



教育暨青年局  
Direcção dos Serviços de Educação e Juventude

# 高中自然科學 課程指引

2017

# 目錄

|                           |           |
|---------------------------|-----------|
| <b>1 前言</b>               | <b>1</b>  |
| <b>2 課程定位與發展方向</b>        | <b>3</b>  |
| 2.1 背景                    | 3         |
| 2.2 課程的基本理念分析             | 5         |
| 2.3 課程定位                  | 6         |
| <b>3 基本學力要求的解讀</b>        | <b>8</b>  |
| 3.1 「基本學力要求」的涵義           | 8         |
| 3.2 「基本學力要求」的功能           | 9         |
| 3.3 本科目基本學力要求的結構及設計思路     | 9         |
| 3.4 本科目基本學力要求的課程目標解讀      | 11        |
| 3.5 本科目各範疇基本學力要求詳解        | 12        |
| <b>4 校本學力要求的訂定及課程內容建議</b> | <b>18</b> |
| 4.1 如何訂定校本的學力要求           | 18        |
| 4.2 基本學力要求與學習內容的配對參考      | 21        |
| <b>5 課程實施</b>             | <b>28</b> |
| 5.1 課程實施的基本理論             | 28        |
| 5.2 本科目的學與教               | 29        |
| 5.3 學校課程資源的開發、建設與利用       | 49        |
| 5.4 學校的課程領導               | 52        |
| 5.5 教師的專業發展               | 54        |

|                           |            |
|---------------------------|------------|
| <b>6 課程評核</b>             | <b>57</b>  |
| 6.1 評核的概念和角色              | 57         |
| 6.2 評核的基本分類               | 58         |
| 6.3 評核內容                  | 59         |
| 6.4 各類評核形式的使用             | 59         |
| 6.5 評核中應注意的問題             | 69         |
| <br>                      |            |
| <b>7 課程資源</b>             | <b>71</b>  |
| 7.1 課程資源的功能               | 71         |
| 7.2 課程資源的類別               | 71         |
| 7.3 課程資源管理                | 76         |
| <br>                      |            |
| <b>參考文獻</b>               | <b>77</b>  |
| <br>                      |            |
| <b>附錄</b>                 | <b>79</b>  |
| 附錄一 校本課程設計示例              | 79         |
| 附錄二 社區資源推薦目錄              | 98         |
| 附錄三 網路課程資源推薦目錄            | 100        |
| <br>                      |            |
| <b>《高中自然科學課程指引》研制小組名錄</b> | <b>102</b> |

## 1. 前言

澳門特別行政區《非高等教育制度綱要法》(澳門特別行政區第 9/2006 號法律)實施以後,政府有序地訂定各教育階段的「課程框架」<sup>1</sup>和學生須達到的「基本學力要求」<sup>2</sup>。由於「基本學力要求」的表述較上位和概括,為進一步深化、落實課程改革,幫助學校及教師有效地將《高中自然科學基本學力要求》(以下簡稱《要求》)轉化為學校課程並落實到課堂教學,特區政府組織有關人員研制了與之配套的《高中自然科學課程指引》(以下簡稱《指引》),以便為教師提供充分的支援。

因應高中教育階段的要求,《指引》闡釋了自然科學課程的定位與發展方向,以及相應基本學力要求的設計依據與思路,有助於學校和教師對該課程的改革方向、該課程發展與學生發展的關係以及該課程的基本學習要求有比較清楚、完整的認識與理解,繼而對課程的具體實施乃至評核等教學活動做出系統的安排。此外,為落實《要求》,《指引》在教學內容、課程實施、學與教的策略、評價、教師專業發展等方面提供了建議與示例,可以有效地幫助教師規劃課程、實施教學,提高教學質素。學校在遵守政府訂定的課程框架與基本學力要求的前提下,可結合自己的辦學理念、特色和學生發展的需要,適當採用本課程指引的建議,對自己本校的高中自然科學課程做出整體規劃,提升學校的課程開發能力。

《指引》由前言和其餘六個部分組成。「前言」主要介紹本課程指引的研制背景。第二部分「課程定位與發展方向」,主要討論的是本科目的世界發展趨勢以及澳門高中自然科學課程的基本理念與課程定位。第三部分「基本學力要求的解讀」,介紹了「基本學力要求」的涵義和功能,並詳解了本科目基本學力要求的結構、設計思路、課程目標的設定以及各範疇的基本學力要求。第四部分「校本學力要求的訂定及課程內容建議」,主要探討的是學校怎樣在本科目基本學力

---

<sup>1</sup>「正規教育課程框架」是指由政府訂定的正規教育各教育階段課程的基本架構,其內容主要包括課程發展準則、學習領域的劃分、教育活動時間的安排,小學教育、初中教育及高中教育階段尚包括主要科目的設置。

<sup>2</sup>「正規教育基本學力要求」是指由政府訂定的,要求學生在完成各教育階段的學習後應具備的基本素養,包括基本的知識、技能、能力、情感、態度及價值觀。

要求的基礎上設計自己學校的學力要求，以及為達到本科目各範疇的基本學力要求學生在高中各年級主要應涉獵的學習主題和課時安排建議。第五部分「課程實施」，闡述了本科目課程實施的理論基礎，並為本科目的學與教的策略、學校課程資源的開發與利用、教師專業發展等方面提供了建議與示例。第六部分「課程評核」，主要討論的是評核的目的、基本原則以及本科目的評核策略與方式。第七部分「課程資源」，主要介紹了本科目的教學資源，包括教材與相關出版物、網路資源及社區資源等。

## 2. 課程定位與發展方向

### 2.1 背景

國際中學科學教育歷經了各個時期不同的改革取向，提高全體學生的科學素養水準已成為當代科學課程的一項重要目標。科學素養(scientific literacy)的含義是廣泛的。一般認為，一個具備科學素養的人應該對科學知識、科學方法、科學精神或態度、科學與技術的關係、科學與社會的關係等有基本的認識和瞭解；並在此基礎之上對個人或社會問題做出適當的價值判斷與決策。具體說來，科學素養教育包括兩個層面的含義：在科學課程目標上，強調既要滿足將來從事科學技術研究的少數學生的要求，也要滿足大多數將要成為普通公民的學生的要求；在科學課程內容上，不但要重視科學概念的學習，也要關注科學概念的形成過程，並且兼顧學生對科學本質的理解以及科學態度的形成(魏冰，2006)。近些年來，科學素養作為課程改革的核心概念頻繁出現在一些具有重要影響力的科學教育改革文件中，例如，美國的「2061 計畫」之《科學為所有的美國人》(1989 年)、《國家科學教育標準》(1996 年)以及新近的《K-12 科学教育框架》(2012 年)。需要指出的是，這些文件都是針對幼稚園至高中最後一年的基礎教育的各個階段的科學教育而做出的全面而系統的規劃。在中國內地、香港、臺灣等地區的中小學科學課程改革文件中也紛紛把科學素養列為課程的主旨目標。例如，為了進一步推進素質教育，全面提高中小學的教學品質，中國教育部最近一輪的課程改革提出了一系列課程革新舉措，頒布了從小學到高中的多個理科課程標準，其中均以科學素養作為課程的中心目標。

相比小學和初中的學生而言，高中學生在科學學習的興趣和能力方面、在職業取向方面差異性較大。這就要求高中的科學課程要兼顧到不同學生的需要，要有更多的靈活性。為了保證高中階段的學生在初中的基礎上科學素養水準有所提高，有必要制定面對所有高中生的基本要求。也就是說，所有高中生——不論他們修讀理科、文科或者是商科，都應達到的一個基本的科學素養水準。這是《高

中自然科學基本學力要求》的出發點和基本意圖，也是落實澳門非高等教育階段全面提升學生的「科學和人文素養」的總目標（第 9/2006 號法律《非高等教育綱要法》第 3 頁）的一個基本舉措。需要注意的是，近幾年來國內外的科學教育出現了一些新的名詞和概念，如「核心素養」、「科學實踐」、「STEM 教育」<sup>3</sup>等。這些名詞和概念反映了當代科學教育新的發展方向和趨勢，對科學教育改革有一定的促進作用。但是，我們認為，在科學教育的目標層面，科學素養教育仍然是中小學科學教育的主旋律，這一點不應該輕易動搖。特別是考慮到澳門中小學理科教育以及社會經濟發展的實際狀況（例如，公民科學素養水準偏低、科技相關的就業崗位較少等），在本澳中小學包括高中教育階段推行科學素養教育是一個切實且必需的教育目標。

澳門關於高中科學教學的正式課程可追溯至澳葡政府於1991年發佈的《澳門教育制度》。在這個文件指導下，政府在1999年4月以「教育暨青年司課程改革工作組」的名義發佈《高中物理試行大綱》、《高中化學試行大綱》、《高中生物試行大綱》。這三個課程可以看作澳門歷史上第一個政府制定的高中理科課程，但隨著各教育階段基本學力要求法規的正式頒佈，原有課程大綱將逐步被取替。魏冰等（2009）結合現代科學素養的教育理念對這三個課程進行了文本分析。研究發現，澳門現行的三個高中科學課程能夠兼顧到基本內容和高中畢業生的升學考試，能夠從知識、能力（技能）和態度三個維度全面厘定教學目標，重視能力培養和態度的養成。但是，在教學方法方面對教學本質問題缺乏深入的考慮，一些先進的教學思想和教學方法沒有能夠體現。在評核方面雖然能夠突出評核在教學中的意義，但比較重視傳統的書面評核方法而沒有較好地反映一些新的評核理念和評核手段。此外，三個學科在教學方法和評核方面沒有統籌的規劃，差異性較大。在學校的課程設置方面，大多數學校在高中三個年級開設物理、化學、生物，少數學校在高一、高二開設綜合科學。近乎一半的學校在高一已文理分科，絕大多數學校的非理科生不再修讀科學課程。在課程實施方面，高中的教學受各地高考的影響較大，中國內地的理科教學大綱（課程標準）及教科書在教學中有重要影

---

<sup>3</sup> STEM(Science, Technology, Engineering, and Mathematics)系英文科學、科技、工程、數學四個學科首字母的縮寫，目的在於培養未來的科學、科技、工程、數學人才。STEM 教育強調不同科目的整合以解決實際問題，同時增加學生對於這些學科的興趣，並反應現代科技發展趨勢。

響、教師以課堂教授為主要的教學方法、學生的學習較為被動等幾個特點（魏冰等，2009）。

以上關於世界範圍內中學科學課程發展的基本趨勢以及本澳高中理科課程和教學所存在的問題是制定《高中自然科學基本學力要求》的基本依據。

## 2.2 課程的基本理念分析

在「基本理念」部分，我們分別針對課程目標、課程內容、教學方式提出高中自然科學基本學力要求的三項基本理念。

第1項基本理念——以學生的全面發展為宗旨，使每一位學生的科學素養水準都得到提高。包含三層含義：高中階段的科學教學是建立在初中科學學習的基礎之上的，其目的是使學生的科學素養水準進一步提高；到了高中，隨著科學學習的難度的加大，學生在學習方式、學習興趣和能力表現方面可能會存在更大差異；科學教學應該兼顧學生的差異，照顧到學生在學習方式、學習興趣和知識經驗的特殊性。

第2項基本理念——加強學科間的聯繫，幫助學生理解科學技術與社會之間的關係。主要強調兩種聯繫：一是自然科學中不同學科間的聯繫，二是從「科學、技術、社會與環境之間的關係」。在初中相關學習的基礎上，強調通過「科學發展的歷史」和「現代科學實踐」，讓學生瞭解自然科學的一些「共同特點」，科學與技術間的「辯證關係」，以及科技發展給人類社會帶來的「積極影響」和「負面問題」。

第3項基本理念——注重教學方式的多樣化，積極宣導探究學習。包含三層含義：第一，在肯定科學探究的重要性的同時，強調在高中科學教學中通過對開放問題的調查研究，使學生發展思維能力，深入體會科學精神和科學價值觀；第二，在高中階段，學生的科學知識和技能有了一定的積累，因此要更加強調學生的自主探究及創新能力；第三，教學方式是多樣的，教師要根據教學目標、教學內容和教學資源，靈活地選擇和使用多種教學方式，但不論何種方式，都應該要引導學生積極地參與學習過程。

## 2.3 課程定位

高中自然科學課程是中學科學教育的重要組成部分，是進一步提高學生科學素養的保證。因此，要給學生提供未來發展所需要的基礎的科學知識以及科學在社會生活中的應用，使學生從科學的角度認識周遭的物質世界、人類機體以及我們所居住的地球，提高學生運用科學知識和科學方法分析和解決實際問題的能力，為學生走向社會成為合格公民做好必要的準備。

### 2.3.1 高中自然科學課程是以提高學生科學素養為宗旨的課程

具備基本的科學素養是現代社會合格公民的必要條件，是學生終身發展的必備基礎。高中教育階段的自然科學的課程可以是分科的，也可以是綜合的；同時，也可以在不同年級開設。但無論採取何種課程形式、在何年級開設，培養學生的科學素養都是這一階段自然科學教育的中心目標。

### 2.3.2 高中自然科學課程是強調學生全面發展的課程

本課程注重培養學生對自然的整體認識和與自然界和諧相處的生活態度，發展學生在科學探究，科學知識與技能，科學、技術、社會與環境等方面的認識和能力，使學生逐步形成用科學的知識、方法和態度解決個人與社會問題的意識，保護自然的意識和社會可持續發展的意識，為未來發展奠定基礎。

### 2.3.3 高中自然科學課程是注重探究性學習的課程

與初中課程相比，高中自然科學課程更加強調科學學習過程，而不是零散的、僵硬的知識點。課程應注重讓學生經歷以實驗為特徵的探究活動，體驗科學知識的形成過程，培養探求未知的興趣與意願，引導學生在觀察、實驗、討論中學習科學知識和科學方法，在具體的學習情景中提高分析問題、探究創新及解決問題的能力。

#### 2.3.4 高中自然科學課程是強調與生活、社會實際相聯繫的課程

自然科學的發展促進了人類社會的進步，給人們日常生活帶來了極大的便利，科學技術已經滲入到我們生活的各個方面。本課程應密切聯繫生活實際和社會應用，引導學生認識科學與社會、科學與環境、科學與人類健康等的關係，增強學生對自然和社會的責任感，培養學生形成主動參與社會問題討論的意識，並使其在面臨和處理與科學有關的社會問題時能做出更理智更科學的思考和判斷。

#### 2.3.5 高中自然科學課程是注重體現科學本質的課程

認識科學本質有助於促進學生科學認知、科學探究能力和科學情感態度等方面的發展。在初中自然科學課程的基礎上，本課程應注重引導學生理解科學知識的形成與發展、科學與技術的關係、科學的社會文化特徵、科學的人文性，進一步培養學生初步具備應用科學的知識、方法和態度去看待和解決個人與社會問題的意識與能力。

### 3. 基本學力要求的解讀

澳門的學校一直以來享有教學的自主權，尤其占大多數的私立學校，課程和教材歷來由學校自主決定和選擇。這種課程管理制度給予學校極大的空間，可以創造性地開發校本課程，使得澳門各校的課程各有特色。然而，在繼續發揮自己的優點，保持多元化的同時，澳門的基礎教育也應該有一個基本標準，以保障基礎教育品質的基本水準。鑒於此，澳門有必要建立本地區的教育基準，建立起符合自身特點和未來發展需要的課程體系，確保澳門非高等教育整體品質的持續提升，引導學校不斷改進課程與教學，持續提升學校的教育品質。

2007 年 9 月 1 日開始實施的澳門特別行政區《非高等教育制度綱要法》明確規定，「政府須規劃各教育階段的課程框架，訂定學生須達到的基本學力要求，其具體內容由專有法規訂定。」公立學校和本地學制的私立學校「在遵循澳門特別行政區課程框架和基本學力要求的前提下，可自主發展其校本課程。」

#### 3.1 「基本學力要求」的涵義

「基本學力要求」是學生在完成各教育階段的學習後應具備的基本素養，包括基本的知識、技能、能力、情感、態度及價值觀，注重學生全面和整體性的素養。

「基本學力要求」是學生未來發展和終身學習的基礎，所以它具有以下特徵：

- 「基本」學力是學生必備的、最基礎的，也是最重要的素養，它是對學生的「基本要求」而非「最高要求」；
- 「基本學力要求」是絕大多數學生經過努力能夠達到的（基礎性）；
- 「基本學力要求」體現本澳教育的傳統並以既有水準為基礎（現實性）；
- 「基本學力要求」能滿足個人和社會未來發展的需要（發展性）。

## 3.2 「基本學力要求」的功能

### 3.2.1 確立各學習領域或科目的課程基準，規範學校的課程與教學

「基本學力要求」與「課程框架」是構成澳門地區課程體系必要的組成部分，是學校開發各學習領域或科目的課程和進行教育教學的根本依據和基本標準，是管理和評價課程、指導和規範教學以及量度學校教育品質的準繩。

### 3.2.2 引導教材的編寫和選用

「基本學力要求」是根據世界課程發展的方向和澳門的實際情況，規範本澳相關學習領域或科目的課程發展方向，以幫助學校完善其課程體系、教學內容和學生的學習活動方式。「基本學力要求」引導校本課程的開發和教材的編寫和選用，是課程與教學的基本依據。教師有責任根據相關教育階段之學習範疇和科目的「基本學力要求」，結合學校的具體情況選擇特定的教學內容，設計學生的學習活動。

## 3.3 本科目基本學力要求的結構及設計思路

《要求》包括基本理念、課程目標和基本學力要求三個部分（見圖 3-1）。為了順應國際範圍內中小學理科課程發展趨勢，也為了切實提高澳門高中生的科學學習水準，我們把科學素養作為澳門高中自然科學基本學力要求的中心目標，這一點和《初中自然科學基本學力要求》是一脈相承的。當然，高中的科學素養在意義、內涵和要求方面與初中有所不同，這主要體現在「課程理念」、「課程目標」以及「各範疇的基本學力的要求」上。為了保持初、高中自然科學基本學力要求兩個文件的連貫性，我們延續《初中自然科學基本學力要求》的做法，繼續在「基本理念」部分從教學目標、教學內容、教學方式三個方面對高中自然科學課程如何落實科學素養教育的中心目標做出解釋和說明。

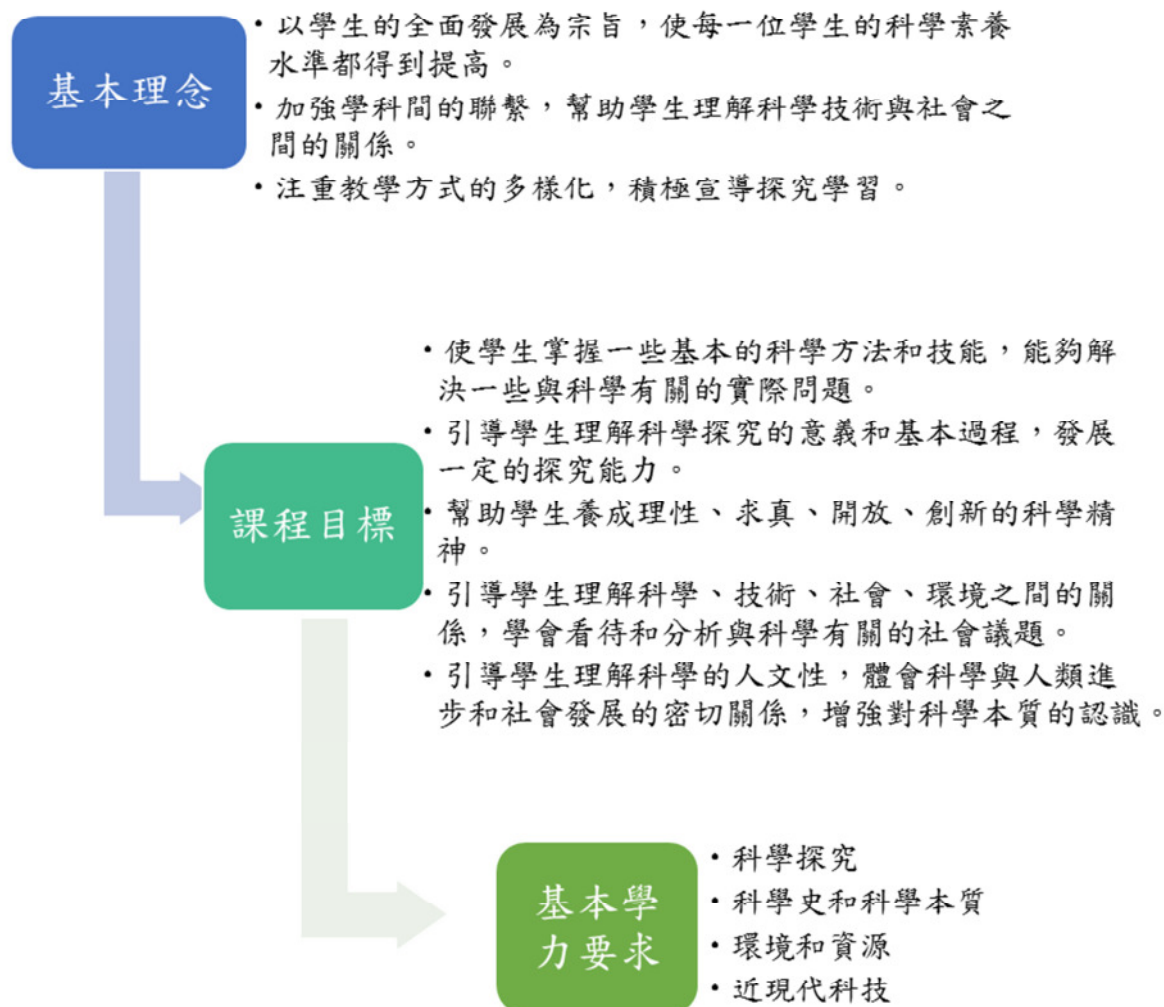


圖 3-1 《高中自然科學基本學力要求》的結構和組成

同時，我們在《初中自然科學基本學力要求》的「課程目標」的基礎上，對高中階段的「課程目標」提出了更高的要求。在具體範疇的確定方面，考慮到澳門高中自然科學課程在各學校並不統一（有的學校只開設物理、化學、生物其中的一門或兩門，有的學校甚至對非理科生不再開設理科課程），從學科知識的角度來界定高中自然科學基本學力要求是不現實的。同時，我們也考慮到，這個文件是一個「基本」的要求，是希望所有的高中生經過努力都能達到的基本的科學素養水準——通俗地說，選讀文或商科的學生也能夠達到的要求。此外，從學理上說，科學素養有不同的界定。按照 Roberts (2007)的說法，科學素養可以分為科學素養 I 和科學素養 II 兩種類型，前者集中於科學知識而後者強調科學所應用的各種情境；前者主要為科學技術界培養後備人才而後者則主要為社會培養合格公民。相對側重於學科內容的科學素養 I，科學素養 II 集中於科學的個人和社會維度，體現了不同的科學教育目的和內容，更能吸引那些不打算繼續學習科學的學生 (Roberts & Bybee, 2014)。顯然，科學素養 II 恰好是本學力要求所追求的。基於上述認識，我們決定從淡化學科內容、突出跨學科主題的原則出發，選擇以下四個主題作為本學力的基本範疇：「科學探究」、「科學史和科學本質」、「環境和資源」、「近現代科技」。由於這些主題也會涉及到學科內容，因此我們對於必要的學科內容也並不迴避。

