動的主題。

第一章 熱學

概述

本章研習有關熱學之中，內能和能量轉移過程的概念。特別關注的是溫度、內能和能量轉移之間的分別和互相關係。鼓勵學生對於熱學問題中的重要概念，採取微觀的理解和闡釋。

有關比熱容量的計算，可用以補充熱和能量轉移各方面的理論。水具有高比熱容量這事實的重要性，可藉日常生活中的事例得以驗證。傳導、對流和輻射的研究，是熱學中保存內能和能量轉移的分析基礎。學習有關形態轉變的物理學，並藉著比潛熱的計算問題，鞏固能量轉換在理論方面的內容。

知識和理解

學生應學習：

1.1 溫度、熱和內能

溫度和溫度計

- 溫度為物體冷熱的程度
- 溫度闡釋為一個這樣的數量，它與體系內分子無規運動所引致的平均動能相關聯
- 利用與溫度相關的物性以量度溫度
- 攝氏度是溫度的單位
- 攝氏溫標上的固定點

熱和內能

- 熱是兩個物體因溫度差而引致的能量轉移
- 內能是貯存於體系內的能量
- 內能闡釋為體系內分子無規運動的動能和勢能的總和

熱容量和比熱容量

- 熱容量和比熱容量的定義
- 使用公式 $Q = mc(T_2 - T_1)$ 解決問題

學生應學習：

- 水具有高比熱容量在實際應用上的重要性
-

1.2 熱傳播過程

- 傳導、對流和輻射
- 傳導、對流和輻射是能量傳遞的三種方式
 - 從分子運動觀點，解釋固體傳導和流體對流這兩種能量傳遞的方式
 - 熾熱物體發出紅外輻射
 - 影響輻射發射和吸收的因素
-

1.3 形態轉變

熔解和凝固，
沸騰和凝結

- 熔點和沸點

潛熱

- 潛熱為在固定溫度改變形態時能量的轉移
- 潛熱闡釋為改變形態時分子勢能的改變
- 熔解比潛熱和汽化比潛熱的定義
- 使用公式 $Q = mL$ 解決問題

蒸發

- 在沸點以下發生的蒸發現象
 - 蒸發的冷卻效應
 - 影響蒸發率的因素
 - 從分子運動觀點對蒸發的解釋
-

技能和過程

學生須學習量度溫度和能量的實驗技能。憑藉本章所學到的概念，瞭解在熱學實驗時取得準確量度的必要措施。鼓勵學生提出改進這些實驗準確性的方法，這些提議的研究方案如果可行，應安排學生付諸實踐。有些實驗須預先掌握電能的知識，才可以確切瞭解能量轉移的過程。

價值觀和態度

透過本章的學習過程，學生可培養到以下的價值觀和態度：

- 瞭解家居與熱有關的器具的正確使用法，既節省電費，也有利於節約能源
- 瞭解在熱轉移時所涉及的巨大能量，於夏天使用空調和冬天使用取暖設備時，養成良好的習慣
- 對於另類有利於環境的能源，例如太陽灶和地熱等，培養使用的興趣
- 認識有關使用輻射電熱器對家居安全的重要性，並在日常生活中貫徹安全守則

科學、科技和社會方面的相互關係

鼓勵學生認識關於科學、科技和社會方面相互關係的議題。以下是和本章內容有關的一些例子：

- 溫室對農業的重要性，和有關『溫室效應』的環保議題
- 議題辯論：人類活動造成地球溫度漸升，引致地球兩極冰冠溶解的潛在危險，與及對世界農業生產的影響
- 設計『太陽灶』之類的專題研習，可以培養學生的探究能力；並促進使用其他環保能源的觀念

(註：課程的延展部分以下劃線顯示)

第二章 力學

概述

本章介紹力學的基礎。主要是運用物理學術語描述運動。運動的各種線圖表述方式，將會在這裡討論。學生學會如何分析不同類型的運動，並解決較簡易的勻加速運動問題。學生也會學到地球上物體沿垂直方向運動的各種規律。

當中還包括慣性概念和牛頓運動第一定律的關係。力的簡易合成和分解，將用以顯示力作為矢量的性質。隔離體圖將用於尋求作用於物體的淨力。探究牛頓運動第二定律中加速度和淨力的關係。質量、重量和重力的介紹。牛頓運動第三定律則說明力本身的特性。

機械功和能量轉變概念的探究，並藉以推導出動能和重力勢能。藉著對能量轉變過程的探討，介紹能量守恆定律。瞭解功率的概念。學生將學習計算在碰撞問題中的動量和能量等。課程也著重介紹物體動量的改變，和撞擊時間及撞擊力的關係。

知識和理解

學生應學習：

2.1 位置和移動

- 位置，距離和位移
- 以距離和位移描述物體位置的改變
 - 運動物體的位移 - 時間關係線圖

- 標量和矢量
- 標量和矢量的區別
 - 標量和矢量在不同情境中的使用

- 速率和速度
- 平均速率和平均速度
 - 瞬時及平均速率/速度的區別
 - 以速率和速度描述物體的運動

學生應學習：

- 勻速運動
- 勻速運動的定義
 - 使用公式 $s = vt$ 於勻速運動的問題
 - 勻速運動物體的速度 時間關係線圖
- 加速度
- 單一方向和具有方向改變的勻加速運動物體的速度 時間關係線圖(包括斜率和面積的解釋)
 - 加速度的定義為速度的變率
 - 沿直線作勻加速運動的加速度公式 $a = \frac{v - u}{t}$
 - 單一方向和具有方向改變的勻加速運動物體的加速度 時間關係線圖
- 勻加速運動公式
- 勻加速運動公式
$$v = u + at$$
$$s = \frac{1}{2}(u + v)t$$
$$s = ut + \frac{1}{2}at^2$$
$$v^2 = u^2 + 2as$$
 - 單一方向和具有方向改變的勻加速運動問題的解答
- 重力作用下垂直方向的運動
- 所有自由落體具有相同的加速度 (g)
 - 單一方向和具有方向改變的自由落體運動的描述和線圖表達法
 - 使用勻加速運動公式解決單一方向和具有方向改變的垂直運動的問題
 - 定性地描述，在重力作用下，空氣阻力對物體重力的垂直運動的影響
-