### 3.4 本科目基本學力要求的課程目標解讀

課程目標是聯結「基本理念」和具體的基本學力要求的過渡性內容，也可以看作是高中科學課程關於科學素養的具體化表述。根據高中自然科學課程的特點和澳門高中科學教學的實際情況，我們提出了五項課程目標。

第 1 條是關於科學方法的目標，希望高中生「掌握一些基本的科學方法和技能」，並能用科學知識來解決一些與科學有關的實際問題。我們用了「基本的」，「一些」等詞來限制這一目標的難度。

第 2 條是專門針對科學探究而言的，希望學生理解「科學探究的意義和基本過程」，在此基礎上發展「一定的」探究能力。這裡我們用「一定的」來限制這

一目標的難度。

第3條是關於科學精神的。我們提出的科學精神包括：「理性」、「求真」、「開放」、「創新」。我們認為這幾種科學精神對高中生是重要的，是在初中的相應的科學精神基礎上發展而來的。

第4條是關於「科學、技術、社會、環境之間的關係」的。要求學生能夠「理解」這些關係，學會「看待」和「分析」與科學有關的社會議題。這一條我們用了「理解」、「看待」、「分析」等字眼，要求程度明顯比初中的相關要求要高。

第5條是希望學生增強對「科學的本質」的相關議題的理解，具體包括「科學的人文性」，「科學與人類進步與社會發展的密切關係」。與初中的相關課程目標相比，這一條也明顯提高了要求。

### 3.5 本科目各範疇基本學力要求詳解

為達致上述課程目標，澳門特別行政區政府就本科目的各個學習範疇訂定了一系列學生須達到的基本學力要求，用以更具體地規範本科目的教學內容，幫助學校完善其課程體系和學生的學習活動方式。在這一部分，我們從「科學探究」、「科學史和科學本質」、「環境和資源」、「近現代科技」四個主題對各範疇的「基本學力要求」進行說明和解釋。

#### 3.5.1 關於科學探究

一般說來，科學探究是科學工作者用來研究自然界並利用所獲得的事實和證據進行科學解釋的活動。在科學教育領域，科學探究包括以獲得知識、領悟各種科學思想、觀念，領悟科學家研究自然界的方法的各種活動，比如觀察、發現、思考、猜想、假設、推斷、調查、實驗等。因此，科學探究是教師幫助學生建構科學認知、領悟科學思想、學習科學方法的一種教學方式。關於科學探究的理解以及具備科學探究能力是學生科學素養的一個重要組成部分。科學課程的教學既要重視獲得知識的結果，更要重視獲取知識的過程。在這部分，高中階段仍沿用《初中自然科學基本學力要求》將科學探究劃分為「科學探究理解」和「科學探

究能力」兩大部分的思路，共涉及 10 個條目。其中，A-1 和 A-2 兩個條目側重於「科學探究理解」，條目 A-10 兼有科學探究知識和科學探究能力兩方面的要求，其餘 7 個條目側重於「科學探究能力」。這些條目在《初中自然科學基本學力要求》的基礎上提出更高的學習目標，主要通過內容的拓展或行為動詞的改變等來實現這一要求。需要指出的是，關於科學探究的理解以及具備科學探究的能力，既是學生將來繼續學習科學課程從事科學研究所必需的，也是他們將來作為一般社會公民在有效地分析和使用科學資訊、參與有關科學的社會問題討論或決策時所必備的，因此，是所有的高中生都應達到的要求。

條目 A-1 是對《初中自然科學基本學力要求》中「知道科學探究是人們獲取科學知識、認識自然世界的重要途徑」概念的拓展，希望高中生在此基礎上融入自己的社會生活經驗，從更廣義的角度理解什麼是「探究」。教學中可以通過一些生活實例來幫助學生理解，讓「探究」的觀念融入到日常的學習和生活中。條目 A-2 對證據在科學探究中的作用提出了「理解水準」的要求。科學探究需要用證據說話，其核心就是利用證據來驗證假設的真偽。證據的主要作用就在於用來支持、修正或否定假設，如果證據能完全支持原有的假設，並經得起重複檢驗，原有問題的假設就得到瞭解釋或得出結論；如果證據能部分支援原有的假設，那麼就要對證據不支援部分進行修正、完善，改進原有的假設，直到完全支持；如果證據完全否定原有假設，那麼就說明原來的假設是不成立的。教學中應該通過不同的實例或實踐活動來幫助學生正確理解證據的上述含義和作用。

條目 A-3 至 A-9 是針對科學探究活動的過程和環節提出的能力上的要求，分別對應於提出問題、作出假設、制定方案、實施和結論等幾個探究階段。要求學生通過一定的實踐活動體驗科學探究過程，包括獲得充分的事實依據、對研究系統或物件的預設、形成合理的邏輯結構、真實地報告自己的研究結果和方法、經受各種質疑甚至批評、客觀公正地對待各種觀點、以新的事實依據解決分歧等。條目 A-10 強調的是合作式學習，要求學生通過分工與合作的方式來共同完成一項科學探究任務。這體現了現代科學研究的特點，因為越來越多的科學研究不是個人單打獨鬥，而是需要多人的相互協作。教學中需要設計具有真實性和一定挑戰性的研究課題讓學生通過小組合作的方式來親歷完整的研究過程。

科學探究一般包括提出問題、作出假設、制定方案、實施方案和得出結論等一些基本步驟。這些基本步驟可以成為教師組織探究教學的依託。但是，科學探究並沒有固定的模式。以實證為基礎、運用數據分析和邏輯推理，公開研究結果，接受同行質疑，正是科學研究的特點。這些在教學中應注意加以滲透和提煉。對科學探究過程的教學，要注意科學探究具有不同的層次和活動形式，建議設計若干局部型的探究活動（只要求學生獨立完成科學探究的某個環節）和少量的全程型的探究活動（要求學生獨立完成從提出問題到成果表達的全部科學探究過程）。教學中應注意探究性學習情境的創設，即在基於問題解決的活動專案學習中營造一種類似於科學研究的真實情境，讓學生在這樣的情境中通過問題的發現與確立、資訊的收集與處理、成果的表達與交流等活動實現知識的主動建構。在教學中，也可以社會現實的有關問題為情境，引導學生根據自己已有的知識和經驗，結合自己的道德情感和價值觀判斷，對那些具有爭議性、開放性和沒有確定答案的社會性科學議題（SSI），通過非形式推理進行辯論，最終形成自己的觀點和做出恰當的決策（參見 5.2.4 部分）。此外，也可以與其餘幾個範疇結合起來，用科學探究的理念和方式來進行科學史和科學本質、環境和資源以及近現代科技等的教學。

### 3.5.2 關於科學史和科學本質

科學史和科學本質都是科學素養中的重要主題，兩者之間有著非常緊密的聯繫。我們知道，「讀史可以明智」，學習歷史可以使學生知道學科知識和方法的來龍去脈，從而對所學的學科內容形成更為全面的認識。在自然科學學習中強調科學史內容可以幫助學生對科學人文性的理解。具體說來，科學史學習一方面可以讓學生具體瞭解在過去科學發展對社會產生過哪些影響；另一方面也可以讓學生認識到科學本身的一些特點——也即科學本質，這是理解科學與社會之間相互關係的基礎。所以說，科學本質的教育是科學史學習的一個主要目標，科學史同時也是進行科學本質的教育的一種有效方法。鑒於科學史和科學本質之間的緊密聯繫，我們在確定各範疇的基本學力要求時將它們合併為一個主題。進行科學史和科學本質的教學不但能夠豐富科學學習的內容，還能夠改變傳統的教學方法和學

習方式，提高學習科學的興趣，提升學生從多個角度思考問題的能力，並最終發展學生的批判思維能力，因此在高中科學教學中強調這方面的內容是一個非常有意義嘗試。

在本範疇中共有 13 個條目，大致可分為兩類。第一類屬於科學本質的基本內容，有三條，分別涉及：

- 科學與技術的區別和聯繫（B-1）
- 科學觀念受社會和歷史背景的影響（B-2）
- 科學的進化性和革命性（B-3）。

我們認為這三個條目對於高中生來說是重要的；同時，由於它們在很多科學史的內容中都能體現，因此編寫的時候沒有和學科內容結合在一起，教師可以根據具體的教學情況在合適的時候引入。第二類條目綜合了科學史和科學本質的內容。在這些條目中，我們首先希望學生瞭解科學發展過程中一些比較重要的史實——涉及化學史的包括 B-4 至 B-6，涉及物理史的包括 B-7 至 B-9，涉及生物的包括 B-10 至 B-12，B-13 涉及天文及地球科學史。

以這些科學史為基礎，我們依據教學經驗和相關的研究在大部分條目中進一步加入了科學本質的內容，具體包括科學家對世界可知的信念（B-4）、創造和想像在科學發展中的作用（B-5）、模型的科學價值及其局限（B-6）、實驗方法在科學發展中的重要性（B-7）、理論和規律在科學發展中的不同作用（B-8）、科學發現的主要特點（B-10）、實驗技術在科學研究中的重要作用（B-11）、科學發展與文化及宗教等的關係（B-12）。需要指出的是，在這些條目中，重點是科學本質。

對比初中學力要求可以看到高中階段對科學本質的要求在數量和複雜性上都有所提高。學生不但要在高中的基礎上豐富對科學客觀性（B-4, B-7, B-11）的認識，同時還要進一步意識到科學的主觀性和社會性（B-2, B-3, B-5, B-6, B-8, B-12），從而對科學形成一個較為完整而辯證的理解。這部分內容是學生學習的一個難點，也是教學的一個挑戰。教師在進行科學史和科學本質的相關教學時，應該對科學的各個側面有較全面的把握，瞭解科學本質各個條目的相互關係。由

於澳門不是所有的高中都會開設完整的科學科目，因此學校需要根據各自的情況進行靈活處理，如果在本學力要求中與科學本質有關的條目是和學校未開設的科目結合在一起的，就需要教師想辦法在其它學科中體現。在具體的教學方法方面，可以採取科學史資料閱讀、科學史案例研究、科學史和科學本質知識講座，也可以結合學科內容的對科學史和科學本質進行滲透式教學(參見5.2.2部分)。此外，科學探究也是科學本質的一種有效的教學方法，可以考慮用結合科學史和科學探究來進行科學本質的教學，互為補充。

### 3.5.3 關於環境和資源

一般說來，科學對人類社會發展的影響是積極的、正面的。但是，自 1970 年代以來科學和技術發展所帶來的一些負面影響受到越來越多科學教育學者的關注，其中被關注最多也是與日常生活關係最為密切的就是環境和資源的問題。這個議題直接關係到人類社會的可持續發展，因此成為目前討論科學與社會關係的一個焦點。本學力要求把「環境和資源」單列成一個範疇以突出這一部分的重要性。本範疇包括條目共 9 個，都與學科內容結合在一起，C-1 至 C-2 有關化學，C-3 和 C-4 有關物理，C-5 至 C-9 同生物和地理關係較大。顯然，環境和資源問題與理化生地等學科都有密切的關係。

學習環境和資源的議題主要是讓學生在高中學習的基礎上認識到更多環境和資源問題、這些問題的處理以及這些問題的產生和處理與科學技術之間的關係，從而進一步形成珍惜自然資源與保護環境的意識。這一部分最終目標是自然資源與保護環境的意識的形成，個別的知識點的學習不是關鍵。

環境和資源教育重點在於態度和價值觀的發展，因此教學的形式需要多樣化，可以是講座，但更多地是需要通過小組討論、影片觀賞、網路學習、角色扮演、實地考察、專題研習等體驗和參與性更強的活動進行。教師可以根據學校和社區的特點設計一些讓學生能用自己行為來節約自然資源與保護環境的活動，這比要求學生識記幾個條目的知識更有意義。高中生認識能力和動手能力都有了相當程度的發展，因此在高中階段設計和開展這類活動有較大的空間和可能性。

### 3.5.4 關於近現代科技

科學與技術已經滲透到人類社會的每個角落，成為我們生活的一個組成部分。相對於科學來說，科技（技術）與我們的日常生活更加密切，學生學習科學時興趣最大的莫過於用過的或是將要用到的各種近現代科學技術。在初中學力要求中，限於學生的學習能力，沒有加入過多近現代科技的內容（只有 6 個相關條目）。到了高中階段，學生的知識水平和學習能力有了較大提升，因此在高中自然科學學力要求出現了較多的這方面內容。本範疇共包括 10 個條目，其中有兩個有關化學（D-1 至 D-2），五個有關物理（D-3 至 D-7），三個有關生物（D-8 至 D-10）。這些條目的要求都不高，一般都是「了解」、「初步了解」、「認識」的水準。這部分條目的教學過程中難免會涉及到學科知識，教師要注意把握要求的程度，盡量避開過於艱深的學科內容。

近現代科技的教學要聯繫生活，讓學生真實感受科技給社會帶來的深刻變化，理解科學和技術的相互關係以及二者之間的差異，也需要讓學生瞭解到科技的使用所引發的某些社會和健康的問題，從而培養他們正確使用科技產品的習慣。在教學過程中教師可以引導學生觀察生活實際，列舉技術應用的實例，然後再提供相關資料促進學生在這些資料的基礎上進行小組討論，使得學生在合作學習的氛圍下共同感受到科技給生活帶來的變化以及對社會的重要影響。教師也可以使用一些現代教育技術以更為形象、直觀和簡潔地方式把這些內容呈現給學生。教師在進行近現代科技教學時可以參考工程與技術教育常用的教學方法（張仁家等，2014）。

應當說，相對科學內容來說，近現代科技在傳統的自然科學教育中沒有給予充分的重視，也容易被簡單且泛泛地理解為科學的「應用」。但隨著 STEM 教育思想的深入貫徹，相信科技教育在整個自然科學課程中的地位將日益突顯。因此，我們希望自然科學教師從科學素養教育的角度關注現代工程與技術問題，在教學中實現與近現代科技相關的基本學力要求。

## 4. 校本學力要求的訂定及課程內容建議

### 4.1 如何訂定校本學力要求

本課程指引提供靈活開放的課程架構，就本課程的四個學習範疇為學校和理科教師提供課程指引，作為學校開發校本課程的基礎。

就課程與教學改革而言，學校須提高自身的課程領導能力以及教師的課程素養，開發出具有學校自身特點以及符合學校辦學理念的校本課程。本課程指引的用意在於向學校提供課程發展的基本框架，使其能夠根據自身優勢及師生特點，調試中央課程，並就課程組織、內容編排、教學策略、評核模式等設計出合適的校本課程，從而協助學生達到學習目標。需要強調的一點是，學校開發的課程，必須達到本科目的基本學力要求，確保學生享有均等的學習機會。

#### 4.1.1 發展校本課程的基本原則

課程發展是一個持續的過程，學校在發展校本課程時，需考慮以下基本原則：

- 依循正規教育課程框架以及基本學力要求。
- 以學生「學」為主、教師「教」為輔，注重探究式學習，培養學生的自主學習能力。
- 適當地選用學習資源。
- 靈活分配課堂時間，包括安排專題研習、與科學及科技有關的實踐性學習活動所佔的課時比例。
- 促進教師的專業發展，並與其他同伴協作。
- 根據運作經驗，作出反思及改善。

#### 4.1.2 課程規劃的步驟

學校可參照以下步驟進行校本課程規劃（參見圖 4-1）：

##### (1)將正規教育課程框架及基本學力要求作為基準

參照正規教育課程框架（例如：課程發展準則、學校年度及教育活動時間安排、學校課程開發、課程評核及實施等）及基本學力要求的意見，並以此作為基準規劃課程。

##### (2)評核學校與外在環境

根據學校的情況、環境及其他因素（例如：校方的行政支援、教師的專長及專業技能、學校環境、學生背景、家長支援、社區資源和支持），探討不同模式和策略的可行性與實用性，使課程能在各方面的充分配合下完善地實施。課程模式的規劃，需與學校、教師、學生、家長和社區各方面配合，課程在周全的規劃下才能順利實施。

##### (3)決定課程設計的模式

考慮上述因素後，學校可決定最適切的模式或策略，朝著校本課程的路向訂定短期及長期的發展目標及具體計劃

上述步驟只是建設性的參考意見，教師在實際授課時可根據自身教學及學生特點等，作靈活性的調整。

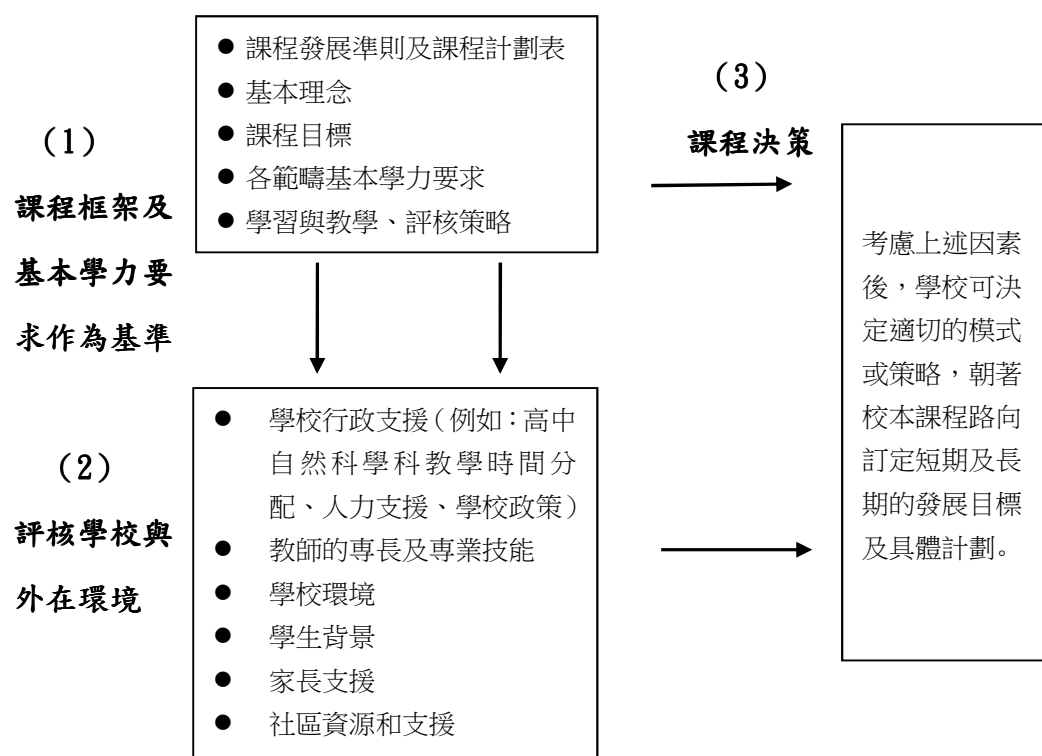


圖 4-1 校本課程規劃的主要流程

#### 4.1.3 校本課程案例

本部分將用實例具體展示如何依據 4.1.2 部分課程規劃的程式，發展切合學校校情的校本課程。

開發校本課程時，首先須以正規教育課程框架為基礎，並根據相關基本學力要求，以此為設計課程的方向，讓學生在完成課程後達到要求具備的素養。例如：擬定《環保達人》的校本課程時（示例詳見【附錄一】），便須先參考與主題相關的基本學力要求，即 C-9「能探討全球生態環境問題及其保護對策，並關注本澳的生態環境現況。」來設計課程。校本課程的教學內容必須能帶出相關的基本學力要求，而課程也需要就本科目的基本理念，以及本課程指引建議的教與學策略和評核策略來做規劃。