2.2 力和運動

- 牛頓運動第一定律
- 慣性和質量的意義
 - 牛頓運動第一定律

學生應學習：

- 使用牛頓運動第一定律解釋物體靜止或作勻速運動的狀況
 - 摩擦作為抵抗面與面之間相對運動時的力
- 力的加法
- 在一維情況下使用作圖法和代數法求合力
 - 在二維情況下使用作圖法和代數法求合力
- 力的分解
- 在兩個互相垂直的方向上進行力的分解，使用作圖法和代數法
- 牛頓運動第二定律
- 淨力對物體運動速率和方向的影響
 - 牛頓運動第二定律和公式 $F = ma$
 - 力的單位，牛頓的定義
 - 在一或兩個物體的系統中，繪畫隔離體圖以顯示作用於物體上的各個力，從而確定合力
 - 應用於解答涉及單一方向和具有方向改變的直線運動問題
- 牛頓運動第三定律
- 力必定成對地作用
 - 牛頓運動第三定律
 - 辨別作用力和反作用力對
- 質量和重量
- 質量和重量的區別
 - 質量和重量之間的關係式 $W = mg$
-

2.3 作功、能量和功率

- 機械功
- 機械功為能量轉移的量度
 - 作機械功的定義 $W = Fs$
 - 參照公式 $W = Fs$ ，作出能量單位焦耳的定義
 - 應用公式 $W = Fs$ 解決問題

學生應學習：

- | | |
|--------|---|
| 重力勢能 | <ul style="list-style-type: none">重力勢能由於物體所在的位置受重力作用而引起推導公式 $E_p = mgh$應用公式 $E_p = mgh$ 解決問題 |
| 動能 | <ul style="list-style-type: none">運動物體所擁有的動能推導公式 $E_k = \frac{1}{2}mv^2$應用公式 $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ 解決問題 |
| 能量守恆定律 | <ul style="list-style-type: none">能量守恆定律的闡釋勢能和動能互相轉換的過程，包括有能量損耗的情況應用能量守恆概念解決問題 |
| 功率 | <ul style="list-style-type: none">功率的定義為能量的轉移率功率的單位，瓦特的定義應用公式 $P = W/t$ 解決問題 |
-

2.4 動量

- | | |
|-----------------|--|
| <u>線動量</u> | <ul style="list-style-type: none"><u>動量作為有關物體運動的數量 $p = mv$</u> |
| <u>動量的改變和淨力</u> | <ul style="list-style-type: none"><u>動量的改變是由於物體受到淨力作用一段時間後所引起的</u><u>闡釋力為動量的變率（牛頓運動第二定律）</u> |
| <u>動量守恆定律</u> | <ul style="list-style-type: none"><u>闡釋動量守恆定律</u> |
| <u>彈性和非彈性碰撞</u> | <ul style="list-style-type: none"><u>辨別彈性和非彈性碰撞</u><u>應用動量守恆定律解決有關一維的碰撞問題</u><u>碰撞過程中能量的改變</u> |
-

技能和過程

學生須培養各方面的實驗技能，包括使用各種測量儀器，如秒錶、數據記錄傳感器等，以量度時間和記錄物體的位置、速度和加速度。也要求量度質量、重量和力等的技能。數據處理的技能，例如把位移和時間的數據，轉變成速度和加速度的資料，非常重要。可以鼓勵學生以專題研習的方式，探討車輛的運動。對物理現象的線圖表述方式，本章強調其重要性。學生應學習如何選擇適當的標度繪製線圖，以圖表的形式顯示實驗結果，進行解釋、分析並從圖表的資料作出結論。特別是對某些線圖的斜率、截距和面積等的物理意義，學生必須掌握和瞭解。

價值觀和態度

透過本章的學習過程，學生可培養到以下的價值觀和態度：

- 認識車輛的安全裝備的重要性，並在日常生活中貫徹安全守則
- 認識高空墮物的潛在危險，並對公眾安全問題採取嚴謹的態度
- 認識使用不同的交通運輸模式對環境的影響，以減少在日常生活中的能源消耗
- 鑑賞科學家為尋求更有利於環保的新能源所作的努力
- 鑑賞重要科學理論的發展，如牛頓運動定律等，最終對科技和社會有促進作用
- 鑑賞科學和科技在探測外太空所扮演的角色，和人類在追求瞭解自然界所作的努力

科學、科技和社會方面的相互關係

鼓勵學生認識關於科學、科技和社會方面相互關係的議題。以下是和本章內容有關的一些例子：

- 能源使用對環境的影響
- 限制使用私人汽車以減低污染和能源消耗，從而保護環境
- 依據科學的基本原理，討論如何促進公眾對車輛的安全裝備的認識，及如何處理不佩上安全帶的司機和乘客
- 從動量和能量觀念，瞭解超速行車的危險、車輛意外引致傷亡的機會等
- 現代化交通運輸問題：如何在迅速與安全之間，或方便與環保之間，作

出明智的決擇

- 高空墮物的道德問題，及根據物理學原理，估計其潛在的危險

(註：課程的延展部分以下劃線顯示)

第三章 波 動 學

概述

本章討論波動現象的本質和特性。光和聲音，將作較深入的探討。波動概念，須視為是能量而非物質的傳播方式。奠立以物理學術語描述波動現象的基礎。學習行波的圖示方式。探討波動所顯示出的各種基本特性；並用簡單的波陣面圖像，研究反射、折射、繞射和干涉現象等。

學生在兩個重要方面學習光的特定知識。一方面，光是電磁波譜的組成部分。另一方面，在沒有顯著的繞射和干涉效應時，光的直線傳播特性，可用於闡釋幾何光學範疇內的像的形成。使用光線作圖法則，研究反射鏡和透鏡所產生的實像和虛像。

聲音是一種縱波，其一般特性將和光波作比較。同時也介紹到超聲波。使用相關的波動術語，描述樂音。研究噪音的影響，和聲防護的重要性。

知識和理解

學生應學習：

3.1 波動的特性

波動的特性

- 在波動中的振動現象
- 波動所傳播的是能量而不是物質

波動和波動的傳播

- 橫行波和縱行波的區別
- 使用以下的術語描述波動：波形、波峰、波谷、密部、疏部、波陣面、位移、振幅、週期 (T)、頻率 (f)、波長 (λ)、波速 (v) 等
- 行波的位移 時間和位移 距離關係線圖
- 應用公式 $f = 1/T$ 和 $v = f\lambda$ 解決相關的問題

學生應學習：

- 反射、折射和繞射
- 波動在平面的障礙物/反射器上的反射
 - 波動在平直交界面上的折射
 - 波動的折射由於速率的改變引致
 - 波動在穿過狹窄縫隙和繞過凸出角落時的繞射
 - 繞射的程度，取決於縫隙寬度和波長兩者之間的大小關係
 - 使用波陣面圖像闡明反射、折射和繞射等波動現象

- 波動的干涉現象
- 波動的干涉現象為波動的一種特性
 - 相長和相消干涉的發生
 - 兩個相干波源發出的波動的干涉現象
 - 以程差表達相長和相消干涉的條件
 - 使用波陣面圖像闡明波動的干涉現象
-

3.2 光學

- 光的波動本質
- 光是一種橫波
 - 光是電磁波譜內的一部分
 - 可見光的波長範圍
 - 可見光和電磁波譜其他成分的相對位置
 - 光和其他電磁波在真空中的速率

- 光的反射
- 反射定律
 - 作圖法闡明平面鏡的成像

- 光的折射
- 折射定律
 - 光線在交界面折射時的路徑
 - 介質的折射率的定義 $n = \sin i / \sin r$
 - 使用斯涅耳定律解決涉及在真空(或空氣)和另一種介質之間的交界面所發生的折射問題

學生應學習：

- | | |
|-------------|---|
| <u>全內反射</u> | <ul style="list-style-type: none">• <u>發生全內反射的條件</u>• <u>解決涉及在真空(或空氣)和另一種介質之間的交界面所發生的全內反射和臨界角的問題</u> |
| 透鏡的成像 | <ul style="list-style-type: none">• 作圖法闡明會聚透鏡和發散透鏡的成像• 實像和虛像的區別 |
| 光的波動本質的證明 | <ul style="list-style-type: none">• 以繞射和干涉現象證明光的波動本質 |
-

3.3 聲音

- | | |
|------------|--|
| 聲音的波動本質 | <ul style="list-style-type: none">• 聲音是一種縱波• 聲波需要藉著介質傳播• <u>聲波和光波一般特性的比較</u> |
| 聽頻聲音 | <ul style="list-style-type: none">• 聲音的聽覺頻率範圍 |
| <u>超聲波</u> | <ul style="list-style-type: none">• <u>超聲波的頻率</u> |
| <u>樂音</u> | <ul style="list-style-type: none">• <u>使用音調、響度和音品等術語鑒別樂音</u>• <u>樂音的音調和響度，與頻率和振幅之間相應的關係</u> |
| <u>噪音</u> | <ul style="list-style-type: none">• <u>以分貝為單位表達聲強級</u>• <u>噪音的影響和聲防護的重要性</u> |
-

技能和過程

要求學生就各種物理學模型，研究振動和波動，從而掌握有關的實驗技能。藉著示波器或電腦圖像，對波動的間接量度和顯示，培養理解的技能。學生應理解，許多科學證明，皆由間接量度配合邏輯推演而取得。認識在研究物理學時，可以引用各種理論模型，例如：用於幾何光學成像的光線模型、解釋繞射和干涉現象的光學波動模型等。透過對樂音物理學的研究，學生可明白到，絕大多數的日常生活事例，都可以用科學觀點加以解釋。

價值觀和態度

透過本章的學習過程，學生可培養到以下的價值觀和態度：

- 意識到對於使用更有利於環保的另類能源，例如太陽能電池和潮汐發電等的必要性
- 體會到科學有其限制，不可能永遠提供明確的答案；同時認識到科學發展需要堅毅、開放和懷疑精神；例如：過去數世紀物理學史上，對光的性質出現過各種闡釋
- 鑑賞科學理論的重要發展，例如有關光學的探究等，是經歷數代科學家堅毅不拔、克苦鑽研，並運用智慧、知識和技能所得到的成果
- 認識到長期暴露於極度嘈吵的環境下對健康的潛在危害，因而力圖減少對鄰居的噪音騷擾
- 認識到微波爐正確使用法的重要性，並在日常生活中貫徹安全守則

科學、科技和社會方面的相互關係

鼓勵學生認識關於科學、科技和社會方面相互關係的議題。以下是和本章內容有關的一些例子：

- 有關使用流動電話產生微波輻射對公眾健康影響的議題
- 污染物使大氣的臭氧層日漸稀薄，引致太陽紫外輻射大增，對人類生理的影響
- 本地的噪音問題
- 電磁波的發現，和電訊領域的科技發展，對社會所引致的衝擊
- 透過科學史上光學研究，啟發有關基本物理學的新認識；這些科技發展的主要突破，最終會為社會帶來深遠的影響

- 顯微鏡、望遠鏡和 X-射線衍射等的發明和發展，這些科技方面的進步，如何給科學研究注入動力；這些科學研究有助於闡明人類自己的起源，並探索人類在宇宙中的地位

(註：課程的延展部分以下劃線顯示)

第四章 電磁學

概述

本章探討電學和磁學的基本原理。從電場與靜電力的連繫，介紹電場的抽象概念。從電壓、電流、電阻、電荷、電能和電功率之間的關係，學習電路的基礎知識。研習電學在家居的實際應用，尤其是家居用電的安全問題。

磁場的概念應用於電磁學。介紹電流的磁效應，各種簡單磁場的形式，影響電磁鐵強度的因素等。學習載電流導體在磁場中所受到的磁力，和這個規律在簡單直流電動機運作原理上的應用。