在設計校本課程時，學校可以靈活設定符合基本學力要求的教學目標，並按

本課程指引建議的教與學策略和評核策略，設計相應的教學流程和教學框架。《環保達人》校本課程示例共有六節課，旨在通過不同類型的課堂和校外活動，讓學生在認識全球及本澳生態環境問題的基礎上，樹立正確的環境倫理觀、資源觀和可持續發展觀，並逐漸形成關懷自然的生活態度以及參與環保的行為習慣。課程示例中包含了多種具有啟發性的教與學活動，如：設計問卷、街坊路人、小組匯報、製作短片、課堂討論、多媒體軟件互動答題等。教師在這些活動中透過觀察、提問及檢視學生的學習表現，評鑒學生的能力、態度及對知識的理解程度，從而給予學生回饋，並根據這些回饋調整教學計劃和策略。

當然，學校在擬定校本課程時，也需考慮自身的行政支援（如本科目教學時間分配、人力資源、學校政策）、教師的專長及專業發展、學校環境、學生能力、家長支持、社區資源和支持等，致使課程能在各方面的充分配合下完善地發揮。因此，在制定上述校本課程時，如教師期望帶領學生做街坊調查，或是安排學生拍攝環保短片，建議教師需要事先作出規劃，例如人手、時間方面的協調，以確保活動流程順暢，並預先與學生確立活動常規，以免學生不按時限進行活動，影響教學進度。總之，教學活動的安排，需要學校、教師、學生、家長和社區各方面的相互配合。課程在周全的規劃下，才能順利的實施。

在檢視和考慮上述各方面的條件後，學校便能具體計劃和實行符合校情的校本課程。當然，課程在實施時難免會受到不同因素的影響，學校需留意實施時的動態，彈性作出相應的調節。

## 4.2 基本學力要求與學習內容的配對參考

為達到本科目各主題的基本學力要求，本部分將提供學生在相應教育階段主要應涉獵的學習主題/單元內容及課時安排建議，作為各學校擬定校本課程的參考。

在擬定校本課程時，各學校須注意本科目的時間分配。根據政府訂定的《正規教育課程框架》，高中教育階段自然科學科目的教學活動時間應不少於 5600 分鐘。學校可依照此要求靈活地分配整個高中教育階段自然科學科目的教學活動

時間，以配合其他科目開展的需要。

表 4-1、表 4-2、表 4-3 和表 4-4 分別列出了「科學探究」、「科學史和科學本質」、「環境和資源」和「近現代科技」四個主題的基本學力要求與建議學習內容及教學時數的配對參考。本指引提供的配對參考是以澳門本地高中自然科學課程的教學環境為基礎，以中國內地、中國香港和新加坡三個地區（國家）的高中自然科學課程為借鑒，並在徵詢多位澳門一線教師意見的情況下所提供的建議。

需要強調的是，表中的教學時數是針對學力要求提出的，也就是說完成基本學力要求的時數，而不是相關學科內容的教學時數。當然，教師在實施課程的過程中，可以根據學校實際情況和教學傳統對學習主題、單元內容以及教學時數分配等做靈活的調整，但課程必須涵蓋全部的基本學力要求。

表 4-1 「科學探究」主題的基本學力要求與建議學習內容及教學時數的配對參考

| 科學探究       |                                                  |                                                                                                                                                     |            |
|------------|--------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 基本學力要求(編號) | 基本學力要求(內容)                                       | 建議學習內容                                                                                                                                              | 建議課時       |
| A-1        | 理解探究是自然科學的本質屬性，也是人的一種生存方式和生活態度。                  | 「科學探究」主題不涉及具體的學科內容，該主題基本學力要求的落實應當融入到不同學科內容的教學中，並貫穿於整個高中教育階段。「科學探究」主題的學習不是一朝一夕完成的，而是一個循序漸進、不斷積累的過程。本指引 5.2.1 部分通過一個具體案例展示了如何在日常教學中落實「科學探究」主題的基本學力要求。 | 無具體教學時數的建議 |
| A-2        | 理解以批判性思維處理證據的重要性，包括證據在支持、修正或反駁所提出科學理論中的重要作用。     |                                                                                                                                                     |            |
| A-3        | 初步學會提出適切的科學問題和社會性科學議題，並辨識問題的關鍵所在。                |                                                                                                                                                     |            |
| A-4        | 初步學會利用事實、經驗或科學理論進行邏輯推理及作出假設。                     |                                                                                                                                                     |            |
| A-5        | 嘗試運用批判性思維對問題提出有創意的構想和具可行性的解決方案。                  |                                                                                                                                                     |            |
| A-6        | 通過圖書館、互聯網、多媒體資源庫等不同途徑搜尋所需科學資訊，並初步學會對這些資訊進行分類與概括。 |                                                                                                                                                     |            |
| A-7        | 嘗試評估所獲資訊和觀測結果的品質，並明辨影響品質和可靠性的因素。                 |                                                                                                                                                     |            |
| A-8        | 初步學會憑藉直接證據和間接證據推演出正確結論。                          |                                                                                                                                                     |            |
| A-9        | 初步學會使用圖表顯示研究結果和運用科學術語撰寫研究報告。                     |                                                                                                                                                     |            |
| A-10       | 能學會通過小組合作完成某項科學探究活動，並知道分工與合作對進行探究的重要性。           |                                                                                                                                                     |            |

表 4-2 「科學史和科學本質」主題的基本學力要求與建議學習內容及教學時數的配對參考

| 科學史和科學本質   |                                             |                                                              |            |
|------------|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|------------|
| 基本學力要求(編號) | 基本學力要求(內容)                                  | 建議學習內容                                                       | 建議課時       |
| B-1        | 初步瞭解科學與技術的區別和聯繫。                            | 這三個條目僅涉及科學本質的內容，它們在很多科學史的內容中都能體現。教師可以根據教學情況適時地引入和落實這三條基本學力要求 | 無具體教學時數的建議 |
| B-2        | 初步認識科學是社會和文化傳統的一部分，科學觀念受社會和歷史背景的影響。         |                                                              |            |
| B-3        | 通過認識科學發展的歷史，瞭解科學的進化和變革。                     |                                                              |            |
| B-4        | 從元素週期表的發現史中，初步認識到科學家對世界可知的信念以及這種信念對科學研究的影響。 | 元素週期表                                                        | 3          |
| B-5        | 從苯環結構的發現史中，瞭解到創造和想像在科學發展中的重要作用。             | 苯<br>芳香烴                                                     | 3          |
| B-6        | 從原子結構模型的發展史中，認識建構模型對科學探索的價值及其局限。            | 原子結構                                                         | 6          |
| B-7        | 瞭解伽利略和牛頓對科學的貢獻及其實驗方法在科學發展中的重要性。             | 力<br>牛頓運動定律<br>萬有引力定律                                        | 6          |
| B-8        | 通過瞭解西方科學對光的本質認識的歷史，體會理論學說或規律在科學中具有不同的作用。    | 光<br>波粒二象性                                                   | 6          |

|      |                                       |                           |   |
|------|---------------------------------------|---------------------------|---|
| B-9  | 初步瞭解人類對電磁交互作用的認識過程及其對人類社會產生的影響。       | 電磁感應<br>交變電流<br>電磁波       | 6 |
| B-10 | 能分析、說明細胞學說建立的過程，認識科學發現的主要特點。          | 細胞學說                      | 4 |
| B-11 | 能分析、說明人類對遺傳物質的探索過程，理解實驗技術在科學研究中的重要作用。 | 遺傳規律與 DNA                 | 6 |
| B-12 | 能簡述生物進化思想的形成與發展，體會科學發展與社會、文化及宗教等的關係。  | 神創論與進化論                   | 4 |
| B-13 | 知道近代天文學和地球科學的發展，說明其對人類文明進步的意義。        | 地球的科學(包括地質學、海洋學、天文學、氣象學等) | 6 |

表 4-3 「環境和資源」主題的基本學力要求與建議學習內容及教學時數的配對參考

| 資源和環境      |                                          |                     |      |
|------------|------------------------------------------|---------------------|------|
| 基本學力要求(編號) | 基本學力要求(內容)                               | 建議學習內容              | 建議課時 |
| C-1        | 認識氯、氮、硫、矽等常見非金屬的重要化合物及常見金屬的循環再造對生態環境的影響。 | 非金屬及其化合物<br>金屬及其化合物 | 6    |
| C-2        | 瞭解居室裝修材料的主要成分及其對人體健康的影響。                 | 甲醛                  | 2    |
| C-3        | 知道本澳光污染、白色污染、電磁污染和其他環境污染的情況及其產生的危害。      | 環境污染                | 6    |
| C-4        | 瞭解核能的應用以及核電站放射性廢料妥善處理的必要性和方法。            | 核能的利與弊              | 2    |
| C-5        | 瞭解填海造地對生態環境造成的影響。                        | 填海造地的利與弊            | 3    |
| C-6        | 能討論城市化、工業化與環境保育三者間的平衡關係。                 | 地區的城市化與工業化          | 4    |
| C-7        | 能討論生物多樣性的形成及其意義。                         | 生物多樣性的形成            | 3    |
| C-8        | 能分析、說明生態系統的能量流動和物質循環，並探討這些規律的實際應用。       | 生態系統及穩定性            | 6    |
| C-9        | 能探討全球生態環境問題及其保護對策，並關注本澳的生態環境現況。          | 環保達人                | 6    |

表 4-4 「近現代科技」主題的基本學力要求與建議學習內容及教學時數的配對參考

| 近現代科技      |                                                        |                         |      |
|------------|--------------------------------------------------------|-------------------------|------|
| 基本學力要求（編號） | 基本學力要求（內容）                                             | 建議學習內容                  | 建議課時 |
| D-1        | 認識乙烯、氯乙烯、苯的衍生物等在化工生產中的重要作用，能舉例說明高分子材料在生活等領域中的應用。       | 幾種基本的化工原料<br>應用廣泛的高分子材料 | 4    |
| D-2        | 初步瞭解常見物質的組成和結構的檢測方法，知道質譜儀、核磁共振儀、紅外光譜儀等現代儀器在測定物質結構中的作用。 | 物質的檢測                   | 4    |
| D-3        | 初步瞭解雷射和光導纖維的工作原理及其在生產、生活中的應用。                          | 雷射<br>光導纖維              | 4    |
| D-4        | 通過認識顯微鏡、望遠鏡和 X-射線衍射等，瞭解科技對人類社會的促進作用。                   | 顯微鏡和望遠鏡<br>X-射線         | 3    |
| D-5        | 能舉例說明人造衛星技術在生活中的應用。                                    | 人造衛星                    | 2    |
| D-6        | 瞭解液晶的微觀結構，知道高清晰度電視與顯像管電視的主要區別。                         | 液晶<br>電視                | 3    |
| D-7        | 瞭解通訊設備和網路技術對人類經濟、社會發展的影響。                              | 資訊化社會                   | 2    |
| D-8        | 能關注基因組和基因診治方面的資訊，瞭解人類基因組計劃的意義並舉例說明基因工程對生產、生活的影響。       | 基因工程                    | 3    |
| D-9        | 搜集有關幹細胞研究發展進程和應用的資訊，瞭解幹細胞研究對人類的意義。                     | 幹細胞的分類、應用及爭議            | 6    |
| D-10       | 關注克隆技術和器官移植技術的發展及其可能導致的社會倫理問題。                         | 克隆技術與細胞工程<br>器官移植技術     | 3    |

## 5. 課程實施

### 5.1 課程實施的基本理論

一般而言，課程實施是指將課程方案付諸行動的過程，通過這一過程將觀念形態的課程轉化為學生所接受的課程，其目的在於縮短課程現狀與課程改革理想間的距離。如何把《高中自然科學基本學力要求》的理念與條文有效地落實在日常的教學中是本章所關注的焦點問題。

在課程理論中，我們把對課程實施過程本質的不同認識以及支配這些認識的相應的課程價值觀稱為課程實施的取向。課程實施的取向大致分為三種：忠實取向（fidelity orientation）、相互適應取向（mutual adaptation orientation）和課程創生取向（curriculum enactment orientation）。

忠實取向將課程實施過程看作是忠實地執行課程方案的過程，它主張課程實施者完全執行課程專家原先規劃的意圖與理念，假定課程改革的渴望結果是忠實于原先的課程計劃，不鼓勵課程實施者在具體的情境中因應變化對課程計劃進行修改。預期課程方案的實現程度成為衡量課程實施成功與否的標準。實現程度高，則課程實施成功；實現程度低，則課程實施失敗。

相互適應取向將課程實施過程視為課程改革計劃與班級或學校實踐情境在課程目標、內容、方法、組織等方面相互調整與適應的過程。這種取向強調課程實施不是單向的強迫接受，而是雙向互相影響的改變歷程。所謂相互適應，一方面，既定的課程計劃會發生變化，以適應具體實踐情境的特殊需要；另一方面，教師本身需要改變自己原來的教學方法、價值觀等，以適應課程改革計劃的要求。在這種取向看來，如果要成功地落實課程計畫，課程與教師雙方均要作出調適，課程實施的關鍵在於相互適應，而非標準化。

課程創生取向將課程實施過程看成是師生在具體教學情境中聯合締造新的

教育經驗的過程，這個過程本身就是課程研制的一部分。已經設計好的課程方案僅僅是供這個經驗創生過程選擇的工具而已，是一種課程資源。

根據上述三種取向的立場，可以看出，忠實取向強調課程方案由課程專家所設計發展，教師只是被動地接受採用。相互適應取向著重課程設計人員與課程使用者之間雙向溝通、相互影響的過程，而且課程實施過程中發生相互適應的現象是具有必然性的。課程創生取向則注重在具體的教學情境中師生的互動合作，以共同建構並創造彼此的教育經驗。我們認為，課程實施取向只是對具體的課程實施活動做一種理論上的提升，它們從不同方面揭示了課程實施的本質。在實踐過程中不會存在純粹的忠實取向、相互適應取向或課程創生取向，也很難將其清晰地劃分。課程實施取向只是在一定程度上展現了教師實施課程時的傾向性。

就本科目的課程實施而言，學校和教師對《高中自然科學基本學力要求》中的課程目標和基本學力要求的實施應採用忠實取向，以確保學生在完成高中階段的學習後，可以達到所應具備素養的基本要求。在遵循《高中自然科學基本學力要求》內容的前提下，學校和教師亦可結合本校的辦學理念、行政支援和學生發展的需要，採用相互適應取向或課程創生取向，自主訂定校本學力要求以及發展相應的校本課程，並對本校的高中自然科學課程做出整體規劃。

## 5.2 本科目的學與教

《高中自然科學基本學力要求》是本科目教學的基本依據。《高中自然科學基本學力要求》旨在全面提高學生的科學素養，宣導探究式學習，重視科學技術與社會之間的關係以及科學的人文性。因此，教師應在認真學習和領會《高中自然科學基本學力要求》的前提下，結合學校和學生的實際，創造性地進行教學。為此本指引提供以下學與教策略的建議以及相關的教學案例，所提供的建議不追求全面，而是有針對性地強調本科目教學中值得注意的幾個問題。

### 5.2.1 重視科學探究，引導學生探究學習

在理科教育中，「科學探究」指的是「學生們用以獲取知識、領悟科學的思想觀念，領悟科學家們研究自然界所用的方法而進行的各種活動」(NRC, 1996)。從這個意義上來說，科學探究是一種學習方式，也即探究學習；同時，也是一種教學方式，即探究教學。一般認為，科學探究涉及實驗、觀察、測量、分類、討論、歸納等多種科學方法，包涵提出問題、作出假設、制定計劃、實施計劃、收集證據、分析和解釋證據、結論與評價、表達與交流等基本過程。但是，需要指出的是，科學探究並沒有固定的程式，它在很大程度是一個循環過程，而且循環的路徑也不是固定不變的。圖 5-1 是關於科學探究過程的一種表達。由圖 5-1 所示，「推出結論和評價」之後可以是「修改假設」或「重新設計」，也可以是「重複」進行探究活動。

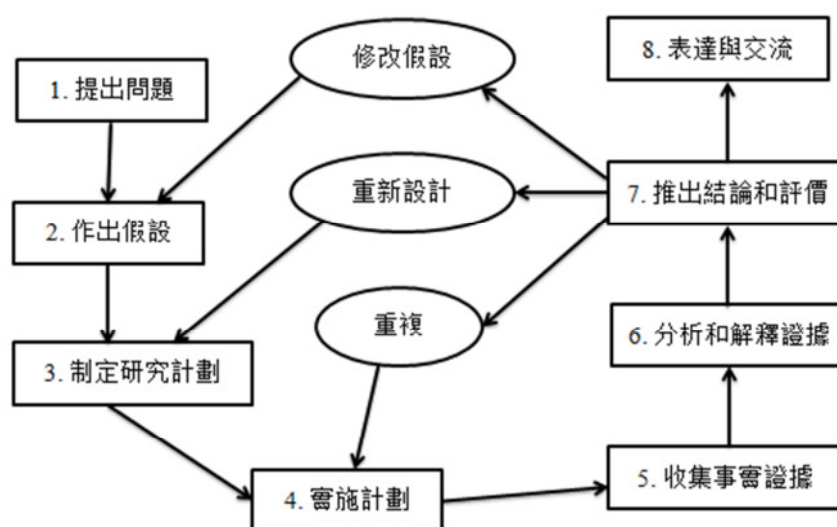


圖 5-1 科學探究過程

此外，我們認為，新近的關於「科學實踐」(science practice)的研究成果對

於理科教師理解科學探究以及開展科學探究教學是有啟示作用的。「科學實踐」理論認為，真實的科學探究以及工程設計有三種方式：一是即從真實世界的事實或實驗出發去獲得證據；二是由已有的理論或模型出發，提出猜想或假設然後做出解釋或提出解決方案；三是科學家（工程師）之間（科學共同體）的評論、質疑和辯論，以便糾正錯誤，形成共識（NRC，2012）。在實際的理科教學中，第一種方式較為常見，第二種和第三種則較為少見，需要加強。這三種方式之間的關係可由圖 5-2 表示。

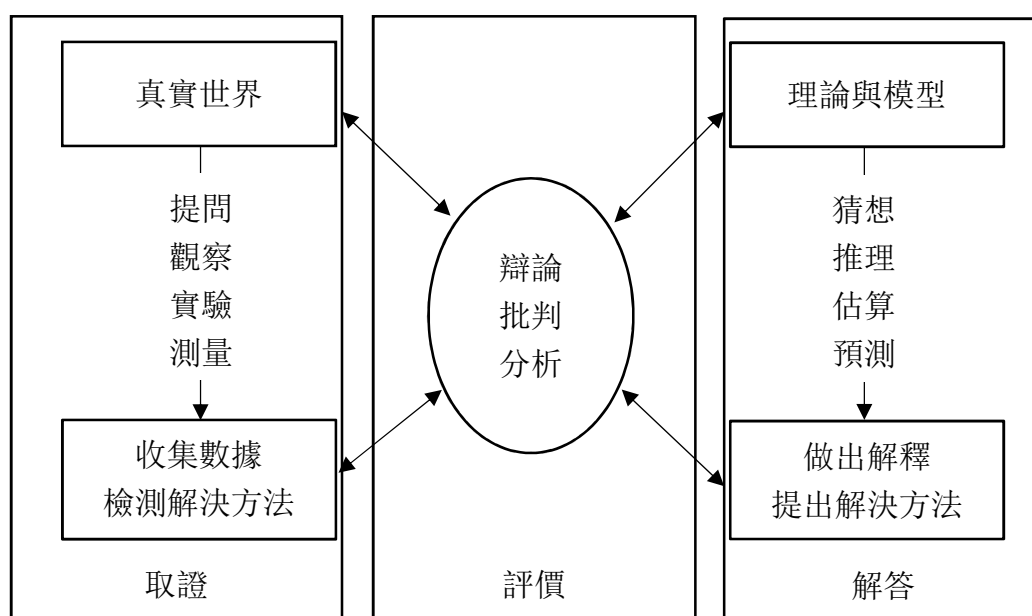


圖 5-2 科學實踐

通過科學探究或科學實踐培養學生的探究意識和探究能力是提高學生科學素養的一個重要方面，也是高中自然科學教育的一個重要途徑。在實際教學中，教師組織探究活動時應注意以下幾個問題。第一，探究活動要有明確的教學目標。強調學生的學習過程，並不是忽視學習成果，而是對學習成果有更高的要求，探究是達成這些成果的重要途徑。每一次探究活動都要有明確的教學目標，以便有針對性地完成活動過程的設計，也便於在活動之後檢驗教學成果。第二，

要有值得探究的問題和研究任務。每個探究活動應有學生未知答案的問題。如果學生已經知道答案，就不可能經歷真正的探究。除了教材中的活動案例外，教師也可以用多種方式創設問題情境，鼓勵學生提出自己感興趣的問題，並選擇其中最有探究價值的問題作為小組或全班共同研究的課題。第三，要有民主的師生關係和求真求實的氛圍。科學探究活動的開展需要民主的師生關係和求真求實的氛圍。教師要鼓勵學生，並給每個學生以盡可能多的機會來提出個人的想法，並運用證據和邏輯展開討論。討論問題時，教師和所有學生應處於平等的地位。教師在組織教學的過程中，應注意引領並鼓勵學生勇於探索，使他們始終保持自信心。

### 【教學案例】

下面以「探究原電池的構成條件」活動（表 5-1）為例，展示如何在教學中開展探究活動以及「科學探究」主題的基本學力要求在某一探究活動中的體現。

表 5-1 探究原電池的構成條件

|      |                                                                 |      |      |
|------|-----------------------------------------------------------------|------|------|
| 實驗用品 | Zn 片、Cu 片、石墨棒、Fe 片、稀硫酸、稀鹽酸、無水乙醇、蒸餾水、水果（檸檬、番茄、蘋果等）、導線、電流錶、燒杯、玻璃槽 |      |      |
| 實驗目標 | 根據已具備的氧化還原反應知識和電學知識，利用提供的實驗用品，設計一套電池裝置。                         |      |      |
| 實驗過程 |                                                                 |      |      |
| 方案   | 實驗用品                                                            | 實驗操作 | 實驗現象 |
| 1    |                                                                 |      |      |
| 2    |                                                                 |      |      |
| 實驗   |                                                                 |      |      |

這個活動的開展可以分 6 個步驟，依次是：提出問題、制定實驗方案、實施實驗、討論與交流、小組匯報、歸納整理。

【提出問題】在學生瞭解原電池工作原理的基礎上，教師引導學生思考構成原電池的基本條件有哪些，應如何歸納。

【制定實驗方案】請學生以小組為單位，根據具備的氧化還原反應知識和電學知識，利用提供的實驗用品，設計一套電池裝置，並畫出設計的裝置簡圖。

【實施實驗】請各小組根據自己制定的實驗方案，實施實驗，並記錄下實驗用品、實驗操作的過程和實驗現象。

【討論與交流】根據已具備的氧化還原反應知識和實驗現象，請學生推斷構成原電池的條件，並在小組內與同伴討論交流。

【小組匯報】各小組派請代表匯報各自的實驗方案和實驗結論。

【歸納整理】在小組匯報的基礎上，教師引導學生歸納原電池的構成的基本條件。

基於上述活動步驟，該探究活動體現了以下四條「科學探究」主題的基本學力要求。分別是：(1) 嘗試運用批判性思維對問題提出有創意的構想和具可行性的解決方案 (A-5)；(2) 初步學會憑藉直接證據和間接證據推演出正確結論 (A-8)；(3) 初步學會使用圖表顯示研究結果和運用科學術語撰寫研究報告 (A-9)；(4) 學會通過小組合作完成某項科學探究活動，並知道分工與合作對進行探究的重要性 (A-10)。

值得一提的是，某一個科學探究活動不太可能將所有的「科學探究」主題的基本學力要求都體現出來，我們這裡僅僅是對「科學探究」主題的基本學力要求融入具體教學的方式進行一個簡單的舉例說明，供教師們參考借鑒。

### 5.2.2 融入科學史的科學本質教學

《高中自然科學基本學力要求》的一個課程目標是引導學生理解科學的人文性，逐步認識科學的本質。這一課程目標的提出主要是基於科學史和科學本質是科學素養的兩個關係密切的重要主題。首先，科學史在科學教育中具有多重角色與功能，具體包括：(1) 科學理論的歷史發展均相對應於該理論的邏輯結構，學習科學史有助於理解科學的邏輯結構；(2) 由科學史可以了解科學家面對問題時的思考或實驗探究的歷程，有助於學生領悟解決問題的方法；(3) 適當的科學史例子，可幫助學生領悟科學家創造的過程；(4) 讓學生了解科學理論是持續的改變著，也因而使學生能開闊心胸，接受錯誤；(5) 讓學生了解科學與社會之間的關係，縮小科學與人文的鴻溝。一般說來，科學史的內容往往比較直觀具體，容易引起學生的學習興趣。但是，有關科學本質認識的基礎來源於科學哲學和科學社會學，涉及的內容較為抽象。如果教師僅僅教條式地讓學生記憶科學本質的條目和內容，那麼學生很難對科學本質予以真正的理解。因此，關於科學本質的正確認識需要通過適當的教學方法來傳授。研究表明，在科學教學中融入科學史，讓學生在特定的歷史背景或框架中學習科學，可以使學生更準確地領悟科學本質，因為科學本質的相關內容會在科學史中具體、形象地體現出來。例如，某個科學問題是怎樣產生的？問題的解決方法是如何提出的？結論是在什麼基礎上形成的？當時及以後有沒有人對結論提出異議？等等。

英國科學教育學者 Monk 和 Osborne (1997) 在借鑒建構主義學習理論的基礎上，提出了融入科學史的科學本質教學模式（圖 5-2）。這個模式的特點是將科學史教學與教師所關心的學科內容結合起來，符合課堂教學的實際情況，比較容易在教學中實施。這一教學模式包括以下 6 個環節。

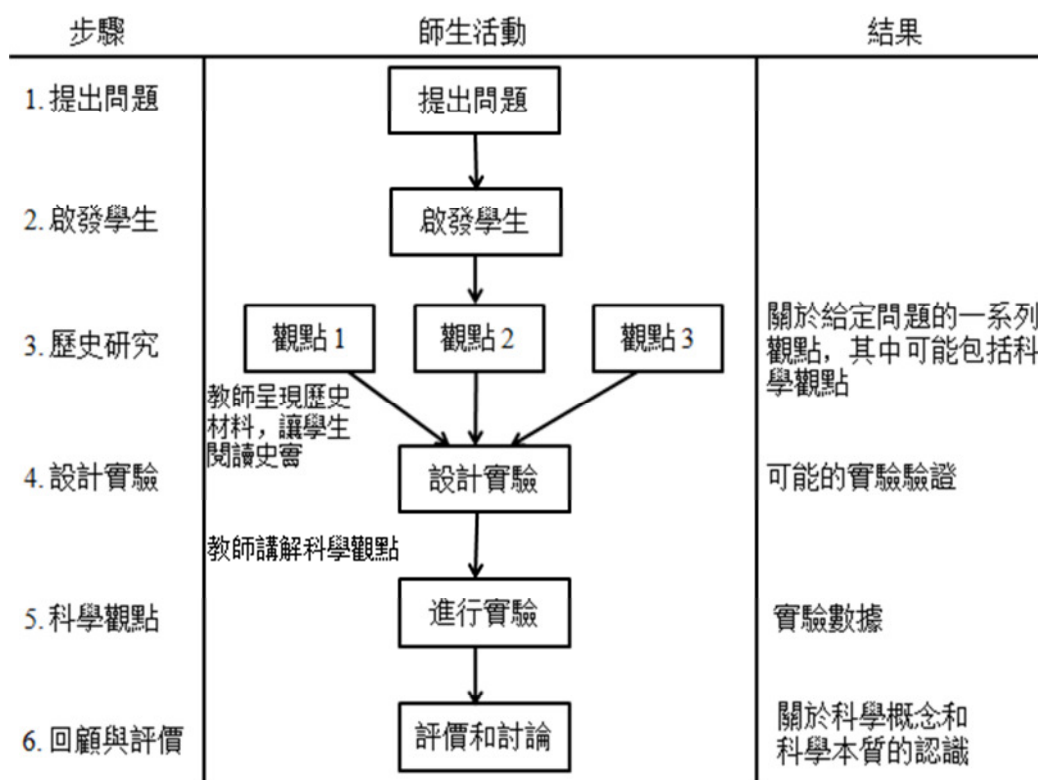


圖 5-2 融入科學史的科學本質教學模式

(1) 提出問題。這裡的問題應具有科學史意義，而且學生也能提出自己的見解，如光的本質、苯環的結構、植物生長條件等。問題可以由教師直接提出，也可以通過實物展示引起學生的思考，或者由所謂的「常識」問題而提出。

(2) 啟發學生。可以利用多種方法啟發學生對給定的問題提出自己的解釋或見解。教師對學生提出的所有觀點都應予以重視，但不要輕易做出正確或錯誤的判斷，同時還要鼓勵學生解釋為什麼會有這樣的想法。本步驟的關鍵是給學生提供發表意見的機會，儘量讓學生都參與思考，提倡以小組為單位的學習形式。

(3) 歷史研究。這是教學模式的核心部分，要求以歷史的角度來看待要研究的問題，為此要介紹以下的史實：(a) 古代科學家對給定問題的認識；(b) 當時的背景材料，包括經濟、社會、政治條件等；(c) 來自其他人（科學家）

的不同意見，但不一定是現代教科書上的觀點；(d) 爭論的焦點；(e) 對給定問題的認識的歷史年表。教師可以使用各種方法把上述材料呈現給學生，也可以讓學生閱讀有關材料，然後由學生小組彙報研究心得。通過歷史研究，讓學生理解任何時期的科學觀點都有其歷史淵源，科學認識的發展不是一蹴而就的。古代科學家的認識有的現在看起來很幼稚，但應明白這與他們所處的社會背景、所使用的實驗工具以及所信仰的哲學觀密切相關。

(4) 設計實驗。前兩個階段已建立了關於給定問題的多種解釋，其中有歷史的，有現代的；有科學家提出的，有學生提出的。現在的問題是，如何判斷一個觀點是正確的 還是錯誤的。本步驟要充分發揮學生的想像力和創造性，讓他們設計實驗驗證自己的觀點。設計方案的合理性和可行性可由班級其他學生來評判。教師要引導學生用現代的實驗方式來證實現代的解釋。

(5) 科學觀點。這個步驟是要向學生介紹教科書的觀點。教師的講解方式是簡短而正式的。但至少到目前為止，教師的講解也只是多提出了一個觀點，這個觀點並非是無可爭辯的絕對真理，因為人類的認識是不斷發展的。但與前幾步提到的觀點不同，這種觀點是基於現代科學並可以通過實驗的手段驗證的。

(6) 回顧與評價。本步驟的目的是讓學生對以上步驟給予一個評價性的思考，從科學認識論的角度理解科學概念和科學的本質。通過科學史學習學生對以下問題應有所認識：(a) 什麼是科學理論？(b) 什麼是科學知識？(c) 實驗的作用是什麼？(d) 科學家是怎样認知的？(e) 科學家是如何發現新知識的？(f) 科學知識是如何發展的？(g) 科學和技術對社會有何影響？當然，對上述問題的理解是一個漸進的過程，不能指望通過對一個科學問題的歷史考察而讓學生獲得全面的理解。

總的來說，這一教學模式能夠促進學生理解以下科學本質的內涵。第一，讓學生瞭解科學實驗的目的不是盲目的試驗探索，而是驗證科學家心中早已存

在的想法；第二，提供在歷史上科學理論被推翻或被取代的題材，可讓學生體會科學知識的暫時性特質；第三，讓學生瞭解到，自己學習科學概念的過程與當初科學家形成科學知識的過程有相似之處，科學家和常人一樣也會犯錯誤。需要指出的是，任何教學模式都不可能適用於所有內容的教學。因此，教師在實際教學中，可以依據具體的教學內容和教學情境靈活地對這一模式進行調整，比如省略某個教學環節或者對某個環節的處理方式進行修改，使其更符合自己的教學需要。

### 【教學案例】

下面我們以「牛頓第一定律」課題為例，展示如何在教學中基於 Monk 和 Osborne 的教學模式開展科學本質教學，供教師們參考。該課題的教學意在落實「瞭解伽利略和牛頓對科學的貢獻及其實驗方法在科學發展中的重要性」(B-7) 這一基本學力要求。

具體教學流程如下：

(1) 提出問題。由於學生在初中時期已經學習過「牛頓第一定律」，因此在教學伊始為了提升學生的新鮮感，激發學生的學習興趣，本課題的教學從撕紙條遊戲開始。

教師：如果把紙條剪成三截，但未完全剪斷，如果迅速用力撕兩邊，紙條會斷成幾截？

幾乎所有的學生猜三截。讓學生動手操作兩次，結果所有的結果都是兩截。

教師：如果在紙條的中間夾一個夾子，然後迅速撕兩邊，紙條會斷成幾截？

學生操作後發現紙條變成了三截。

教師：這個遊戲實際上涉及到一個物理學史上古老而經典的問題——力和運動的問題。同學們是否還記得初中上課時接觸過的「小車運動」實驗？

教師演示實驗——推動小車，小車在桌面上運動；小車離開手後，在桌面

上運動一段距離，最終停下來。

教師：用力撕紙條，紙條斷開運動起來；用力推小車，小車在桌面上向前運動。這些現象說明：力能改變物體運動的狀態，那麼運動和力之間究竟存在什麼關係呢？我們又如何解釋上述現象？下面請同學們分組討論。

(2) 啟發學生。學生針對上述問題討論後，可能會提出多種解釋和觀點，如：①小車在手的推動下運動，離開手一段距離後停止，說明運動需要力來維持；②並非力維持了物體的運動，而是力的作用對物體施加了某種「能量」使物體運動，當「能量」耗盡時，運動停止，小車的運動就是這樣；③運動不需要力來維持，運動的物體在不受力的情況下，可能繼續運動，小車在離開手後之所以停止運動，是因為受到了桌面對它的阻力。

教師：非常好，各組同學對這些現象都提出了自己的觀點，在物理學的發展史上，關於力和運動關係的爭論持續了2000多年，這其中經歷了多位科學家、多種理論的不斷發展才有了今天人們對這一問題的正確認識，而大家通過思考和討論所提出的某些解釋，就恰恰和某一時期、某位科學家提出的觀點不謀而合，那麼這些科學家分別是誰？他們又各提出了什麼樣的觀點呢？下面就讓老師帶領大家走進物理學史的世界。

(3) 歷史研究。針對牛頓第一定律發展歷程的三個主要時期（亞裡士多德的「運動維持」論；布裡丹等人的「衝力理論」；伽利略的理想實驗及笛卡爾、牛頓總結出的「慣性定律」），教師可通過多媒體資料或閱讀材料向學生呈現每一時期的如下史實：(a) 科學家對該問題的看法；(b) 其所使用的科學研究方法；(c) 當時的背景資料，包括經濟、社會、政治條件等；(d) 對該觀點的科學評價。

教師呈現歷史資料後，要求學生自主學習，合作討論，按照時間和事件對該問題做出總結的歷史年表，並由學生小組匯報研究心得，教師予以點評。

(4) 設計實驗。學生在建立了各種觀點並對其歷史背景有所瞭解後，接下來就是通過實驗來驗證他們的觀點了。教師提供給每個小組一套雙斜面實驗裝

置，要求學生小組合作完成三項探究內容：①右斜面傾角固定；②右斜面傾角增大或減小；③右斜面水準放置。探究的順序、方法和具體操作步驟由學生自行決定，實驗過程中請學生記錄實驗結果，並做出邏輯推理，教師最後總結各組實驗結論並組織學生討論。

(5) 科學觀點。在討論、總結各小組的實驗結果後，教師引導學生推理得出教科書上的結論：如果物體在水平面上運動時不受阻力的作用，那麼它將一直做勻速直線運動。雖然課堂設計實驗無法創造理想條件，規避摩擦力，但可通過現代科技手段設計理想實驗，驗證伽利略的猜想。教師給學生觀看「驗證牛頓第一定律」實驗演示視頻，展示理想情況下精確的實驗結果，幫助學生轉變原有觀念，主動建構正確的科學觀念。

(6) 回顧與評價。教師引導學生對本課題所學的知識進行總結歸納，在理解和記憶牛頓第一定律的同時，檢驗學生在學習了牛頓第一定律的發展歷程後，是否對其所涉及的科學本質相關內容有所建構，是否初步認識到科學的社會性、連續性以及方法的多樣性。例如，教師可以讓學生思考並回答以下問題：(a) 有人會說亞裡士多德提出的觀點都是錯誤的，為什麼還要學習他的理論，對此你怎麼看？(b) 有人會說牛頓第一定律也沒什麼了不起的，只不過是牛頓比較會投機取巧，把人家的東西變成了自己的東西，你同意這一觀點嗎？

### 5.2.3 重視學生關於科學本質的前概念

通過日常生活與科學的接觸以及高中之前自然科學課程的學習，學生對科學的本質必然存在一定的認識，這種認識往往是片面或不準確的，而且又比較根深蒂固。因此，建議教師利用科學本質的相關測量工具（詳見 6.3 部分）考查學生關於科學本質的前概念，以便在高中階段的教學中有針對性地幫助學生轉變關於科學本質的錯誤認識，進而使學生更準確地理解科學本質。

美國學者 McComas (1998) 曾羅列出 15 個在科學教育界最常見的關於科學本質認識的錯誤觀念，我們將這 15 個錯誤觀念列於表 5-2，希望在教學中重

點關注。

表 5-2 關於科學本質認識的錯誤觀念

| 序號 | 錯誤概念                      | 正確認識                                                       |
|----|---------------------------|------------------------------------------------------------|
| 1  | 假設成為理論，理論又成為定律。           | 假設必須經過實踐證明才能成為理論，而理論和定律不會相互轉化，兩者是不同類型的科學知識。                |
| 2  | 科學定律是絕對的。                 | 科學定律在新的證據面前可能要改變。                                          |
| 3  | 假設是推測。                    | 假設是指提出解釋的主張但尚未被證明；推測是指根據已有的事實證據猜測未知的事情。                    |
| 4  | 普遍適用的科學方法。                | 沒有唯一的科學方法，科學方法是多樣的。                                        |
| 5  | 認真地積累證據將會                 | 科學知識是在對自然界觀察的基礎上運用人類的想像和邏輯推理創造出來的。                         |
| 6  | 帶來科學知識。<br>科學及其方法提供絕對的證據。 | 科學追求客觀和精確，但科學的“偏見”是不可避免的。                                  |
| 7  | 科學更多的是程式化的而不是創造性的。        | 科學研究的整個過程需要人類豐富的想像力和創造力。                                   |
| 8  | 科學及其方法可以回答所有問題。           | 科學不能為所有問題提供完整答案。                                           |
| 9  | 科學家特別客觀。                  | 科學家個人的知識背景、信念和經歷等主觀因素會影響科學研究。                              |
| 10 | 實驗是獲得科學知識的主要途徑。           | 科學知識極大地依賴於觀察、實驗驗證、理性辯論和懷疑，但並非全部如此。                         |
| 11 | 科學結論的複檢以精確為目的。            | 科學結論的複檢是為了檢驗某項科學知識能否被接受。                                   |
| 12 | 新的科學知識的接受是直截了當的。          | 科學知識必須接受科學界同行的審核。                                          |
| 13 | 科學模型代表事實。                 | 科學模型是用物質形式或思維形式對原型客體本質關係的再現，並非與原型在外部特徵、質料、結構和形態上完全一致。      |
| 14 | 科學和技術是一回事                 | 科學的任務是揭示自然的本質和內在規律，目的在於認識自然；技術的任務是滿足社會生產和生活的實際需要，目的在於改造自然。 |
| 15 | 科學是孤獨的求索                  | 科學是一項複雜的社會活動。                                              |

#### 5.2.4 注重科學、技術、社會與環境相互關係的教學

引導學生理解科學、技術、社會、環境之間的關係，並學會分析與科學有關的社會議題是本課程的重要目標和內容，也是培養學生對自然和社會責任感的重要途徑。教師應重視科學、技術、社會、環境相互關係的教育，通過具體事例說明學生認識科學與社會發展的緊密聯繫。

科學、技術、社會、環境相互關係的問題涵蓋面很廣，包括全球性的、國家的、地區的科學技術與社會生活、生產、發展相關的問題。教師要引導學生關注澳門本地和學校所在地區的、與學生現實生活相關的問題，使學生積極思考這些問題，嘗試參與社會決策，培養學生的社會責任感。此外，在教學中還應注意介紹與科學相關的職業現狀和發展趨勢，為學生選擇學習和職業方向奠定必要的基礎。

在教學方式上，教師應盡可能地採用圖片、幻燈、電影、錄影、光盤等多媒體素材，強化視聽效果。在課堂上組織討論、辯論、角色扮演等活動，鼓勵學生積極發表通過自己收集信息所形成的有關見解，提高參與社會決策的意識和能力。

在科學、技術、社會、環境相互關係的教育中，社會性科學議題（Socioscientific Issues，簡稱 SSI）是近幾年逐漸發展起來的新型科學素養教育方式。社會性科學議題指由當代科學技術研究開發所引起的一系列與社會倫理道德觀念和經濟發展緊密相關的社會性問題，例如克隆技術和基因工程等高新產品給社會倫理觀念和生態環境保護帶來的難題。通過對社會性科學議題的教學，發展學生的思維與做決策的能力，已被國際科學教育界認為是科學教育的重要目標之一（蔡鐵權，2009）。目前，有關社會性科學議題的教學模式有好幾種，以下介紹兩種有代表性的教學模式，供教師們參考。

第一種教學模式是 Burnham 和 Mitchell（1992）開發的 5 階段教學模式，它使用的對象是高中以上的學生，旨在探討與課程直接相關的科學議題引發的社會爭議。這一教學模式的 5 個階段以及每個階段的具體做法如表 5-3 所示。

表 5-3 Burnham 和 Mitchell 的五階段教學模式

| 階段 | 內容      | 具體做法                                                                       |
|----|---------|----------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 觀察      | 播放錄音帶或讓學生閱讀新聞稿，再以提問的方式幫助學生進行觀察，目的是引領他們融入情境。                                |
| 2  | 問題與假設   | 由學生或教師引出與觀察情境相關的問題假設，問題的形式可能是「真相是什麼？」、「發生了什麼事？」、「誰是負責人？」、「如果你，該如何解決兩難的局面？」 |
| 3  | 收集資料    | 清楚描述事件情境後，教師提供或者要求學生收集代表各種不同立場的信息、資料。                                      |
| 4  | 道德爭議的分析 | 在這個階段中，要求學生盡可能嚴格的評核和比較議題在價值和內容上的優點。教師則是說明學生熟悉較為複雜的分析程式，提供更多樣的意見。           |
| 5  | 決策或解決辦法 | 學生從可以選擇的解決辦法中做出決定，當然他們必須瞭解達成共識是非常難的，而且答案不是唯一，當然也無法使所有人滿意。                  |