介紹電磁感應的普遍性規律，和簡單直流、交流發電機的運作原理。學習變壓器如何把交流電壓提升或降低，並瞭解對遙遠用戶輸送電能的體系。

知識和理解

學生應學習：

4.1 靜電學

電荷

- 自然界存在兩種電荷的實驗證明
- 電荷之間的斥力和吸力
- 代表電量的單位，庫倫
- 藉電子的轉移解釋起電過程

電場

- 存在於帶電物體週圍的空間
 - 以場力線表達電場
-

4.2 電路和家居電學

電流

- 電流即電荷的流通
- 電流的單位為安培，定義為每秒一庫倫

學生應學習：

- 慣用的電流方向
- 電能和電壓
- 電路中能量的轉換
 - 電壓定義為每單位電荷通過時的能量轉換
 - 電壓的單位，伏特
- 電阻和歐姆定律
- 歐姆定律
 - 電阻的定義 $R = V/I$
 - 電阻的單位，歐姆
 - 應用公式 $V = IR$ 解決問題
 - 影響導線電阻的因素
- 串聯和並聯電路
- 就跨過每個元件兩端的電壓和通過的電流，比較串聯和並聯電路
 - 電阻計算公式
$$R = R_1 + R_2 + \dots \quad \text{串聯接法}$$
$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots \quad \text{並聯接法}$$
- 簡單電路
- 計算在簡單電路中的 I 、 V 和 R
 - 安培計、伏特計和電池的電阻在簡單電路中的影響
- 電功率
- 電流通過導體時產生的熱效應
 - 應用公式 $P = VI$ 解決問題
- 家居電學
- 電器的額定功率
 - 千瓦特小時(kW h)作為電能的單位
 - 計算各種電器運作時所需的費用
 - 室內電線佈置和家居用電的安全問題
 - 電器的操作電流及傳輸電線和保險絲的選擇
-

學生應學習：

4.3 電磁學

磁力和磁場

- 磁極之間的斥力和吸力
- 磁場存在於磁鐵週圍的空間
- 以場力線表達磁場
- 羅盤在磁場中的運作情況

電流的磁效應

- 運動電荷和電流產生磁場
- 載電流的長直導線、圓形線圈和長螺線管所產生磁場的类型
- 影響電磁鐵強度的因素

在磁場中的載電流 導體

- 載電流導體在磁場中會受到力的作用，並決定這個力的方向
- 影響載電流導體在磁場中所受的力的因素
- 載電流線圈在磁場中所受到的轉動效應
- 簡單直流電動機的運作原理

電磁感應

- 當導體割切磁場線和當通過線圈的磁場改變時，都會感生電壓
- 應用楞次定律決定閉合電路中感生電流的方向
- 簡單直流和交流發電機的運作原理

變壓器

- 簡單變壓器的運作原理
- 電壓比和匝數比之間的關係式 $\frac{V_p}{V_s} = \frac{N_p}{N_s}$

和應用這公式解決相關的問題

- 變壓器的效率
- 提升變壓器效率的方法

高壓傳輸電能

- 以交流高壓傳輸電能的好處
 - 在電能傳輸系統中各個不同的升壓和降壓階段
-

技能和過程

學生須學習各種電路接線的實驗技能。亦須運用各種電學儀器進行有關的量度，包括：安培計、伏特計、萬用電錶、焦耳計、示波器和數據記錄探測器等。學生須掌握裝設實驗的技能，以進行研究、演示和探察例如電場、磁場和電磁感應等物理學概念。在製造電動機和發電機等物理模型的過程中，學生將會學習到有關設計和工程學的實際經驗。請注意，所有涉及市電和超高電壓電源的實驗，必須嚴謹策劃，避免觸電的可能性。安全恰當地運用儀器設備，是最重要最基本的實際技能。

價值觀和態度

透過本章的學習過程，學生可培養到以下的價值觀和態度：

- 鑑賞科學知識的應用，產生許多有用的產品，並改變人類的生活；無數有關電學的發明足以顯示這點
- 體會科技應用例如電學對現代社會的影響；如果這些設施失效，瞭解對現代化生活的影響
- 基於經濟和環保的考慮，瞭解節約用電的必要性
- 致力於明智地使用自然資源，培養為人類的持續發展承擔責任的意識
- 認識觸電的危險和不適當用電而導致火警的危機，培養家居用電的良好習慣

科學、科技和社會方面的相互關係

鼓勵學生認識關於科學、科技和社會方面相互關係的議題。以下是和本章內容有關的一些例子：

- 生活在高壓傳輸電纜附近，對健康的影響
- 市電電壓的潛在危險性，縱使它為社會提供『插掣』能源和自動化的方便
- 作為傳統化石燃料汽車的另類選擇，電動汽車的環保意義和最近的發展；政府在這問題上應擔當何種角色
- 一些環保主義者主張必須回復到原始或自然的生活方式，盡少依賴科技

(註：課程的延展部分以下劃線顯示)

第五章 原子物理學

概述

有關原子的各種作用，將在本章探討。其中部分作用，以一個簡單的原子模型解釋。介紹放射性的起因，輻射的本質和特性。學生將學習各種檢測輻射的方法，與及週圍環境中本底輻射的主要來源。藉著有關半衰期的數值計算問題，瞭解某些放射源的長期性影響。引入劑量的概念，科學地、理性平衡地考量電離輻射的潛在危險性。

在上述的原子模型中，用符號方法表達核素的基本結構。介紹同位素概念，和自然中最強勁的能源，裂變和聚變這兩者的過程。

知識和理解

學生應學習：

5.1 輻射和放射性

X-射線

- X-射線是一種致電離、高穿透力、短波長的電磁輻射
- 當快速電子撞擊到重金屬靶子時便發射出 X-射線

α 、 β 和 γ 輻射

- α 、 β 和 γ 輻射的由來和性質
- 就以下的性質比較 α 、 β 和 γ 輻射：穿透能力、射程、致電離能力、在電場和磁場中的偏轉和在雲室中的徑跡等

放射衰變

- 在不穩定的核素中發生的放射衰變
- 放射衰變的無規特性
- 樣本的放射強度和未衰變原子核的數目之間的正比例關係

學生應學習：

- 半衰期的定義
 - 從放射性同位素的衰變曲線或數據紀錄決定其半衰期
 - 解決涉及半衰期的問題
- 輻射檢測
- 使用感光底片和蓋革-彌勒計數器檢測輻射
 - 用蓋革-彌勒計數器量度輻射，並以計數率為表達單位
- 輻射安全問題
- 本底輻射的主要來源
 - 使用單位希沃特表達輻射劑量的大小
 - 致電離輻射的潛在危險性和減低吸收輻射劑量的方法
 - 處理放射源的安全措施
-