第二種教學模式是臺灣學者林樹聲在借鑒美國學者 Karplus 所提出的學習環教學模式基礎上，開發出一種適用於社會性科學議題教學的學習環教學模式。該教學模式共有 4 個階段，分別是探索、概念引入、理清爭議、遷移。每個階段的功能和目的、主要教學策略以及具體做法如表 5-4 所示（林樹聲，2004）。

表 5-4 SSI 學習環教學模式

| 階段   | 功能和目的                                          | 教學策略                | 具體做法                              |
|------|------------------------------------------------|---------------------|-----------------------------------|
| 探索   | 引起學習動機和學習興趣；促進學生使用已有的知識和技能                     | 教師提問；<br>小組/師生討論    | 播放議題相關影片；閱讀新聞；實物探究                |
| 概念引入 | 建立討論議題的知識基礎                                    | 講述；教師提問             | 介紹議題所涉及的概念                        |
| 理清爭議 | 瞭解議題的焦點、兩難和社會情境；瞭解不同角色在爭議中的立場及其支持立場的論據；思考解決的方案 | 教師提問；小組討論；角色扮演；同伴提問 | 提示兩難；收集和分析資料；思考不同角色的立場；小組討論準備解決方案 |
| 遷移   | 學習遷移                                           | 教師提問；小組/師生討論        | 說出其他同類型的社會性科學議題，並思考爭議的焦點          |

對上述兩種教學模式的比較發現，兩種模式大同小異，不管是哪種模式，其基本內容包括：①感知：對議題本身的感知；②探索：收集相關資料，瞭解社會上的個體或團體的不同意見；③提出觀點：學生根據收集的資料，表達個人觀點和態度，並提供相應的理由和證據；④討論：與同伴交流、討論、辯論，修正或轉變自己的決策；⑤決策，在分析、討論的基礎上，做出最終決策。教師在開展社會性科學議題教學時，可根據教學目標、自身教學特點和學生特點等對上述教學模式進行選用或改編。

表 5-5 「基因工程」的教學設計

| 課時安排     | 階段   | 教學活動                                                                                                                                                                                                              | 教學目的                                                     |
|----------|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| 第 1、2 課時 | 探索   | 分發關於種子大戰的材料，請學生閱讀，並組織學生小組討論。                                                                                                                                                                                      | 引起學生學習興趣，使其對基因的利弊有初步的認識。                                 |
|          | 概念引入 | <p>(1) 介紹有關基因的概念；</p> <p>(2) 呈現 DNA 雙螺旋結構以及蛋白質的組合之美；</p> <p>(3) 講述基因在實踐中的作用。</p>                                                                                                                                  | 使學生認識基因概念以及基因的作用。                                        |
| 第 3 課時   | 理清爭議 | <p>(1) 請學生在課前通過網絡、圖書館等收集資料，瞭解哪些食品是轉基因食品，哪些群體支持或反對轉基因食品以及轉基因食品可能會給我們的生活帶來怎樣影響；</p> <p>(2) 在課堂教學中舉辦辯論賽，以「你支持轉基因食品進入我們的生活嗎」為辯題，將學生分組為正反方或者正、反、中立三方，請各方依據自己所收集的資料證明本方所持的論點；</p> <p>(3) 教師對辯論賽進行總結，並組織學生討論解決爭議的方案。</p> | 讓學生瞭解轉基因食品爭議的焦點，知道不同角色在爭議中的立場以及支持立場的論據，培養學生參與社會決策的意識和能力。 |
| 第 4、5 課時 | 遷移   | <p>(1) 請學生課前查閱資料，瞭解轉基因生物的現況以及基因治療對人類疾病的利與弊；</p> <p>(2) 在課堂教學中分小組分析所收集的資料，討論是否應該在生物身上進行轉基因以及基因治療方案的可行性兩個議題。</p>                                                                                                    | 思考同類型的社會性科學議題，進行學習遷移。                                    |

## 【教學案例】

下面我們將以「基因工程」課題為例，展示如何在教學中基於林樹聲的 SSI 學習環教學模式開展社會性科學議題的教學，供教師們參考借鑒。該課題的教學意在落實「能關注基因組和基因診治方面的資訊，瞭解人類基因組計畫的意義並舉例說明基因工程對生產、生活的影響」(D-8) 這一基本學力要求。該課題教學的具體流程如表 5-5 所示。

### 5.2.5 倡導論證式教學

在科學教育中，論證式教學是指將科學領域的論證活動引入課堂，使學生經歷類似科學家構建理論知識一樣的評價資料、提出主張、為主張進行辯駁等論證過程，以促進學生對科學概念和科學本質的理解，並發展學生思維能力的教學方式。論證式教學非常重視科學證據，需要學生以闡述理由的方式來支持或反駁某個觀點，是一種充滿理性的教學方式。研究表明，論證在科學教學中具有以下四個方面的功能：(1) 幫助學生理解科學概念；(2) 發展學生的科學探究能力；(3) 幫助學生理解科學本質；(4) 促進學生批判性思維能力的發展（潘瑤珍，2010）。因此，基於論證的科學教學已成為當下國際科學教育的一種新趨勢。

目前，圖爾敏的論證模式（Toulmin's Argument Pattern，簡稱 TAP）是最為典型的論證模式，其內容包括資料、主張、論據、支持、條件限制和反例等 6 個要素及各要素之間的聯繫（圖 5-3）。在 TAP 模式中，「資料」指論證者能夠明確展現自身主張的基礎，並支持、擁護著主張；「主張」即結論，是論證者試圖建立其價值或說服他人接受的觀點或看法；「論據」作為由資料推論到主張過程中驗證的一步，可能是規則、原理或推論的依據；「支持」是大眾所接受的最基礎的假設，比如「水往低處流」、「地球是圓的」等，可用作支撐論據的正當性；「條件限制」指出了主張適用於何種情況，用以限制主張的範圍；「反例」

則與條件限制相反，說明了在哪些特殊情況下，主張不成立。

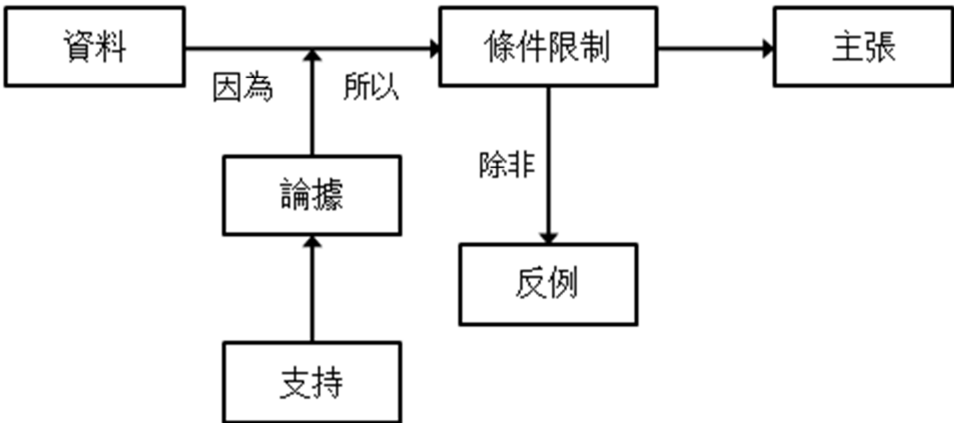


圖 5-3 圖爾敏論證模式

在實施論證教學時，選擇適當的教學策略是非常重要的。張大海（2015）提出使用「主張表」策略開展論證式教學。「主張表」是在參考 TAP 論證模式中 6 個要素的基礎上設計的表格，其內容包括現象的記錄、現象的初步解釋、證據的補充、他人的質疑、論證者對他人質疑的辯解和反駁以及論證者的最終結論等（表 5-6）。

表 5-6 論證活動的「主張表」

| 問題               | 主張 |          |
|------------------|----|----------|
| 我觀察到的現象是什麼？      |    |          |
| 我的初步解釋是什麼？       |    |          |
| 除此之外我還有哪些證據？     |    |          |
| 別人對我的解釋有無意見？     |    | 和我的解釋一致  |
|                  |    | 和我的解釋不一致 |
| 別人對我的解釋的質疑是什麼？   |    |          |
| 我認為他的說法是否合理？為什麼？ |    |          |
| 我最後的結論是什麼？       |    |          |

注：在實驗或操作過程中，主張表中「我觀察到的現象是什麼」一欄由學生根據觀察

填寫；在課堂教學過程中也可由學生通過閱讀教材或其他資料填寫。

### 【教學案例】

下面我們將以「細胞核是細胞生命活動的控制中心」這一論題為例，展示如何利用主張表策略進行論證式教學，供教師們參考借鑒。

具體的教學流程如下：

(1) 教師投影展示課前整理的有關資料：科學家將變形蟲切成兩半，一半有核，一半無核。無核的一半雖然仍能消化已經吞噬的食物，但不能攝取食物；對外界的刺激不再發生反應；電鏡下可以觀察到退化的高爾基體、內質網等。有核的一半情況則大不相同，照樣攝食，對刺激仍有反應，失去的伸縮泡可以再生，還能生長和分裂。如果用顯微鉤針將有核一半的細胞核鉤出，這一半的行為就會像上述無核的一半一樣。如果及時植入同種變形蟲的另一個核，各種生命活動又會恢復。

(2) 各學習小組內部討論，並填寫主張表的前三行。

(3) 教師隨機選取學習小組利用實物展臺展示主張表，其他學習小組對主張表內容進行評價，對所展示的主張表中的內容提出質疑，展示的小組可以對質疑進行反駁或對自己的主張進行修正。例如，有學習小組提供了如表 5-7 所示的主張表。

表 5-7 「細胞核是細胞生命活動的控制中心」主張表

| 問題               | 主張                                                                                                                                        |          |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| 我觀察到的現象是什麼？      | <p>(1) 有核部分能進行攝食、有應激性、生長和分裂等生命活動；無核部分則不能完成上述生命活動</p> <p>(2) 無核部分的高爾基體和內質網退化；有核部分可以再生出部分細胞器，還可以生長和分裂</p> <p>(3) 當無核部分接受細胞核植入後，生命活動恢復正常</p> |          |
| 我的初步解釋是什麼？       | 細胞核是細胞生命活動的中心                                                                                                                             |          |
| 除此之外我還有哪些證據？     | 蠓蟪受精卵發育實驗已經證明：沒有細胞核，細胞就不能分裂和分化                                                                                                            |          |
| 別人對我的解釋有無意見？     |                                                                                                                                           | 和我的解釋一致  |
|                  |                                                                                                                                           | 和我的解釋不一致 |
| 別人對我的解釋的質疑是什麼？   |                                                                                                                                           |          |
| 我認為他的說法是否合理？為什麼？ |                                                                                                                                           |          |
| 我最後的結論是什麼？       |                                                                                                                                           |          |

其他學習小組針對該表內容提出了以下質疑：①無核部分並不是不能完成各項生命活動，資料顯示，無核部分仍然可以消化已經吞噬的食物，如果說細胞核是細胞生命活動的中心，為何也能對食物進行消化？②細胞核既然重要，那麼單獨用顯微鉤針鉤出的細胞核能單獨生存嗎，是否能再生出整個的細胞質部分？③有些細胞，像人體的紅細胞沒有細胞核，它們的生命活動又是如何進

行的？④原核細胞沒有細胞核，它的生命活動又是如何受到控制的？

展示小組則針對這些質疑進行了反駁或修正。

①將初步解釋由「細胞核是細胞生命活動的中心」修正為「細胞核是細胞生命活動的控制中心」。因為細胞核只是對各種生命活動起到類似於「司令部」的作用，負責發出指令，而生命活動的進行依賴於細胞的完整性，細胞核的功能需要細胞質提供營養和能量，核與質相互依存，構成一個統一的整體，單獨取出的細胞核無法維持生存，將很快死亡，更不可能再生出細胞的其他部分。

②無核的部分之所以能夠存活一段時間，是因為細胞質中還存在著一部分蛋白質、RNA、核糖體，而生命活動的主要承擔者是蛋白質。當這部分蛋白質的功能逐步喪失時，細胞的生命活動就將終止。從這個角度可以看出，細胞核對細胞中蛋白質的合成有著重要作用，因此，這一事實正好可以說明細胞核對於生命活動的控制作用。

③人的紅細胞並不是一直沒有細胞核，紅細胞未成熟時也含有細胞核，因此可以合成蛋白質；細胞成熟失去細胞核後，原先積累於細胞內的蛋白質還可以發揮作用。

④原核細胞是比較原始的細胞類型，它沒有成型的細胞核，因此，需要將初步解釋的範圍限定在真核生物之內，但在細胞里存在擬核，也能執行類似於細胞核控制生命活動的作用。

綜合以上的反駁和修正，展示小組得出了「細胞核是真核細胞生命活動的控制中心」的最後主張。

### 5.3 學校課程資源的開發、建設與利用

課程資源包括教科書、教師教學用書、學生習題冊、科技圖書、視聽光盤、電腦教學軟件、報刊、互聯網、圖書館、實驗室、專用教室，以及校外的博物館、展覽館、科學館、電視節目、工廠、科研院所等。充分開發和利用科學課程資源，對於豐富科學課程內容，促進學生積極主動地學習具有重要意義。學

校和教師都應努力建設、開發和利用校內外的課程資源，並爭取社會各方面的支持和幫助。

### 5.3.1 重視文本資源的開發與利用

文本課程資源在教學活動中發揮著非常重要的作用，如教科書、教師教學用書、學生習題冊等。學校所選用的文本資源，應以配合基本學力要求為考慮。由於文本資源的編寫受到很多客觀條件的限制，不可能完全迎合個別學校或班級的需要，因此教師應根據本校特點和學生的需求，不受某一種文本資源的束縛，吸收和利用各種有利於學生發展的文本資源，充實科學課程的教學內容。除學校選用的文本資源外，教師也可以根據學生的實際情況，自行編寫某些教學材料，並指導學生選擇、利用這些資源。

各種科技圖書、科技期刊和報紙也是科學課程的文本資源，是課堂學習的重要補充。學校圖書館應增加科普讀物、專業書籍和報刊雜誌的種類和數量，教師需要指導學生有效地選擇和閱讀這些文本資源，激發學生熱愛科學、探索科學的熱情，拓展學生的知識面，促進學生自主地學習。

### 5.3.2 加強實驗室資源的建設

實驗是科學課程改革的重要環節，是落實基本學力要求、全面提高學生科學素養的重要途徑。學校應高度重視科學實驗室的建設，配置必要的藥品、儀器和設備，確保每個學生都能進行實驗探究活動。在保證實驗安全、有序的前提下，條件較好的學校應向學生開放科學實驗室，為學生自主地開展實驗探究活動創造良好的條件。

要重視對教師和實驗管理人員的培訓，建立和健全科學、規範的科學實驗室管理體制。教學管理部門應定期對實驗室建設進行檢查和評核，以確保科學課程實施的順利進行。

鼓勵教師和實驗管理人員開發實驗儀器，研究低成本、少污染的科學實驗。同時也鼓勵師生充分利用生活中的常見用品和廢棄物，設計富有特色的科學實

驗。利用日常物品做實驗，不但具有簡便、直觀等優點，而且有利於學生動手能力和創新意識的培養。

重視將信息技術引入到科學實驗室，加快科學實驗軟件的開發和應用，諸如在數字化實驗中，通過手持技術和計算機技術實時測量、處理實驗數據，分析實驗結果等。

### 5.3.3 加快多媒體資源的利用與開發

現代信息技術的迅猛發展和網絡技術的廣泛應用，為科學課程提供了豐富的課程資源。學校和教師應利用和開發豐富的多媒體教學資源，包括音像資料、計算機多媒體軟件、校園網、互聯網、電視廣播等，使科學課程的學習更生動、活潑、豐富多彩。

科學教學離不開現實的情境。但是，學生的直接經驗、學校的實驗室條件都是有限的，不可能什麼內容都做實驗，也不可能讓學生做太多的現場參觀。因此，切合學習實際的音像資料是十分必要的。音像資料的選材可以是多方面的。比如，可以收集學生難以見到的、有重要科學意義的現象以及展示科學技術發展等方面的實況錄像，如光導纖維、人造衛星、克隆技術等的錄像；也可以收集課堂上難以完成的實驗錄像資料，如用質譜儀、核磁共振儀測定物質的結構等。音像資料的主要功能是幫助學生接觸科學現實。

計算機多媒體軟件具有表現力強、交互性好、信息量大等優點，顯示了它在科學教育中的巨大發展潛力。在科學課的教學中，應根據實際內容的需要，選用多種類型的多媒體輔助教學軟件，重視傳統媒體和計算機多媒體軟件的配合使用，充分發揮它們在科學教育中的功能。

學校應加快校園網的建設和與互聯網的連接，鼓勵學生從網上獲取信息，為學生創設基於網絡的自主學習的環境，讓學生學會獨立學習和合作學習。鼓勵學生充分利用諸如電子書籍、電子期刊、數據庫、科學教育網站和電子論壇等網上教育資源，使教學媒體從單一媒體向多元媒體轉變，使教學活動信息傳

遞多樣化。

廣播和電視的科技信息是直觀和重要的課程資源。教師應即時收集這些課程資訊，豐富科學教學的內容，例如，人造衛星、核電站、克隆技術、環境保護等。鼓勵學生課後主動地通過這些渠道豐富自己對教學內容的理解和認識，開闊視野，成為課程資源的建設者。

#### 5.3.4 充分利用社會資源

社會資源豐富多彩，包括公共圖書館、科學館、博物館，以及工廠、消防環保部門、科研機構、大專院校等。爲了讓學生能夠受到良好的科學教育，除了學校教育的主管道之外，充分開發社會教育資源也是一個非常重要的方面。

學校和教師要重視社會教育資源的開發和利用。要結合教學內容，組織學生開展參觀、訪問、調查、考察、實習以及邀請有關人員來校演講、座談等活動，開拓學生視野，引導學生從社會實踐中學習，關心社會的建設和發展，參與社會的建設實踐。

學校和教師應從長遠考慮，有計劃地與具有豐富課程資源的單位建立必要的聯繫，使其在制定工作計劃、開展各類教育活動時兼顧學校科學教育的需要，使社會資源更好地為科學教育服務。

### 5.4 學校的課程領導

課程領導主要是針對學校課程事物所進行的各種領導行為，其目的在於改進學校課程品質，提升教學成效，進而改善學生學習成果。在課程領導的作為中可以局限於直接對課程的設計、發展、改進、實施和評核的引導，也可以廣泛地涵蓋了達到上述目的的所有領導作為（黃旭鈞，2003）。這裡將從學校領導和教師兩個角色出發，分別闡述他們作為課程領導者在本課程實施中應如何作為。

#### 5.4.1 學校領導

在本課程實施中，建議學校領導更多地參與、指導教師的教學。具體來說，學校領導應主動地參與教師的備課、說課、評課等多種教學活動，與教師一起探討教學目標、教學內容、教學方式以及評核方式的改革，引導教師轉變教學理念和教學實踐。在與教師研討的過程中，學校領導可以瞭解到教師的觀念、素質以及他們面臨的難題和困境，從而適時地給予指導和幫助。需要指出的是，也許學校領導並不能從根本上解決教師教學中所存在的問題，但參與和重視本身，就是對教師極大的鼓舞和有利的督促，也加深了相互間的瞭解，為開展管理工作打下了堅實的基礎。學校領導所做的一切組織管理工作都是為教師的教和學生的學服務的。因此，學校領導需要關注課堂教學，應當積極地參與課堂教學的研究與指導，從而瞭解課程實施的狀況和教師存在的問題，以便有針對性地促進教師的專業發展。比如學校領導發現教師在開展「科學史和科學本質」主題的教學時存在困難，便可以組織相關的工作坊或講座，邀請專家和名師對本校教師在該主題方面的教學予以點撥和指導，幫助教師提升教學質量。

在參與、指導教學的基礎上，為保障本課程的順利實施，學校領導應為教師提供課程資源方面的支援與幫助。具體來說，學校領導應加強學校軟、硬體的建設和更新，包括教學材料、圖書期刊的購買，實驗室的開設，實驗藥品、儀器、設備的引進，計算機房、校園網絡、資料庫的建設等。另外，學校領導應努力為教師和學生創造安全的工作和學習環境，比如重視實驗藥品與器材的妥善保管和維護，校園各種活動設備的安全防護以及校園突發事件的應急措施等。

學校課程的順利實施離不開家長的配合與支持。因此，學校領導應將本課程改革向家長進行大力地宣傳，以謀求他們的理解與支持。宣傳的方式可以多樣化，包括召開家長會、建立家長委員會、開辦校刊、校報、舉辦課堂開放日等。通過上述宣傳措施，可以使家長逐漸加深對本課程的瞭解與認可，這有利於引導家長積極地配合學校和教師完成本科目的教學，為本課程的成功實施增

加重要的砒碼。

#### 5.4.2 教師

教師是課程實施的關鍵角色，理想的課程需要通過教師的實施才能變成現實的課程。在本課程的實施過程中，教師首先宜對整個學年、階段性的短期以及各個單元的教學分別擬定相應的教學計劃，使教學得以在有目標、有規劃的情形下循序漸進地開展。其次，教師在遵循基本學力要求的前提下，應發揮自身的主觀能動性，適當地對教學材料做出積極的改編與調整。具體來說，教師可根據自身所具備的知識、能力等條件，在充分考量教學時所處的情境以及學生學情的基礎上，適度地對教學材料進行增刪、調整和加工。需要強調的是，教師所調適或改編後的教材，應當既滿足於自己本人的個性化教學需求，又適合於具體的教學情境，同時更重要的是有利於學生達成本科目的基本學力要求。

現代課程觀認為，教師不僅是既定課程的實施者，也應該扮演課程開發者的角色。校本課程為教師扮演課程開發者的角色提供了現實的課程形態載體。就本課程而言，教師在遵循基本學力要求的前提下，可結合本校的辦學理念、行政支援以及學生個性化的學習需要，自主訂定校本學力要求以及開發具有本校特點的校本課程，以協助學生達到本課程的課程目標。需要指出的是，教師在開發、設計校本課程時，需要考慮自身的專長及專業發展、學校的政策與環境、學生能力、家長支援、社會資源等各種因素，使得課程能在各方面的充分配合下完善地發揮其作用。在校本課程的實施階段，教師也應與學校、學生、家長和社會各方進行配合與協調，以確保課程得以順利地開展。

#### 5.5 教師的專業發展

教師是課程改革的關鍵，任何課程改革方案，沒有教師的合作和努力，都不會達到預期的效果。本課程對教師的專業素養提出了新的要求和挑戰。因此，

為了能夠順利地實施本課程，教師應當注重自身的專業發展。這裡對教師提升自身專業素養的方式提出以下幾點建議。

#### 5.5.1 加強自我學習

教師的自我學習是教師專業發展的基礎。在學習渠道方面，教師可以充分利用各種有益的資源，包括專業書籍、期刊、雜誌、教育類網站等。通過閱讀或瀏覽這些資源充實自己，不斷地接受有關科學教育的新知識和新理念。在學習內容方面，教師應特別關注本課程重點強調的理念和主題，比如科學探究教育、科學本質教育以及科學、技術、社會與環境教育等。有針對性的自我學習將有助於教師能儘快地適應課程改革，應對本課程的要求和挑戰。

#### 5.5.2 注重教學反思

教學反思是教師根據先進的教學理論和實踐經驗，對自己的教學活動有意識地進行分析和再認識的過程。教師應自覺地對自身的課堂教學過程進行反思，對所制訂的教學目標、所運用的教學策略和所設計的教學活動、評價方式等有意識地進行分析，及時發現問題、總結經驗。教師可通過多種途徑和形式提高自身的教學反思質量，如撰寫教學日誌或教學博客，對學生學習中存在的問題、自己教學中的經驗教訓和成功之處等進行剖析和總結。

#### 5.5.3 開展教育科研

教育科研是促進教師專業發展，提升教師專業素養的有效途徑。在本課程實施過程中，教師應主動開展與自身教學實際相結合的研究，將教學中發現的問題以及本課程的核心內容作為研究的選題，讓教育科研源於教學又服務於教學。通過開展研究，教師不僅可以逐漸提高自身的教育理論水平，還能將研究的成果與收穫運用到實際工作中，最終實現教學質量的提升和自身專業素養的發展。

#### 5.5.4 提倡同伴互助

面對課程改革的挑戰，教師之間應當形成學習共同體，相互扶持，團結協作，這對每一位教師的成長都會有很大的幫助。具體來說，教師之間可以積極開展集體備課、同伴觀課、教學論壇、教學設計研究等多項教研活動。這些活動將為教師提供討論交流、分享經驗的機會與平臺，使得教師在教學中遇到困境和難題時能及時得到同伴的支援和幫助，相互取長補短，實現專業素養的共同進步。

#### 5.5.5 參加教育暨青年局舉辦的專業培訓活動

為促進教師專業成長，提高教學效能，澳門教育暨青年局一直致力於組織與開發多元化的教師培訓活動。教師應配合《非高等教育私立學校教學人員制度框架》的要求，積極參加由教育暨青年局舉辦的培訓活動。相關的培訓課程或活動有助於提升教師對本課程的理解與認識，促進教師自主而有專業性的課程規劃。培訓課程或活動亦能更新教師的教學知識和理念，提高教師的教學實踐能力，幫助教師更好地適應和實施本課程。

#### 5.5.6 參與校內外研習活動

除了教育暨青年局舉辦的專業培訓活動之外，教師還應該積極參與各種校內外的研習活動。這些活動包括由本校、其他學校或特定機構組織的一般性會議、工作坊、專家或名師講座以及教學觀摩等。特別是「探究教學」、「科學本質教育」、「社會性科學議題教學」、「論證式教學」等主題的研習活動，它們與本課程的實施密切相關，教師更應該積極參與。通過參加這些活動，教師可以開闊自己的眼界，瞭解到科學教育的前沿理念和先進實踐，使自己的專業學習與時俱進，從而進一步提高自身的教學水平。

## 6. 課程評核

課程、教學和評核是不可分割的一個整體。高中自然科學基本學力要求已經明確提出，全面提高學生的科學素養是澳門高中自然科學教育的核心目標。這一目標的提出不但對科學教學的內容和方法提出了新的要求，同時還需要科學教育工作者相應地調整現有的評核理念和實踐。本章前面三個部分主要闡述與新的課程目標相配合的評核理念，後面兩個部分重在討論在高中科學中多種評核形式的使用及其需要注意的問題。

### 6.1 評核的概念和角色

評核本質上是一個收集學生資料從而對學生已有基礎或學習效果做出判斷的一個過程。而對不同的使用者來講，評核資料的使用具有多種用途。

首先評核可以幫助教師在施教之前瞭解學生學習的基礎，從而設計和調整相應的教學；在教學過程中及時瞭解學生的接受程度從而對教學進行調整；在教學結束時全面瞭解教學效果，從而對教學設計和過程再次進行反思。

評核最為重要的功能在於促進學生的學習。學生可以通過評核的過程瞭解自己學習的強弱點，並在教師和家長的指導下制訂合理的學習計畫，從而養成自主學習的習慣。學生之間的相互評核還可以讓他們更為清楚地意識到學習過程中經常出現的問題，並找到更適合學生自己的解決方法。

學校、政府、大專院校和雇主可以通過有關的資料瞭解學生的知識和能力，從而成為制定政策和進行選拔的重要依據。

## 6.2 評核的基本分類

傳統意義上的評核只包括考試和測驗。而現代意義上的評核，其形式更為多樣，可以是考試和測驗，也可以是課堂問答、作業評語和小組彙報回饋，還可以通過科學探究、專題研習、學習檔案、學習契約等較為複雜的形式來進行。在所有這些形式中，只要能收集到學生資料並對學生的已有基礎或學習效果做出了判斷，就可以看作是評核的一部分。在評核的主體上，既可以是教師和學校，還包括學生自己。

爲了更好地釐清多種多樣的評核形式，人們從不同的角度提出了評核分類的方法。例如按照評核的主體可以分為內部評核和外部評核；按照評核中所使用資料的屬性可分為質化評核和量化評核；按照解釋資料的方法可以分為常模參照評核和校標參照評核。

在各種分類方法中，教師最為熟悉的是形成性評核和總結性評核。區分形成性評核和總結性評核需要參考兩個方面的特點。第一是所收集評核資料的性質。如果資料收集僅限於學習結果，那麼就傾向於總結性評核。例如，中學畢業考試，只是考查學習的結果。如果收集資料包括了學生學習過程的信息，那麼就傾向於是形成性評核。例如課堂中教師對學生學習過程的觀察。第二是評核資料收集的目的。如果目的是為了對學生進行比較、甄選，那麼傾向於總結性評核。如果目的是為了改進教學、反思學習，那麼就傾向於形成性評核。一般情況下這兩方面是一致地，但有一些情況下也會出現不一致的情況。例如，有些地區會把學生平時表現計入學生的學業成績。這裡資料收集是形成性的，使用的目的是總結性評核。而有的學生會有計劃地對考試的結果進行分析，從而改進自己的教學。這裡資料收集是總結性評核，使用的目的是形成性的。因此，形成性評核和總結性評核並不是完全對立的，兩者之間還存在著一些交叉過渡的地帶。而這樣的交叉過渡形式的出現不但豐富了評核的形式，還可以讓人們在設計時具有更多地選擇以適應不同社會和文化的要求。

### 6.3 評核內容

本課程評核的內容需要同高中自然基本學力要求中設立的課程目標和具體要求相配合，主要是包括以下方面：

- 認識基本的科學事實、概念和原理，並能夠應用這些科學知識來解釋現象和解決問題；
- 瞭解近現代科技的發展，並知道其對人類社會的影響；
- 理解科學、技術、社會和環境之間的相互作用，客觀理性地分析與科學有關的社會議題，具有環境保護的意識；
- 掌握一定的科學探究的方法，具體包括收集資料、提出問題、做出假設，制訂方案，收集資料、分析資料、詮釋結果和撰寫報告；
- 初步瞭解科學發展的歷史，並認識其中蘊含的科學本質。

### 6.4 各類評核形式的使用

任何形式的評核，只要能夠正確合理的使用，都能夠起到相應的教育和社會的功能。在高中自然科學中，教師需要瞭解各種評核形式的特點，以充分發揮其所具備優點，同時還需要意識到在使用過程中可能出現的問題。在高中自然科學課堂中經常可以用到的評核形式包括（1）功課；（2）測驗和考試；（3）實驗和科學探究；（4）口頭提問；（5）學習檔案。

#### 6.4.1 功課

「舉一隅不以三隅反，則不能複也」。如果學習新的內容之後，如果不進行練習，學習的效果就不能夠鞏固。通過完成功課練習的過程，學生可以強化學習的效果；通過檢查學生完成功課的結果，教師也能夠及時、持續地瞭解學

生學習的效果，從而可以更為合理地調整教學設計和進度，促進學生改進學習方法。可以說功課是一種最為常見的教學和評核工具。

傳統的科學科的功課以練習為主，著重於概念、公式的記憶和解題技能的訓練。這一類的功課可以適當保留，以保證學生形成較穩固的學科基礎。但佈置這一類功課時要避免使用題海戰術，以保證大部分學生能夠鞏固學習效果為原則。對於學習能力較高的學生，可以要求他們嘗試一題多解，以提高難度，滿足他們的學習需求。功課的評分或者評級可是幫助學生瞭解自己學習的進展，但教師在評分之後給出的意見和建議更能夠起到促進學習的作用。在給出意見和建議的時候要注意同時看到學生的可取之處和改進空間。同時注意提出的改進方向不能太多，要能夠建議改進的方法。

除了這些傳統的功課形式之外，還可以讓學生製作模型或以資訊科技工具來說明科學概念等加深對概念的理解。為促進學生認識科學、技術、社會和環境之間的相互作用，可以佈置學生選擇一項與科學有關的社會議題進行專題研習（見案例1），以適當的方法收集和分析資料，並通過有創意的的方法（例如小組報告、海報設計和角色扮演）把研習的結果展示彙報出來。通過這樣的活動，不但可以加深學生加深對相關議題的認識，還可以有效地培養學生環境保護的意識。在專題研習的評核中，注意需要評核學生多方面的能力，除了概念理解的清晰程度和選材的深度和廣度之外，還需要注意學生的資料收集和組織的能力，口頭表達能力，和批判思考能力。

## 【案例 1】

### 專題研習：澳門空氣污染的來源及其對居民生活素質的影響

澳門日報 2014 年 1 月 12 日 星期日



昨日看似天晴，但空氣質量指數屬普通。空氣質量關乎居民健康，本澳今年入冬以來不良天氣日數暴增，空氣污染指數高，除 PM2.5 檢測標準趨嚴謹外，空氣污染程度加劇已成事實。

#### 污染高密住宅區

剛過去的十二月，本澳空氣質量極差，小城連續數日出現煙霞，相信居民深有體會。惟氣象局近日公佈去年十二月空氣質量摘要，與前年同期相比，結果觸目驚心。

去年十二月路邊站質量指數介乎三十三至二百二十一，此前只是五十至一百三十七；澳門高密度住宅區為十九至一百八十九，此前為三十至一百二十三；氹仔一般性地區為二十四至一百八十七，此前為二十三至八十；路環則由以往的二十四至六十三，增加至去年的二十七至一百三十二，整體增幅驚人。

#### 上月良好僅三日

當月路邊站空氣質量指數屬「良好」僅三日，「不良」佔十八日，「非常不良」有六日，與此前只有七日「不良」相差太遠，換言之共有二十四日嚴重空氣污染。澳門高密度住宅區「不良」十七日，此前為兩日；氹仔高密度住宅區及一般性地區分別有十八及十五日「不良」。路環以往為城市綠洲，但上月「良好」僅有五日，十一日「不良」，與此前的二十八日「良好」相去甚遠。

近年來，澳門的空氣污染情況日益嚴重，路邊監測站所錄得的空氣污染指數更持續偏高。請設計和實施一個專題研習來調查澳門空氣污染的來源及其對居民生活素質的影響，並為提高澳門空氣質素提出建議。

#### 6.4.2 測驗和考試

測驗和考試是一種廣泛使用並為人熟知的評核方法。相對於功課的頻繁使用，測驗和考試作為一種階段性的評核工具，主要用於檢驗學生一段時期的學習成果。根據人的遺忘規律，就算是學生已經掌握的學習內容，在未能鞏固的情況下，一星期之後有超過 70% 會被遺忘，因此功課和測驗考試的配合使用可以在整體上提高學習的效率。同時大型的公開考試還可以整體上檢驗學校的教學質量，並為大專院校和雇主進行人才選拔提供較為可靠的依據。

在高中自然科學課程中運用紙筆測驗/考試，重點應該放在科學基本概念、原理的理解和應用上，不宜過於強調對知識的記憶和重現。高中自然基本學力要求明確提出要求學生理解科學、技術、社會和環境之間的相互作用，認識科學史和科學本質，因此在測驗和考試中也可以考慮加入相關的內容。對於這些處於較高學習水準內容的考查，應儘量避免使用封閉性的試題，需儘量建立一個具體的情境，讓學生展開討論，從而展現其對這些內容的認識。例如對於 D10（關注克隆技術和器官移植技術的發展及其可能導致的社會倫理問題），據可以通過克隆羊多利的新聞來設立一個情境，讓學生闡述自己的意見，從而評核他們對克隆技術所帶來的社會倫理問題的認識（案例 2）。而對遺傳規律探索的科學史可以用來設立情境來考察學生對理論和規律的差異（B8）以及實驗技術在科學研究中的作用的理理解（B11）（案例 3）。科學探究技能的評核也可以通過這樣的情境化的試題來進行評核（案例 4）。

應當說，測驗和考試從資料收集的方法來講，其本質上是總結性的。但是如果應用得當，也可以起到形成性的效果。例如教師可以要求學生評論自己的考卷，篩選出自己不太明白的問題，這樣可以使學生把注意力放在自己需要改進的方面而不是分數上。教師也可以要求學生重新設計試卷和制定出評分的標準，這樣不但可以使他們瞭解到測試的過程而且可以使他們加倍努力提高自己。除此之外教師也可以用考試結果來診斷學生的學習。教師通過分析試卷，瞭解

到大部分學生出錯的地方，然後調整自身的教學，把重點放在這些需要改善的地方。教師也可以讓學生參與到批改他人的試卷中來，這樣使得他們從他人的試卷中借鑒到一些經驗來促進自己的學業。

## 【案例 2】

請閱讀以下這一篇新聞報導內容後，回答下列問題。

### 拷貝生物的機器？

無庸置疑地，如果 1997 年有一場動物選舉的話，多利必然會勝出！如照片所示，多利是一隻蘇格蘭綿羊。但多利不是一隻普通的羊，她是另一隻羊的複製品。所謂生物複製就是：拷貝，也就是「從某一原版」進行拷貝。科學家已成功地創造複製羊（也就是多利），並確認多利就是「原版羊的複製品」。這個為羊所設計的「拷貝機器」是由蘇格蘭一位名叫伊恩·威爾姆特的科學家所設計出來的。他從一頭成熟羊（羊 1）的乳房中取出很小的一塊組織，並將這塊組織的細胞核取出。然後他將此細胞核植入另一頭母羊（羊 2）的卵細胞內。由於卵細胞所產生的物質決定了羊 2 的性狀，在將細胞核植入卵細胞之前，他必須先將卵細胞中所有物質都移除掉。伊恩·威爾姆特再將羊被處理過的卵細胞植入另一頭母羊（羊 3）的體內。使得羊 3 懷孕，有了一頭小羊：也就是多利。有些科學家認為，再過幾年，複製人也有可能會出現。



有的學者提出要立法禁止複製人類，而另外一些科學家則支持複製人類的做法。你對這個問題的看法是怎樣的？請闡述你的觀點。

（參考 PISA 2012 樣題 4）

### 【案例 3】

下表展現了人類對遺傳認識的歷史中一些重要的觀察或發現。

| 年份          | 科學家    | 觀察/發現                                                                                                                                          |
|-------------|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 19 世紀 50 年代 | 大部份科學家 | 根據對子女與其父母相像的現象，科學家相信遺傳是一個混合父母特徵的過程                                                                                                             |
| 1865        | 孟德爾    | 孟德爾是一個奧地利的神父。他利用在七個方面具有不同特徵的豌豆進行了一個繁殖實驗。結果發現，所有雜交第一代（F1）的下一代與父母其中一方完全相同並沒有混雜，而在雜交第二代（F2）中，父母雙方特徵都出現的比率是大概 3:1。他運用數學計算推測出遺傳的模式，並提出「因數」是遺傳的基本單位。 |
| 1902        | 薩頓     | 在研究草蟻時發現中，生殖細胞進行分裂時，進入子細胞的染色體呈現不同排列                                                                                                            |

- a. 薩頓對生殖細胞進行分裂過程中染色體變化的觀察與孟德爾對遺傳的假想有相當關連，完成以下表格以顯示其聯繫。

|                      |                    |
|----------------------|--------------------|
| 孟德爾的假想               | 對生殖細胞進行分裂過程中染色體的觀察 |
| 特徵是由一對因數所控制          |                    |
| 在生殖細胞的形成過程中，一對因素互相分離 |                    |
| 每一個生殖細胞接受一對因數中的一個    |                    |

- b. 孟德爾的發現後的 35 年間都沒有得到人們的重視。而薩頓的研究讓人們最終接受了孟德爾的工作。本題中所描述的人類認識遺傳規律的發展史中可以體現出科學或科學發展的某些特徵，請根據這段歷史完成下表，以展示你對科學本質的理解。

|       |    |
|-------|----|
| 科學本質觀 | 解釋 |
|       |    |
|       |    |
|       |    |

（參考 2009 年香港生物科高級程度會考卷一 A 題）

【案例 4】

下表顯示了植物在一星期內的成長與它每天吸收陽光的時間（分鐘）的關係。

| 每天吸收陽光的時間（分鐘） | 植物生長高度(厘米/每星期) |
|---------------|----------------|
| 0             | 25             |
| 5             | 20             |
| 10            | 15             |
| 15            | 5              |
| 20            | 10             |
| 25            | 0              |

a. 根據這些數據，請選擇一個你同意的結論

- 多些陽光植物生長得更高
- 少些陽光植物生長得更高
- 植物生長與陽光沒有關係
- 其它\_\_\_\_\_（請簡要寫出來）

b. 你如何得出這一結論？

c. 這些數據是你期待的？為什麼是或者不是？下一步你會如何做？

（參考 Judith Lederman 等 2014 年編制的科學探究測試第 6 題）

#### 6.4.3 實驗和科學探究

實驗和科學探究是兩個密切關聯的兩個概念，兩者最為關鍵的差異在於開放性的高低。中學科學實驗中所處理的都是一些教科書中有了準確答案的問題，這樣實驗一般都有標準的步驟，學生所遇到的不確定性很少。相反，科學探究中，學生需要面對一些他們並不知道答案的問題，學生需要自己設計研究方案。資料收集過程也存在著很大的不確定性，學生需要面對較為複雜的資料，得出結論和解釋資料對學生來講都有很大的挑戰。然而科學探究的過程中又經常需要利用實驗這中重要的研究方法，所以在科學探究的評核當中經常需要包含實驗的內容。教學案例 5 是一個探究食物成份的活動的評核的準則，其中就包括了實驗操作技能和探究技能兩個部分。

由於實驗和科學探究注重的是學生實際動手的能力，較難用紙筆測試來評核。一般來講需要通過觀察學生表現進行評核。在實驗課堂中，教師可觀察學生的實驗操作技巧。批改學生的實驗報告，可以讓教師進一步了解學生對實驗所涉及的科學概念和原理的理解，以及學生處理數據的能力。而在探究活動中，教師可以更為著重評核學生發現問題，提出假設、制訂方案，詮釋結果的能力。

#### 6.4.4 口頭提問

口頭提問是課堂中最為常見的一種活動，也是最具形成性特點的一種評核方式。通過提問教師可以即時瞭解學生的已有認識，並且當場決定下一步如何引導學生的思考。要真正讓課堂提問起到促進學習的效果，在實施的時候需要特別注意幾個問題。首先需要給予學生一定的思考時間，不要提出問題就馬上讓學生回答。否則學生給出的回應就會過於簡單，並難以激起多元化的觀點。其次，在提出問題之後如何選擇回答的學生又會影響提問的效果。如果問答過程被少部分舉手的學生引導，教師就難以知道整體的情況。在學生回答之後，要避免過快判斷回答的對錯，在瞭解學生觀點之後還需要引導學生解釋自己的觀點，並邀請其它同學進行回應。

【教學案例 5】

評分表格-食物測試 (A 實驗操作部分)

[illegible]