5.2 原子模型

- 原子結構
- 一個典型原子的結構
 - 原子序數和質量數的定義
 - 使用符號表示法表達核素
- 同位素和放射蛻變
- 同位素的定義
 - 在某些元素中存在著的放射性同位素
 - 使用公式表達在 α 、 β 和 γ 衰變時的放射蛻變反應
-

5.3 核能

- 核裂變
- 原子核進行裂變反應時會釋出能量
 - 原子核鏈式反應
- 核聚變
- 兩個原子核進行聚變反應時會釋出能量
 - 聚變反應是太陽能量的來源
-

技能和過程

適當地提醒學生放射源的潛在危險，也必須嚴格遵守學校使用輻射進行實驗時有關的所有規章。學生雖然不允許操作封閉式放射源，但仍可以藉著使用蓋革 - 彌勒計數器參與探究本底輻射，學到有關的實驗技能。在教師的督導下，學生可進行利用弱放射源製作火警報警器的實驗；但必須沿用恰當的程序和預防措施，避免意外地把放射源從設備中開拆。輻射實驗不可避免地會涉及本底輻射，學生必須學會分析的技能，藉以作出有意義的結論。

價值觀和態度

透過本章的學習過程，學生可培養到以下的價值觀和態度：

- 透過原子模型所的事例，體會到物理學模型和理論的用處；並鑑賞自然的奧妙
- 體會到明智地使用自然資源的需要，以保障將來人類的生活質素
- 瞭解與化石燃料相比，使用核能的利弊
- 認識社會上關於使用輻射的不同觀點：輻射應用於科學研究、醫學、農業和工業等各方面的好處，但壞處則是輻射的潛在危險
- 認識社會上對於爭議性論題存在不同的觀點，認同有必要尊重他人的即使是相反的意見；面對爭議性論題時，例如辯論核能的使用等，採取科學的態度

科學、科技和社會方面的相互關係

鼓勵學生認識關於科學、科技和社會方面相互關係的議題。以下是和本章內容有關的一些例子：

- 核能的使用，科學和科技發展對社會的影響
- 在戰爭中使用各種大規模破壞性武器的道德問題
- 核威懾這個政治議題
- 透過核能發展的事例，探討科學家在釋放自然界的巨大能量上的角色和責任，與及相關的道德問題
- 核武器的試驗和屯積
- 核裂變反應堆的使用，和衍生的放射廢料及輻射洩漏等相關的問題

III. 學習與教學

學習成效繫於學生的學習動機和既有知識、學習情境、教學方法和策略，以及評估方式。要有效地學習，學生在學習科學的過程中應擔當積極的角色，而教師在選取教學策略和評估方式時，亦應以此作為考慮。

甲、教師角色

教師對課程的宗旨和目標應有深刻的認識，並安排有意義的學習活動，然後付諸實行。他們應適時適地選用不同的教學和學習方式，並扮演支援者、協助者及評核者等角色。教師可選取不同教學策略，如討論、實驗活動和專題研習等，以協助學生學習。為了促進學習，教師應盡量刺激學生思考、鼓勵學生不斷探索及發問，並按個別學生需要而給予鼓勵和指導。就上述討論，以下是一些可行的建議。

設計教學次序

本課程內的課題乃按照一個可行的教學次序而編排，惟教師可採用不同的教學次序以增進學生學習。故此，教師可按其學生的需要設計教學次序。

因材施教

教師在決定教學策略時，應考慮學生的能力。要求所有學生達到同一水平是不切實際的，故此教師應按學生的能力設計合適的教學方案，使學習富挑戰性但不會要求過高，這樣便有助學生獲得愉快的學習經驗。本課程分為核心和延展兩部分，以配合不同學習能力學生的需要。教師應以深度和闊度兩個導向作考慮，靈活地為其學生安排適當的學習經驗。

對於熱愛物理或能力卓越的學生，教師可超越本文件內所述的學習目標，為他們提供更具挑戰性的學習經驗。教師應運用其專業判斷，為學生設計和實施一個廣闊而均衡的物理課程，避免剝奪學生全面發展潛能的機會。

再者，在『課程架構』中所列出的授課節數，雖然只是粗略的估計，但可對各課題的學習深度及所佔比重提供有用的參考。

利用情境優化教學

學習如果建基於學生已有的知識基礎上，是最富有成效的。透過學生易於掌握的實際生活情境進行學習，可增加興趣，促進學習。『情境學習』可凸顯出物理學和學生日常生活的關聯，可藉此促進學生對科學、科技和社會等方面相互關係的認知。學生憑藉自信和興趣，有效率地掌握了原始的概念之後，便可以把這些概念、知識和技能轉移到其他情境，使學習更上一層樓。非常鼓勵教師採用情境教學法，以貫徹課程的實施。

設計學習活動

教師應透過不同的策略激發學生學習，例如讓學生瞭解學習的目標和期望、讓學習建基於他們的成功經驗上，以及照顧他們的興趣和關心他們的情緒。故此，學習活動的設計應以此為考慮。以下是一些活動的例子。

閱讀科學文章

應提供機會，讓學生獨立地閱讀深淺適度的科學文章，藉以培養學生的閱讀、理解、分析和交流新的科學概念和思想的能力。學生之間和師生之間，就一篇優良的科學文章，進行有意義的討論，也可以增進學生的溝通技能。自學能力的培養，對於造就終身學習這個目標，是極為珍貴的。