### 評分表格-食物測試（B 實驗操作部分）

| 評分準則                                                | 有” ” |
|-----------------------------------------------------|------|
| 1 能清楚界定探究的問題及指出探究的目標                                |      |
| 2 能應用生物原理設計探究。如有需要，清楚列明假定                           |      |
| 3 能指出適合的方法和技巧以作探究，這包括所用儀器及物料                        |      |
| 4 能指出轉變「自變項」的方法，及指出如何控制其他變項                         |      |
| 5 能指出以何種方法錄取「應變項」的數據並能注意到如何能準確地錄取這些數據               |      |
| 6 能清楚編寫合邏輯的步驟                                       |      |
| 7 能準確地以國際單位標示數量，例如容積及時間。（註：如步驟是以紀錄形式列出，則所用數量須清楚列明。） |      |
| 8 能敘述及解釋對照實驗及各項預防措施                                 |      |
| 分數：                                                 |      |

| 評分準則                                          | 有” ” |
|-----------------------------------------------|------|
| 1 結果的記錄能顯示高度的準確性及對細節的關注；能適當選用國際單位             |      |
| 2 能適當將結果及數據有效地使用列表、曲線圖、直方圖及註釋圖等形式表達，並附上恰當的標題。 |      |
| 分數：                                           |      |

| 評分準則                                                               | 有” ” |
|--------------------------------------------------------------------|------|
| 1 能認識數據的趨向及模式                                                      |      |
| 2 能把結果與探究的問題或假說配合並作適當演繹。在戶外生態考察報告中，數據的演繹能顯示學生對有關生態原理的了解及能配合該考察研究目的 |      |
| 3 能清楚認識所採用的方法的局限性、做實驗時出錯的地方和它們對實驗結果準確性的影響                          |      |
| 4 能參詳任何異常的結果，並能評定這些異常結果的重要性                                        |      |
| 5 能在適當時候提出改良技巧及作進一步探究的建議                                           |      |
| 6 能作出適當的結論，並以合理的論據支持。能考慮結論對生物的意義及重要性                               |      |
| 分數：                                                                |      |

#### 6.4.5 學習檔案

建立學生學習記錄檔案是一種更為整體地評核學生的策略。通過教師和學生合作收集學生較為完整的學習資料，教師能夠更為宏觀地把握學生的學習進展與成果，學生自己也可以對自己的學習過程有一個全面的認識。製作學習檔案時收集的材料有非常多樣化，既包括學生考試和測驗的信息，也包括學生科學探究的成果，階段性的學習總結，專題研習的活動記錄，疑難問題及其解答。學習記錄檔案使用的目的主要是以形成性為主。如果計入總結性的分數，一般所佔比例都較小。

學習檔案的製作需要耗費一定的時間，在收集資料完成之後，教師還需要與學生一起回顧作品，對作品進行分析和解釋，並設定未來的目標，這樣才能逐漸培養學生自我反思的能力，最終讓學生能夠自主學習。由於這一活動要求教師和學生都有較多的時間投入，在實施的時候需要設定好使用的重點。在學生使用的初期，最好是選取一個較為集中的學生需要持續改進的領域或是選取某一個專題研習的活動來進行。在學生開始熟悉和接受這一形式之後，可以讓學生嘗試針對整個學科的學習建立學習檔案。使用學習檔案要充分尊重學校、教師、學生以及教學資源的實際，由教師與學生自主決定是否使用、在哪些領域使用、選用何種類型、收集哪些內容。過多的統一要求容易導致形式主義，加重教師與學生的負擔。

#### 6.5 評核中應注意的問題

現代評核理念的發展拓展了教師對評核的理解，提供了更多的評核方法，但是也對教師提出了新的挑戰。為了有效地進行評核，教師需要關注一下問題。

教師必須理性認識評核的功能。總體來說，評核既需要具有促進教學和學習的需要，同時不可否認具有比較選拔的功能。這是評核同時具有教育屬性和社會屬性的必然結果。因此不能因為重視形成性的需要，而完全否定終結性評核；也不能因為支持終結性評核，而忽視了其可能對學生學習帶來的負面效果。要做到兩者之間的平衡，教師需要瞭解前面提到的那些形成性地使用終結性評核的策略。此外，也需要意識到過度的應試教育並不是提高學生的能力和成績的最有效

策略，投入一定的時間進行形成性評核才可以持久地影響學生能力和興趣，從而穩定地反映在學生成績之上。

在推行形成性評核的過程中教師需要認識到其形式的多樣性靈活性。但是人們在宣傳形成性評核時往往關注的較為複雜的通過科學探究、專題研習、學習檔案來進行的形成性評核。背後的原因可能是這些活動形式比較新穎，產生直觀的效果比較明顯。實際上，前面已經介紹過，除了這些比較複雜的形式，形成性評核還可以融合在一般的課堂活動之中。課堂提問、課後交談、和作業批改回饋，如果操作得當，同樣可以讓學生有表達的機會，增強師生溝通，引發學生對自我的學習進行反思，從而達到形成性評核的效果。這些活動是滲透在日常的教學過程當中的，比較容易操作，不會佔用太多時間。在開展形成性評核的時候適當強調這些方法可以增加教師對形成性評核的認同。當然，要真正全面發展學生各種能力的需要，單依靠這些較為簡單措施還是不夠的。在教師熟練掌握這些方法之後，還需要逐步引入科學探究、專題研習、學習檔案這些較為複雜的形式。

為了充分發揮評核的形成性功能，提供即時的有效的回饋是成功的關鍵，例如課堂上的口頭建議，批改習作時建設性的書面評語，測驗、考試科學探究後對學生的強項和弱點的分析，利用學習歷程檔案讓學生自行訂定各階段的學習目標從而循序漸進地達到本課程的學習成果。在每一種評核方法中，如果忽視這個環節，結果很可能是事倍功半。

教師還需要注意評核主體的多元化。除了教師評核之外，還應該鼓勵學生自我評核和同伴評核。教師可藉此來引導學生更好地瞭解自己的學習狀態，培養反思能力和協作意識。在這個過程中，引導學生形成自我反思的良好行為習慣至為重要，最終將有助於學生發展終生學習的能力。這樣的反思既可以在完成功課後進行，也可以是借助測驗和考試來進行，科學探究和學習檔案也可以為學生提供了這樣的機會。

## 7. 課程資源

在課程實施的過程中，課程資源的開發起著至關重要的作用。任何形式的教育理論和教育方法，只有獲得豐富的課程資源作為載體時，才能最大程度地發揮其作用。本章將重點討論課程資源開發的功能，各類課程資源及其開發，以及課程資源的管理者三個方面。

### 7.1 課程資源的功能

課程資源指的是廣泛蘊藏於學生生活、學校、社會、媒體和自然中的所有有利於課程實施的教學素材和工具。針對課堂教學來講，課程資源的開發可以豐富教學的媒介，從而以更為形象和直觀的方法幫助學生瞭解較為抽象的科學概念和理論。利用大眾媒體可以讓學生瞭解前沿科學與科技的發展，擴闊他們的視野，並且提高學習科學的興趣。互聯網 2.0 技術的發展使得教師和學生可以通過網路來分享學習材料，共同討論和建構知識，從而在課外時間建立科學學習的社群。資訊科技的使用也可以讓學生更為快捷而準確的進行科學探究。

### 7.2 課程資源的類別

協助高中自然科學課程實施的課程支援主要包括五大類別：(1) 課本；(2) 參考資料；(3) 實驗室；(4) 資訊科技；(5) 社區資源。

#### 7.2.1 課本

課本（教科書）是一種最為系統的課程資源。通過專業人士的開發和研制，課本可以較為全面地涵蓋課程的內容，體現課程所提倡的理念、內容和教學方法。本澳高中自然科學教育多使用內地和香港發行的高中自然科學課本。相對來說，香港的高中自然科學分科課本，難度上略低，同時較多地體現了科學本質和科學技術與環境的內容；而內地的課本體現了更為清楚的學科結構，並且對學科內容和計算能力要求較高。需要指出的是，兩地在高中階段都沒有正式出版的綜合科學課本；但是，近年出版發行的自然科學分科課本都很重視科學素養教育，具體

表現為重視科學探究、科學史以及 STSE（科學與技術、社會、環境之間的聯繫）等主題的教學。李春（2016）在其碩士論文中比較了澳門常見的三種高一物理教科書中科學素養主題的分佈情況，其研究結果可供參考（見表 7-1）。

表 7-1 澳門常見三種高一物理教科書中科學素養主題的分佈

| 教科書 |     | 主題     |             |        |        | 總分析<br>單位數 |
|-----|-----|--------|-------------|--------|--------|------------|
|     |     | 科學知識   | 科學探究<br>的本質 | 科學觀    | STSE   |            |
| 舊人教 | 次數  | 335    | 66          | 58     | 61     | 506        |
|     | 百分比 | 66.21% | 13.04%      | 11.46% | 12.06% |            |
| 新人教 | 次數  | 417    | 101         | 109    | 75     | 696        |
|     | 百分比 | 59.91% | 14.51%      | 15.66% | 10.78% |            |
| 牛津版 | 次數  | 286    | 79          | 30     | 103    | 487        |
|     | 百分比 | 58.73% | 16.22%      | 6.16%  | 21.15% |            |

注：「舊人教」指人民教育出版社物理室編著的 2006 年 11 月第 2 版全日制普通高級中學教科書（必修）物理第一冊；「新人教」指人民教育出版社、課程教科書研究所、理課程教科書研究開發中心聯合編著的 2010 年 3 月第 3 版普通高中課程標準實驗教科書物理 1 必修、2010 年 3 月第 3 版普通高中課程標準實驗教科書物理 2 必修；「牛津版」指黃小玲、彭永聰編著的由牛津大學出版社（中國）有限公司出版的第一次印刷 2009 新高中生活與物理必修部份第 2 冊：力和運動（李春，2016）。

我們知道，本澳目前還沒有一套針對本地學生編寫的高中自然科學課本，學校基本上都是採用域外課本。因此在課本的甄選和使用過程中本澳教師會面對較大的挑戰。我們建議，在選擇課本的時候，教師需要考慮自己所教學生的能力水準。對於能力高的學生，如果課本難度太低，可能會降低學習的興趣；而對能力較低的學生，如果內容過於抽象，也難以激發學習動機。在基本選定課本之後，教師還需要根據實際情況在課本使用的過程中刪除或增加課本部分內容，並重新編排教學次序。教師在處理課本內容時，可考慮以下策略：

- 根據選定的學習目標，分析每一單元的重點和難點；
- 刪去課本中某些對能力稍遜的學生過於艱深的部分，或是對於能力較高的學生無需講解的部分；

- 改編課本內容或活動，增加趣味性和挑戰性，激發學生的學習動機；
- 分析校本科學課程的內容，以確保均衡地涵蓋高中自然科學基本學力要求的所有內容。

### 7.2.2 參考資料

現代科技飛速發展，同人類生活的相關也日益密切，因此學習科學不能僅限於課堂和課本，廣泛的閱讀對發展學生學習興趣，開拓科學視野尤為重要。坊間的科學讀物中包含了大量與中學科學課程相關，既有普及尖端科學的書籍，又有詼諧幽默的科學漫畫，還有大量的科學家傳記。合理利用這些材料，不但可以培養學生自主學習的習慣，還可以激發其學習科學的持久興趣。

表 7-2 羅列了手邊的一些這類書籍，供教師們參考。

表 7-2 一些與科學教育相關的參考書籍

| 作者      | 書名                  | 出版社     | 出版年份 |
|---------|---------------------|---------|------|
| 1. 吳國盛  | 科學的歷程（第二版）          | 北京大學    | 2002 |
| 2. 劉學禮等 | 顛覆：重塑常識的科學實驗        | 萬里機構    | 2006 |
| 3. 劉青峰  | 讓科學的光芒照亮自己          | 新星      | 2006 |
| 4. 路本富  | 伽利略的鐘擺：從時間的節律到物質的製造 | 外語教學與研究 | 2007 |
| 苗蕾      |                     |         |      |
| 5. 方舟子  | 愛因斯坦相信上帝嗎           | 廣西科學技術  | 2009 |
| 6. 方舟子  | 科學成就健康              | 新華      | 2007 |
| 7. 王新建  | 達爾文：自然之子            | 上海科技文獻  | 2010 |
| 8. 賈鶴鵬  | 爭議中的科學：促進熱點議題的社會融合  | 科學普及    | 2011 |
| 譚一泓     |                     |         |      |
| 9. 張紅霞  | 科學究竟是什麼             | 教育科學    | 2003 |
| 10. 李孝輝 | 圖解時間                | 科學      | 2015 |
| 11. 王盛章 | 力學與人類生活             | 復旦大學    | 2013 |
| 丁光宏     |                     |         |      |
| 12. 王鴻生 | 中國科技小史              | 中國人民大學  | 2004 |
| 13. 吳敏  | 世博與科技               | 東方出版中心  | 2009 |
| 14. 梁琰  | 美麗的化學反應             | 清華大學    | 2016 |

除了文本資料之外，在大眾媒體中也存在著大量的與科學有關的素材。例如，中央電視臺的走近科學和探索發現，美國的探索頻道，英國廣播公司(BBC)的科普紀錄片，不但提供了廣泛和深刻的科學分析，同時其精良的製作也為觀眾帶來了視覺上的享受。現代電影中經常可以看到一些與科學有關的片段，和學生分享這些片段，可以創造出學生應用所學科學知識的機會，並可激發他們進一步的學習動力。報刊雜誌中經常會出現關於科學、科技、社會和環境的文章，可以讓學生收集相關的文章，歸納和回應其中的觀點，不僅能夠豐富課堂外的學習經驗，還可以發展學生批判思考的能力。在利用大眾媒體時必須注意有些資料的觀點可能存在偏見或者誇張的成分，因此教師把這些資料應用於教學中，需要小心引導學生從多個角度對有關問題進行思考，並最終做出理性的判斷。

### 7.2.3 實驗室

自然科學是一門實驗學科，進行科學實驗是學生學習科學和理解科學的必要手段。實驗教學有多重目的，一般認為，通過實驗可以訓練學生的觀察和實驗技能、有效學習科學概念、養成實事求是的科學態度、領會科學本質等（魏冰，2010）。進行實驗也是讓學生感知科學技術，瞭解科學過程不可替代的方法。在高中自然科學基本學力要求中，由於整體課時的限制，所涉及到的科學知識的數量大為減少。在這樣的情況下，學校和教師應該盡可能地為基本學力要求中涉及到的科學知識安排足夠的演示實驗和學生實驗。在能夠保證學生安全，管理有序的前提下，有條件的學校可以考慮向學生開放科學實驗室，為學生課後進行科學探究創造有利的條件。在充分利用現有實驗器材之餘，可以考慮利用日常用品或者是廢舊回收物，設計一些富有特色的科學實踐活動。這樣的活動不但培養學生的環境保護意識，還有利於學生創新精神的發展。

### 7.2.4 資訊科技

現代資訊科技的發展為科學教育提供了更為多樣化的工具。合理的使用互聯網和資訊科技不但可以豐富科學課堂的內容，還能夠轉化教與學的方式。

首先，應用資訊科技可以幫助學生建構科學概念和理論。通過移動學習工

具，教師在課堂上可以即時瞭解所有學生對某一科學概念的已有認識，在此基礎上組織有效的課堂討論，從而促進學生的概念轉變。對於以前只能用掛圖來展示科學模型和反應過程，現在可以利用電腦製作的虛擬模型來展示和控制，從而讓學生形成更為立體和動態的印象。利用互聯網的搜尋引擎，學生可以快速瞭解到正在學習科學知識有哪些最新的發展。利用概念圖或思維圖的製作工具，學生可以更為便捷地整理或重新組合已經學習的內容，加強對科學知識的整體認識。

科學實驗和探究是資訊科技在科學課程中應用最為廣泛的領域。數據收集器為科學實驗和探究提供了一個準確而有效的收集資料的方法。學生在省卻大量費時的數據收集和圖表繪製工作之後，可以有更多地時間來思考研究的問題，解釋實驗的結果，並對探究步驟進行及時調整，最終得出更為可靠地結論。對於現實情境中難以操作的實驗，可以通過模擬技術讓協助學生進行探索。例如在牛頓定律學習的過程中，可以用電腦模擬物體在不同摩擦力的情況下的運動情況，讓學生預測、觀察和思考力與運動間的關係。此外電腦模擬還可以讓學生通過操控某些變量，讓學生預測和觀察某些以電腦程序模擬的自然現象可能出現的變化。學生通過觀察變化的過程可以發現規律，從而建構模型。

此外，互聯網 2.0 技術的發展使得教師和學生在課內外共同建構知識變為可能。例如電腦軟體 Knowledge Forum 能把學生匯聚成一個建構知識的社群，在這個平臺上學生可以分享資訊、合作探究，並進行討論，從而彙集學生之間不同的想法最終共同建構成新得知識。相對於 Knowledge Forum，Web-based Inquiry Science Environment (WISE) 作為網上的開放平臺，使用更為方便，功能更為強大（詳見附錄三第 15 條）。除了合作探究和線上討論以外，WISE 還嵌入了大量電腦模擬實驗。通過共享軟體，科學教師也可以建立一個共同的教學資料庫，來分享優秀的教學設計和教學材料。

#### 7.2.5 社區資源

為促進學生的全方位學習，教師和學校需要開發社區中蘊藏著豐富的科學課程資源。社區課程資源主要包括科技館、博物館、公共圖書館，高等院校、科研院所、專業團體、和政府部門等。本澳的人口較少，具備的科學教育的社區資源相對有限，教師可以考慮利用香港和整個珠三角地區的社區資源。學生家長和校友也是學校不可多得的資源，通過要求他們來分享經驗，可以讓師生瞭解到

科學技術在本澳各行各業的應用。

附錄二中列舉了一些本澳和珠三角地區的一些科學教育的社區資源，以供教師參考。在此基礎上，教師可以繼續發掘和豐富本澳科學教育的社區資源，以拓充科學課堂的素材。

### 7.3 課程資源管理

自然科學是一門實踐性很強的學科，其課程的資源種類較為繁多，既包括文本、影像資料，還包括實驗的器材和用品，又有一些是資訊類資料，例如重要的網址和社區資源的聯絡方式。自然科學課程資源管理中最具挑戰的任務是實驗器材和用品的管理。學校應建立較為完整的管理制度，包括實驗室設施檔案、儀器設備檔案、實驗教學檔案等，對儀器設備的購置、存放、保養、使用和報廢，以及實驗教學的有效實施提供規範和指引，尤其要注意實驗室內危險化學品、電路和火災隱患的安全管理。

對於不同類型的課本、參考資料和影像資料，需要製作目錄，並保存於學校圖書館，以便於每一位自然科學教師查閱。而對於重要的網址和社區資源的聯絡方式，可以製作一個手冊進行匯總。紙質版可以保存於圖書館，電子版可以通過內聯網、共享軟體進行分享。

## 參考文獻

- 蔡鐵權(2009) 科學教育中的 SSI 教學。 **全球教育展望**，38 (10)，82-85。
- 黃旭鈞 (2003)。 **課程領導理論與實務**。臺北市：心理出版社。
- 李春(2016)。 **中國內地和香港高一物理教科書中科學素養主題的比較研究**。澳門大學教育學院碩士論文 (未出版)。
- 林樹聲 (2004)。通識素養的培育與爭議性科技議題的教學。 **南華通識教育研究**，1 (2)，25-37。
- 潘瑤珍 (2010) 基于論證的科學教育。 **全球教育展望**，39 (6)，82-86。
- 魏冰 (2006) **科學素養教育的理念與實踐：理科課程發展研究**。廣州：廣東高等教育。
- 魏冰 (2010) 中學理科課程中實驗教學的若干問題探析。 **全球教育展望**，39 (7)，78-82。
- 魏冰、謝金枝、施達明、陳溢寧、阮邦球、李銘源 (2009) **澳門中小學自然科學教育專項評鑒報告**。澳門：澳門大學。
- 張大海 (2015)。運用「主張表」策略開展論證式教學的嘗試與思考。 **中學生物教學**，(3)，24-26。
- 張仁家、蕭錫錡、王麒 (2014) 當前科技大學工程與技術教育使用教學方法之調查。 **科技與工程教育學刊**，47(1)，21-47。
- Burnham, M., & Mitchell, R. (1992). Bioethics—an introduction. Retrieved September 11, 2016, from the World Wide Web:  
[http://www.gene.com/ae/AE/AEPC/WWC/1992/bioethic\\_intro.html](http://www.gene.com/ae/AE/AEPC/WWC/1992/bioethic_intro.html)
- McComas, W. F. (1998). The principal elements of the nature of science: Dispelling the myths. In W. F. McComas (Ed.), *The nature of science education: Rationale and strategies* (pp. 53-70). Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Monk, M., & Osborne, J. (1997). Placing the history and philosophy of science on the curriculum: A model for the development of pedagogy. *Science Education*, 81(4), 405-424.
- National Research Council (NRC). (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington, DC:

National Academies Press.

National Research Council (NRC). (1996). *National science education standards*. Washington, DC: National Academy Press.

Roberts, D. A. (2007). Scientific literacy/science literacy. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of research in science education* (pp. 729–780). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.

Roberts, D. A. & Bybee, R. W. (2014). Scientific literacy, science literacy, and science education. In: N. G. Lederman, & Abell, S.K. (Eds.). *Handbook of research on science education (volume II)* (pp.545-558). New York: Routledge.