憑藉不同類型的科學文章，可使課程的內容更廣闊、更豐富，並把最新的發展和議題引入課程中。這些文章也可用以強調科學、科技和社會之間的連繫。教師可以就學生的興趣與能力，選取適當的文章；也可以鼓勵學生從報紙、科學雜誌和互聯網上搜尋此等文章。課程這個部分的主要目的，就是鼓勵閱讀。從這方面得到實質的知識，相對地不太重要，故死記硬背文章內容，是絕對不必要的。

討論和辯論

討論和辯論能夠提高學生的理解能力，對培養學生的高階思維和積極的學習態度都甚有幫助。要激發學生參與討論和辯論，其中一個有效方法是選取與學生日常生活息息相關的題材。辯論及演示論據，可讓學生從眾多來源中選取合用的資料、加以整理，並以清晰及合乎邏輯的方式表達意念，以及根據確切論據作出判斷。教師可先以一些與科學、科技和社會有關的議題引起討論。在討論過程中，學生可自由表達意見。最後學生可向全班同學演示討論結果及聽取教師和同學的意見。

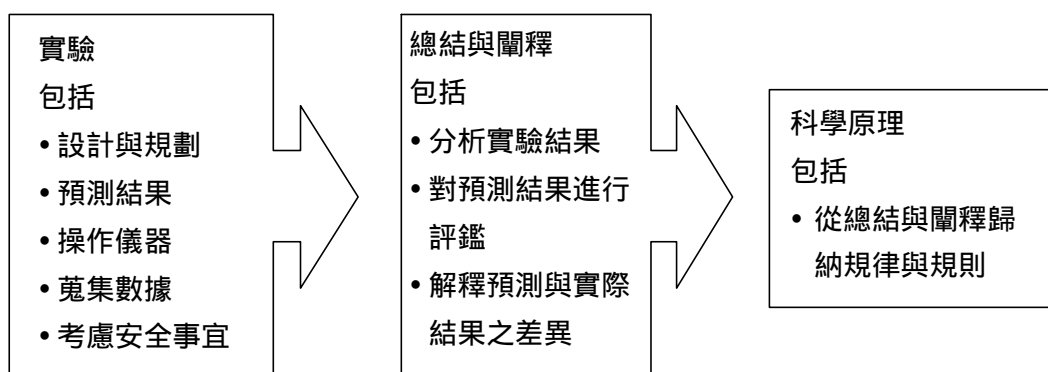
在討論過程中，教師須避免過早及過份要求學生使用科學術語，以免減低他們參與的興趣。因此，在開始討論時教師須接納學生採用日常生活用語，稍後才引導學生使用較準確的科學術語進行討論。

實驗活動

物理是一門實驗學科，所以實驗探究活動對學生非常重要。透過做實驗和尋求結果的過程，學生可獲得一些與科學有關的個人體驗。故此，本課程強調給予學生設計和進行實驗的經驗。

在實驗課時，教師應避免提供載有詳盡實驗步驟，以及預製實驗數據表格的手冊或工作紙給學生，此舉只會減低學生學習和體會科學探究過程的機會。以探究為本的導向學習，學生需自行設計部分或全部實驗步驟、決定要記錄的數據、作數據分析及解釋結果。這樣，學生才會培養出對科學探究的好奇心及對實驗的承擔感，並在基本科學探究技能上獲益良多。

再者，實驗的設計宜以「找出答案」而非「驗證理論」為目的，教師應避免在實驗前透露答案。學生應試從實驗結果歸納結論，繼而鞏固所學習的科學原理。



專題研習

專題研習是有效的策略，推動學生自主學習、自我調節和自我反思。研習活動以個別方式或小組進行皆可，目的是讓學生在一段時間內進行規劃、閱讀和作出決策。專題研習讓學生把知識、能力、價值觀與態度結合起來，並透過多元的學習經歷而積累知識。故此，透過專題研習，可培養學生以科學方法解決問題的能力、批判性思考能力及溝通能力。研習活動以小組形式進行有助發展學生的協作能力，而其中涉及實驗的探究亦可發展學生的實驗技能。

搜尋及演示資料

在這資訊年代，培養學生搜尋資料的技能是相當重要的。學生可從不同的來源獲得資訊，包括書籍、雜誌、科學刊物、報章、電腦光碟及互聯網等。搜尋資料可讓學生獲得有關知識及培養他們作出明智的判斷。故此，此類活動不應限於蒐集資料，而應包括資料的篩選和分類，以及演示所得資料。

運用資訊科技進行互動學習

資訊科技是進行互動學習的工具，與各種課堂內外學習及教學策略互補不足。教師應選擇和運用適當的資訊科技資源來促進學生學習，但不適當地使用資訊科技有時會令學生分心，無助於學習，甚或使人厭煩。

應用資訊科技於科學教育的例子很多，而且不斷更新開拓。資訊科技有助於搜尋、存取及演示科學資訊；互動式電腦輔助學習軟件能提升學生在學習過程中的主動性；電腦輔助實驗儀器讓學生蒐集及分析數據、變更參數及找出變數間的數學關係；而模擬工具則可應用於探究性及互動學習等方面。

提供全方位學習機會

教師應適當地使用多樣化的學習和教學資源以增進學習成效。全方位學習可使學生在科學領域的視野得以擴闊；這方面的學習活動包括科普講座、辯論和論壇、野外考察、參觀博物館、創作發明、科學競賽、科學專題研習和科學展覽等。顯然，能力較高或對科學有濃厚興趣的學生，需要更具挑戰性的學習機會，而這些活動能提升學生的科學能力，以及提供空間讓他們的潛能得到充份發揮。

乙、學生角色

作為積極的學習者，學生要主動對自己的學習，採取有計劃、有決斷及負責任的程序或態度，而參與學習活動時則要手腦並用。為培育自主學習，教師應引導學生參與設定個人目標、發展個人的評估準則和評鑑自己的進度，這種萬事自主的感受，會為學生帶來學習的熱誠。

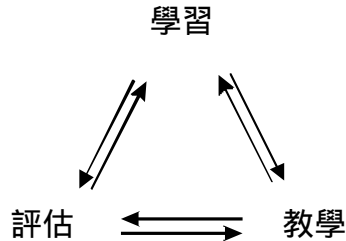
以下活動可促進學生學習：

- 蒐集樣本
- 進行實驗
- 提出問題
- 設計實驗
- 完成專題研習
- 參與討論
- 參與角色扮演
- 參與辯論
- 進行調查
- 小組自由討論
- 在班中進行示範
- 演示意念
- 分享經驗
- 撰寫報告
- 閱讀書本、報章、雜誌、期刊等
- 從電腦光碟、互聯網等途徑搜尋資料
- 跟隨自學材料進行學習
- 繪製概念圖和編寫筆記
- 評鑑自我表現
- 參與研討會及參觀展覽會

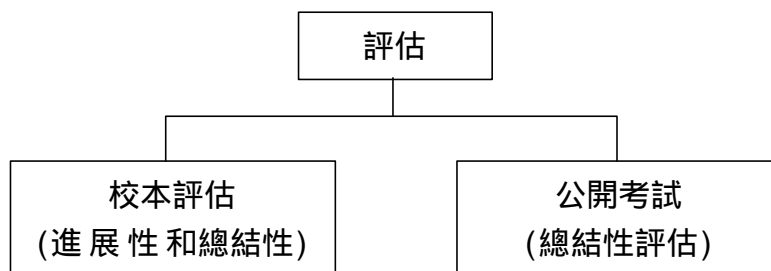
學生應學會把所獲得的技能和知識，在不同的情境下靈活運用。學生若懂得運用探究過程能力和掌握新知識，將有助持續學習。當學生開始相信自己時，自信心便油然而生；自信心又會帶來積極的態度和動機，達致有效學習。在積極學習過程中所發展的技能 and 習慣會是學生成為終身學習者的要素。

IV. 評估

評估是蒐集學習成果實證的方法，為學習與教學循環的重要組成部分。評估可給教師和學生所需資料，以改善學與教。



為了改進學與教，評估需要和學與教的過程相配合。除了人所共知的測驗、學期考試和公開考試等總結性評估，還須引入進展性評估，作為診斷工具，來協助學生改進學習。教師亦須考慮採用包括總結性和進展性的校本評估。



進展性評估須持續地進行，並透過各種方式實施，例如口頭提問、觀察學生表現、作業、專題研習、實驗考核和筆試等。進展性評估應在整個課程中，和學與教結合，旨在促進學與教的素質和成效。根據評估提供的回饋，教師便可判斷下一步應如何促進學生的學習，或採用更恰當的教學方式。另一方面，評估亦可為學生提供回饋，使他們知道怎樣改進。

評估範疇

評估可提供學生能否達到既定目標程度的資料。必須指出，不單是學科知識和理解方面的目標需要進行評估，也要對研習物理所需的技能和過程方面的目標進行評估。

要考核學生對於解決問題和作出決定等更高層次的技能，可就一些基於學生不熟悉的資料擬定的問題，要求學生運用所學的原理和概念，以合乎邏輯演繹的方式，應用於嶄新的情況。要考核學生分析和評鑑能力，可用開放式問題，要求學生盡可能考慮多方面的因素，才作出判斷。對於考核學生溝通技能，可要求學生提供論文式答案，清晰而合乎邏輯地闡述有關的論據。

有關價值觀和態度的目標，可採取較靈活的方式進行評估。觀察、面談、撰寫論文、學生自我評估等，都是一些可行的評估策略。

評估策略

在學與教的過程中，可以採用多種評估的策略。教師須有周全的計劃，以評估學生的學習成果，亦應讓學生知悉評估的方式。

筆試

許多學校廣泛採用筆試作為主要的評估方式。然而，長期倚賴這種評估方式無形中會把學習的範圍甚至教學範圍縮窄。教師應避免過份側重教授只可用筆試考核的知識和理解部分，亦應避免資料背誦形式的測驗。教師設計的評估項目，應著重概念的理解、解決問題的能力，以及高層次的思考能力等。在測驗和考試中，採用開放式的問題，有助於評估學生的創造力和批判性思考能力。

書寫式作業

書寫式作業廣泛使用於學與教的過程中，它能持續地反映學生的努力、成績、長處和弱點，故可作為評估工具之一。對學生的作業給予恰當的評價及提出具體的改善建議，都是對學生有價值的回饋。教師應善用書寫式作業作為一種進展性評估工具。作為一種評鑑的方式，作業還可反映教學效率；藉著所提供的回饋資料，教師可為學生擬訂進一步的工作目標，也為自己的教學作出適當的調整。

口頭提問

向學生提問可使教師瞭解學生在某些情況下的想法。學生的回應往往顯示出他們的長處、弱點、謬誤、認識水平、興趣、態度和能力。教師應善用提問的方式，以檢測學生各方面的能力，從資料背誦到高層次思考。此外，所擬定的開放式和封閉式的問題，應均衡分配。擬定的問題亦可使用一些

學生不熟悉的資料。

觀察

學生進行小組研習或個別工作時，教師可從旁觀察，以瞭解學生學習的情況。當學生進行學習活動時，教師可觀察學生採用解決問題的方法和對待工作的態度(例如堅毅、獨立性、合作性、願意面對困難等)。在實驗課時，教師可觀察學生選用哪些儀器設備、採用何種活動、與誰合作，以及與他人的互動關係。教師應保存簡單的觀察紀錄，藉以更深入評估學生的學習情況。

實驗評估

至於實驗技能的評估，採用筆試的做法究竟是否可取或恰當，實在值得深入探討。現在普遍認為更適當的評估策略，是透過直接的觀察或實驗考核，亦即是在實際的環境中進行評估。這樣可以把學習和評估結合起來，並可即時向學生提供回饋。加上學生的實驗或研究報告，便可以對學生的表現，取得較完整的結論。

專題研習的評估

對於學習、教學、或評估來說，專題研習都是十分有效的策略。它為學生提供良好的機會，不單應用所學的知識和實驗技能，還可以運用其他的技能和思考過程，例如確認問題所在、提出假設、設計及實行各種策略和進行評鑑。對於專題研習，教師可使用不同評估策略，取得學生在知識和技能方面的學習憑證。此外，教師亦可評估學生的創造力、溝通和協作能力，以及解決問題的能力。至於學生在價值觀和態度方面的表現，教師可採用適當的準則進行評估。

總括來說，以上建議的各種評估策略，並非詳盡無遺。利用多種不同的評估策略，可對學生的學習成果，獲得更為清晰而準確的資料。教師應為自己的學生探求合適的評估機會。

公開考試

香港考試局舉辦香港中學會考，用以評估學生的學業成績。香港考試局每年出版物理科考試課程，為教師和學生提供有關考試的要求，因此讀者應把該考試課程與本文件一併閱覽。

基於香港中學會考採用的評估模式，把所有學習目標轉變成評估目標，是既不可能也不可取的。教師應瞭解，中學會考課程的評估目標是建基於本課程內的學習目標。然而，教師不應忽略評估目標以外的學習目標。

附錄：參考書目

書名	作者	出版社	出版年份
中學物理創新教法(全套 5 冊)	王棣生	學苑出版社	1999
物理課程論		廣西教育出版社	1997
物理趣談(1)-由日常生活中啟發智慧	科技文庫編輯小組	世茂出版社	1987
物理趣談(2)	科技文庫編輯小組	世茂出版社	1989
物理學與太陽能	李申生	廣西教育出版社	1999
物理學與音樂	龔鎮雄	廣西教育出版社	2000
初中全程學習	趙欣榮	中國人民大學出版社	1999
近代物理學進展	張禮	清華大學出版社	1998
高一物理/同步高效能力訓練叢書	朱永林	天津大學出版社	1999
高一物理/同步高效能力訓練叢書	朱永林	天津大學出版社	1999
高一物理/發散思維大課堂	王興桃	龍門書局	2000
高一物理/發散思維同步訓練	英琪		1999
高中物理怎樣學	王光明	上海科學技術文獻出版社	1999
高中物理教案(一年級)	楊寶山 楊帆 周譽藹	北京師範大學出版社	1999
高中物理教案(二年級)	楊寶山 楊帆 周譽藹	北京師範大學出版社	1999
高中物理教案(三年級)	楊寶山	北京師範大學出版社	1999
高中奧林匹克基礎物理競賽示例	曹吉生	復旦大學出版社	2000

書名	作者	出版社	出版年份
費曼的 6 堂 Easy 物理課	費曼著 師明睿譯	天下遠見出版股 份 有限公司	2001
課堂教學設計叢書-初中物理教 案 (二年級)	楊寶山	北京師範大學出 版社	1999
課堂教學設計叢書-初中物理教 案 (三年級)	楊帆	北京師範大學出 版社	1999
趣味物理學	[蘇聯]雅.別萊利曼	湖南教育出版社	1999
簡易物理趣談	湯川秀樹	世茂出版社	1985
Heinemann Coordinated Science: Foundation Physics Student Textbook	Sang, D.	Heinemann	1996
Heinemann Coordinated Science: Higher Physics	Dolan, G., Duffy, M., & Percival, A.	Heinemann	1996
Heinemann Physics for Western Australia 11 &12	Cahill, J.	Heinemann	2000
Holt Physics	Serway, R. A. & Faughn, J.S.	Holt, Rinehart and Winston, Harcourt Brace & Company	1999
ICT Activities for Science 14-16	Chapman, C., Lewis, J., Musker, R. & Nicholson, D.	Heinemann	2000
IT Activities for SCIENCE 14-16	Chapman, C. and Lewis, J.	Heinemann	1998
Key Science - Physics	Breithaupt, J.	Nelson	2001
Let Sleeping Bags Lie		University of York	1995
Longman Coordinated Science – Physics	Parkin, T. (Ed.)	Longman	2000
Nelson Science: Physics	Dobson, K. & Roberts	Nelson	2001

書名	作者	出版社	出版年份
Nelson Standard Grade: Physics	Campbell, J & Dobson, K.	Nelson	1997
Physics	Sang, D.	Cambridge University Press	2001
Physics AQA: Coordinated & Separated Science for GCSE Teachers Pack & CDROM	Fullick, A. & Fullick, P.	Heinemann	2001
Physics for Higher Tier	Pople, S.	Oxford University Press	2001
Physics for IGCSE Student Book	Lewis & Foxcroft	Heinemann	1997
Physics Now! 11-14	Riley, P. D.	John Murray	1999
Physics Supplementary Materials	Milner, B.	Cambridge University Press	1997
Physics Through Applications	Jardine, J.	Oxford	1989
Physics: Principles and Problems	Zitzewitz, P. W.	Glencoe/McGraw-Hill	1999
Physics-AL	Martin, B. & Spronk, C.	J.M. LeBel Enterprises	1994
PSSC (Physics Science Study Committee) Physics	Haber-Shaim, U., Dodge, J.H., Gardner, R. & Shore, E.A.	Kendall/Hunt Publishing	1991
Science Foundation - Physics	Milner, B.	Cambridge University Press	1997
Science Support Physics	Norris, H.	Cambridge University Press	1997
Science: The Salters' Approach: Electricity in the Home Unit Guide		Heinemann	1997

書名	作者	出版社	出版年份
Science: The Salters' Approach: University of York Energy Today and Tomorrow Unit Guide	University of York	Heinemann	1997
Science: The Salters' Approach: University of York Moving On Unit Guide	University of York	Heinemann	1996
Science: The Salters' Approach: University of York Seeing Inside the Body Unit Guide	University of York	Heinemann	1997
Science: The Salters' Approach: University of York Sound Reproduction Unit Guide	University of York	Heinemann	1997
Science: The Salters' Approach: University of York Sports Science Unit Guide	University of York	Heinemann	1997
Signs, Symbols & Systematics	Swinfen, T. C.	Association for Science Education	2000
The IT in Science Book of datalogging and control	Frost, R.	IT in Science	2000
The IT in Secondary Science Book	Frost, R.	IT in Science	2000
The Magnitudes of Physics	Goth, G.	American Association of Physics Teachers	1996
The World of Science New SATIS 14-16	Hunt, A.	John Murray	1997
Thinking Science	Adey, P., Shayer, M. & Yates, C.	Nelson	2001