## 附錄

### 附錄一

#### 校本課程設計示例

#### 單元教學設計——《環保達人》

### 引言

環境與發展已成為當今國際社會普遍關注的全球性問題。在經濟發展和社會福利水準迅速提高的同時，空氣污染、淡水資源枯竭、森林銳減、土地荒漠化、氣候惡化、臭氧層損耗、生物多樣性銳減等一系列環境問題，越來越成為人類生存與發展的現實威脅。於是，人們開始認識到為了有效地利用和保護環境，必須大力發展環境教育，以培養公眾的環境意識，培養從事環境保護工作的各種專業人才。

教育作為轉變思想的工具，對提高公民的環境意識至關重要，而學校學科教育和各類活動課則成為最直接的一種教育方式。地理科學是以人地關係為研究對象，以可持續發展教育為主線的綜合性學科。通過地理課堂教學滲透環境教育和利用地理案例對學生進行環境教育是被廣泛採用的途徑和方法。

本單元教學設計意在讓學生在認識全球及本澳生態環境問題的基礎上，樹立正確的環境倫理觀、資源觀和可持續發展觀，並逐漸形成關懷自然的生活態度以及參與環保的行為習慣。

### 單元教學總目標

1. 認識全球和本澳生態環境問題及其保護對策。
2. 理解環境與可持續發展的重要性，建立積極正面的價值觀與生活態度，逐漸形成參與環保的行為習慣。
3. 推動校園生活環保工作，養成節能減碳、愛物惜福、簡單樸實的生活方式。

### 相關基本學力要求

C-9 能探討全球生態環境問題及其保護對策，並關注本澳的生態環境現況。

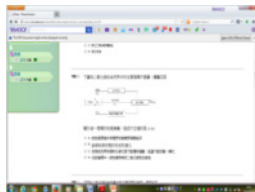
### 教學安排

本單元教學共分六節課，每節課 40 分鐘。每節課的主題如下所示：

| 課節  | 主題        |
|-----|-----------|
| 第一節 | 環境與我      |
| 第二節 | 問卷調查      |
| 第三節 | 小組匯報      |
| 第四節 | 減塑減炭——我做到 |
| 第五節 | 惜食惜水——我做到 |
| 第六節 | 環保短片賞析    |

（資料來源：澳門利瑪竇中學地理科組，引用時有刪減）

| 課節一：環境與我 |                                                                                                                                                     |                   |                                                      |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|------------------------------------------------------|
| 教學<br>簡介 | 科目：地理                                                                                                                                               | 學生須具備的<br>基本知識與技能 | 1. 學生具有一定的環境知識和環保意識。                                 |
|          | 教學時間：40 分鐘                                                                                                                                          |                   | 2. 學生已有判讀各種地圖及分析圖表的能力，對現今環境問題亦十分關注。                  |
|          | 教學目標：<br>一、知識與技能<br>1. 了解人類與環境關係的發展階段，理解環境倫理的含義，樹立正確的環境倫理觀。<br>2. 培養在分析事實資料的基礎上發現問題，概括知識的能力。<br><br>二、情感、態度和價值觀<br>讓學生明白人與自然系統是息息相關的，而人類活動與環境又相互影響。 |                   | 3. 學生課前預習「環境與我」PPT 和教師教學示範錄影片段。<br>4. 學生能熟練地運用 IPAD。 |
| 重點<br>難點 | 1. 知悉環境倫理學的概念。<br>2. 了解環境問題的產生及人類面臨的主要環境問題。<br>3. 知道可持續發展的基本內涵及協調人地關係的主要途徑。                                                                         |                   |                                                      |
| 教材<br>準備 | 1. 教師編寫教學 PPT 並錄影教學內容供學生在家中預習。<br>2. 教師利用 PowerLesson 教學軟件在課堂上教學，讓學生熟練學習內容。<br>3. 學生利用 IPAD 學習，讓其深化與內化環境知識。                                         |                   |                                                      |
| 序號       | 教學過程                                                                                                                                                |                   | 教學評量                                                 |

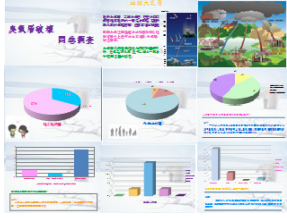
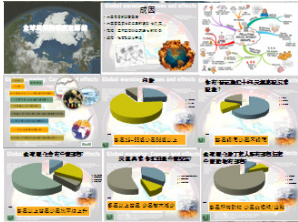
|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                          |
|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| 1 | <p>【學生】預習新課 PPT</p> <p>【教師】講解知識要點和難點</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 1.教學軟件列出參與預習的學生名單。                                                       |
| 2 | <p>【教師】PowerLesson 課堂教學</p> <p>【學生】課堂練習</p> <p>1. 下列事例反映了人地關係和諧發展的是</p> <p>A 華北地區超採地下水<br/>B 長江休漁<br/>C 洛杉磯光化學煙霧<br/>D 珠江三角洲赤潮發生</p> <p>2. 下圖為二氧化碳在自然界中的主要循環示意圖，讀圖回答。該循環示意圖反映的是</p> <p>A 地殼物質循環                      B 水循環<br/>C 生物循環                            D 大氣循環</p> <p>3. 關於這一循環的地理意義，描述不正確是</p> <p>A 促使自然界物質和化學元素不斷遷移運動，能量不斷流動、轉化<br/>B 把地理環境中有機界和無機界聯繫起來<br/>C 參與地表形態的形成和進化<br/>D 在該循環中，綠色植物吸收二氧化碳放出氧氣</p> <p>為進一步推進生態文明建設，發展循環經濟，實施節能減排工作，2008 年亞洲環境保護產業展覽會於 11 月 21 日至 23 日在中國國際貿易中心舉辦。本屆展覽會集中展示了有關水處理、大氣處理、固體廢棄物處理、噪音處理、可再生能源與資源利用、環境監測、市政環衛等領域的科技成果與最新技術產品。</p> <p>4.材料中的環境的主體是</p> <p>A 人類    B 生物<br/>C 地球    D 自然因素和社會因素</p> <p>5.下列能降低環境質量的自然原因是</p> <p>A 煤炭資源的濫採亂挖<br/>B 圍湖造田<br/>C 農業生產中大量使用化肥農藥<br/>D 地震、火山大爆發</p> |      | <p>2.1 計分練習。</p> <p>2.2 教學軟件列出答對，答錯及無答題的學生名單。</p> <p>2.3 學生能說出答錯的理由。</p> |

|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                             |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| <p>3</p>    | <p>6.下列不是社會環境或社會環境因素的是<br/>A 貴州梯田    B 周口店人類遺址<br/>C 城市或鄉村    D 卧龍自然保護區</p> <p>7. 環境包括<br/>A 自然因素                      B 社會因素<br/>C 生物環境                      D 自然環境<br/>E 社會環境</p> <p>【學生活動】投票及討論<br/>在我國江南丘陵地區廣泛修建梯田，直接造成的生態環境變化有哪些？</p> <p>【學生活動】投票及討論<br/>影響人地關係演變的主要因素有哪些？</p>     | <p>3.1 學生能積極地參與討論。</p> <p>3.2 學生發言時的表現。</p> |
| <p>總結</p>   | <p>1. 教師利用 PowerLesson 網路教學軟件能即時知道學生的學生學習情況，尤其是答錯題的學生，能及時作相應的指導。</p> <p>2. 學生運用 IPAD 學習，能增加其對課堂的參與感和投入感。</p> <p>3. 學生熱烈地討論一些開放性的問題，大部份學生能多角度思考並說出其觀點。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                             |
| <p>延伸活動</p> | <p>小組學習——「九大環境議題」專題報告</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                             |

| 課節二：問卷調查 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                |                                             |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|---------------------------------------------|
| 教學簡介     | 科目：地理                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 學生必須具備的基本知識與技能 | 學生知道問卷編製的步驟。<br><br>學生瞭解幾種問卷調查資料收集方法的優點和缺點。 |
|          | 教學時間：40 分鐘                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                |                                             |
|          | 教學目標：<br>一、知識與技能<br>1. 通過調查訪問路人，培養學生的自信心及訓練他們的語言表達能力和溝通能力。<br>2. 通過問卷調查了解路人對某一現象、人物或事件的看法或理解，藉此搜集一些非文字性的社會資料。<br>二、情感、態度和價值觀<br>經由體驗週遭環境問題，覺知人類行為對自然環境造成的破壞。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                |                                             |
|          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                |                                             |
| 課堂重點與難點  | 1. 能與組員分工合作並在限定時間內完成。<br>2. 能成功與陌生人溝通。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                |                                             |
| 教材準備     | 1. 教師預先派發並簡述問卷編製的方法及注意事項給予各組學生(共九組)，並安排各組在家中自行設計九大環境議題的問卷。<br>2. 教師準備「學生街訪注意事項」章程。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                |                                             |
| 序號       | 教學過程                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                | 教學評量                                        |
| 1        | 教師在出發前向學生講解街訪時需注意的事項，以確保學生街訪時的安全。<br><div>「學生街訪注意事項」章程</div> 同學在訪問陌生人時要注意下列幾點：<br>(1) 人身安全，2 人為一小隊，1 人提問及填答，另一人注意身邊的人或事物（提防小偷和注意車輛通行）。<br>(2) 訪問只能在大三巴附近進行，不可進入室內（如餅店、士多、古董舖等）。<br>(3) 小心財物，保管好手機，訪問時嚴禁飲食。<br>(4) 室外逗留時間約為 30 分鐘，最後在大三巴中葡友好銅像集合，回校報到，教師點名，人齊後解散。<br>訪問時要注意下列幾點：<br>(1) 選擇合適的地點，行人專用區和旅遊點都合適，切忌在藥房、商店門口尋找訪問者。<br>(2) 選擇合適的訪問者，可選擇步伐較慢，神色輕鬆的人士，如一雙情侶或 2 位女士為合，因為你們一組 2 人若訪問 3 人以上，實在難以應付，至於單身年輕的男或女，可能要趕赴目的地而拒絕停留回答問題，成功機率亦較大。<br>(3) 在邀請人們回答問題時，要有禮貌，眼睛要望著對方，眼神表現出熱切祈盼，讓對方感受你們的真誠邀請。<br>(4) 提問時語速要有節奏，聲音要響亮，尤其對象是中年人士，講出 |                | 1.專心聆聽。                                     |

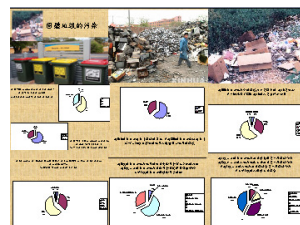
|      |                                                                                                                                                                       |                                                                      |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| 2    | <p>題目和答案時，語速稍為慢一些，以及耐心等待他們說出答案，總的來說，讓對方知道你們在乎他們對問卷主題的真實態度和意見。</p> <p>學生街訪時的情況：</p>  | <p>2.1 各組成員分工合作。</p> <p>2.2 成功提問、講究禮貌並仔細記錄。</p> <p>2.3 積極主動投入活動。</p> |
| 總結   | <p>同學在問卷製作、街訪活動過程中，各小組成員須做到互相幫助、互相監督，各組成員須對大家的學習負責，體現出我為人人，人人為我的意識要求，可以使學生在交往中產生心理相容，建立和諧的人際關係，有利於促進學生的社會性發展和健康個性的養成。</p>                                             |                                                                      |
| 延伸活動 | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 處理問卷的數據並製作成圖表。</li> <li>2. 製作簡報。</li> </ol>                                                                                 |                                                                      |

| 課節三：小組匯報 |                                                                                                                                                                                                                      |                |                                                                                                |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 教學簡介     | 科目：地理                                                                                                                                                                                                                | 學生必須具備的基本知識與技能 | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 學生能完成數據處理工作。</li> <li>2. 學生懂得製作圖表和閱讀分析圖表。</li> </ol> |
|          | 教學時間：40 分鐘                                                                                                                                                                                                           |                |                                                                                                |
|          | <p>教學目標：</p> <p>一、知識與技能</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 學會統計數據並製作簡報的基本知識。</li> <li>2. 讓學生了解澳門和全球所存在的環境問題，發展學生搜集資料、輸入數據、分析圖表等技能。</li> </ol> <p>二、情感、態度和價值觀</p> <p>通過口頭報告，培養學生的自信心及訓練同學的語言表達能力和溝通能力。</p> |                |                                                                                                |

|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                |
|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 教學重點與難點 | 1. 有效掌握時間分配，運用口頭技巧吸引同學的專注和各小組成員能互相分配合作，發揮團隊精神。<br>2. 培養學生分析和詮釋環境數據的能力，並以這些數據作基礎去預期可能產生的問題，了解如何作出決策和解決問題。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                |
| 教材準備    | 1. 教師編寫數據處理及圖表製作的内容供學生在家中學習。<br>2. 同學運用已製成的圖表及早前查找「環境與我」各議題的資料融合製作成簡報並作分析。<br>3. 教師派發口頭報告技巧的内容供學生在家中預習。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                |
| 序號      | 教學過程                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 教學評量                                                                                           |
| 1       | <p>【教師】同學們，各組已完成簡報，並已知道口頭報告時需注意的事項，現請第一組同學上來滙報。</p> <p>【學生滙報】：第一組小組滙報主題—淡水資源枯竭與污染。(參照學生作業——淡水資源枯竭與污染簡報)</p>  <p>【教師總結概括】：水，是我們日常生活中不可或缺的一環。雖然全世界接近 70%的地區被水覆蓋，但當中只有約 2.5%是淡水，而於這些淡水中適合飲用的僅有 1%，餘下的水大多蘊藏於冰山和冰川之內，因此全球的淡水資源是有限的，在這有限的水資源中我們更應該珍惜和不要浪費或污染水源。當水體受到污染後最被關切的是會影響水源的水質，無法供應乾淨的水，並且危害人們的健康及生活環境。請第二組同學上來滙報。</p> <p>【學生滙報】：第二組小組滙報主題--臭氧層破洞。(參照學生作業--臭氧層破洞簡報)</p>  <p>【教師總結概括】：太陽是地球上所有生物的能量來源，太陽光根據波長由短而長可概分為紫外線、可見光及紅外線等，其中看不見的紫外線在通過大氣層時，由於臭氧等氣體的吸收使得到達地面的強度不致造成人類健康不良影響。但由於南極圈臭氧層日漸稀薄，已引起科學家的憂心，如果不能有效控制，屆時紫外線輻射將大量增加，導致人類死於皮膚癌的病患急速增加控制氟氯碳化物的使用，已是全球的問題。請第三組同學上來滙報。</p> <p>【學生滙報】：第三組小組滙報主題--全球氣候變暖。(參照學生作業--全球氣候變暖簡報)</p>  | 1.1 講解內容熟練。<br><br>1.2 語音清晰、音量適宜。<br><br>1.3 簡報的內容鋪排合理、圖表分析準確性、美觀等方面。<br><br>1.4 小組成員合作完成口頭報告。 |

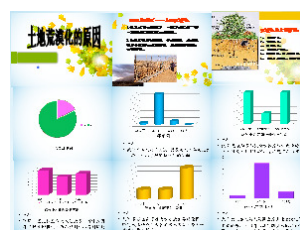
【教師總結概括】：近年來由於人類經濟活動的快速成長，所製造的化學品及產生的空氣污染，正以空前未有的速度，改變大氣結構。其中特別是化石燃料燃燒後所產生之  $\text{CO}_2$  氣體大量排放進入大氣後，吸收地表的長波輻射，造成的人為溫室效應使地表溫度逐漸增加。再加上熱帶雨林不斷減少，更無法減少二氧化碳的含量，地球不斷的加溫，將引起南、北兩極的冰山融化，海平面上升，對人類生存造成威脅。請第四組同學上來匯報。

【學生匯報】：第四組小組匯報主題--固體廢棄物。(參照學生作業--固體廢棄物簡報)



【教師總結概括】：固體廢棄物大部份來自人類生產活動的許多環節，其中包括生活過程中所產生的垃圾、工業廢棄物和醫療廢棄物等。生活廢物的處理觀念和方法，以「4R」作為一種有效的方式，即 Reduction(減量)、Reuse(重複使用)、Recycling(回收)、Regeneration(再生)。請第五組同學上來匯報。

【學生匯報】：第五組小組匯報主題--土壤荒漠化。(參照學生作業--土壤荒漠化簡報)

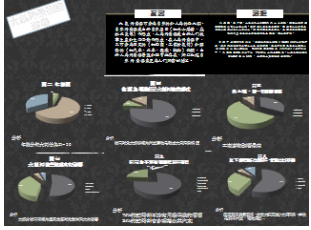
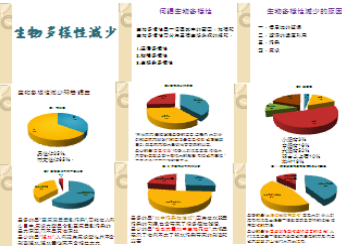


【教師總結概括】：森林對於土壤具有保護的作用。目前地球上的森林正被大量砍伐而逐年減少中，此外草原退化，土地沙漠化，全世界沙漠化土地的面積正以驚人的速度在增長，大約每年要擴大 5-7 萬平方公里，給許多國家、地區的農牧業生產和人民生活帶來嚴重的威脅。請第六組同學上來匯報。

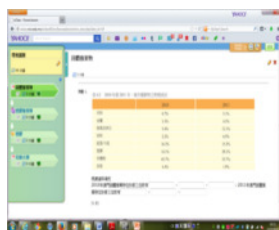
【學生匯報】：第六組小組匯報主題--酸雨。(學生作業——參照酸雨簡報)

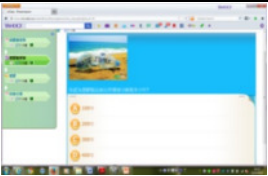
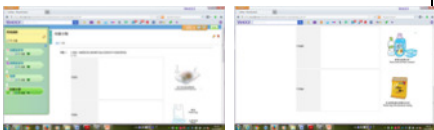
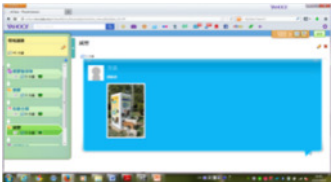
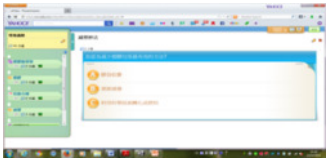


【教師總結】：酸雨是指因空氣污染而造成的酸性降水。當降水的PH值 $<5.6$  時，降水即稱為酸雨。酸雨中含有多種無機酸與有機酸，絕大多數是 $\text{H}_2\text{SO}_4$ 與 $\text{HNO}_3$ ， $\text{H}_2\text{SO}_4$ 與 $\text{HNO}_3$ 都是由人為排放的硫的氧化物與氮的氧化物轉化而成的。目前，全球有三大酸雨地區：西歐、北美和東南亞。而我國長江以南也存在連片的酸雨區域。在酸雨區域內、湖泊酸化、漁業減產、土壤貧脊、糧食減產、建築物腐蝕等，此項問題已不單是一個地區的問題，如美國工廠排放廢氣導致酸雨，飄降到加拿大，影響加拿大自然生態及環保的問題。請第七組同學上來匯報。

|                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                    | <p>【學生匯報】：第七組小組匯報主題--大氣污染。(學生作業--參照大氣污染簡報)</p>  <p>【教師總結概括】：在污染的大氣中，常含有一氧化碳、二氧化硫、氮氧化物、硫化氫，以及煤塵、粉塵、懸浮微粒等有害物質，這種有害的氣體，會使呼吸道感到不適，嚴重者使呼吸道及肺功能產生病變，發生支氣管炎、哮喘、肺氣腫和肺癌等病症，若突然受到高濃度污染物的作用，可能產生急性中毒，甚至於死亡。大氣污染不單對人類作出危害，對植物和建築物也會有影響。請第八組同學上來匯報。</p> <p>【學生】：第八組小組匯報主題--森林銳減。(參照學生作業--森林銳減簡報)</p>  <p>【教師總結概括】：森林提供野生動物、植物良好的棲息地，並吸收二氧化碳，產生氧氣，調節氣候，涵養水源，保持水土。基於經濟誘因及開發建設，全球森林以驚人的速度逐漸減少，尤其是南美洲與東南亞的熱帶雨林的濫伐，此舉不僅造成生態平衡的問題，導致全球性氣候的改變，並加劇了溫室效應。請第九組同學上來匯報。</p> <p>【學生】：第九組小組匯報主題--生物多樣性減少。(參照學生作業--生物多樣性減少簡報)</p>  <p>【教師總結概括】：植物、動物、微生物會自然形成生態平衡。目前全世界估計有 25,000 種植物，1,000 多種脊椎動物，正處於滅絕的邊緣。生態系統的複雜性遠超乎我們的想像，因此動物與植物的滅種，最後絕對會影響到人類的生存。生物資源若能完善的保護，將是可再生的資源，因此在利用生物資源時，一定要注意保護它，使其能夠繁殖、繁衍，以滿足人類永續的利用與需求。</p> |
| <p><b>總結</b></p>   | <p>環境保護的問題，必須依賴高科技、龐大的工程建設及完備的法律等措施，但我們千萬不要忽略個人日常的生活行為，因為環保的理想必須落實到日常生活中，舉手之勞，大家都能為環境保護盡一份力量。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <p><b>延伸活動</b></p> | <p>指引學生上網瀏覽與減塑減炭相關的網站。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

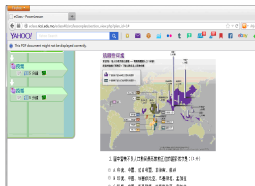
| 課節四：減塑減炭——我做到 |                                                                                                                                                                                                                               |                |                                                                                                           |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 教學簡介          | 科目：地理                                                                                                                                                                                                                         | 學生必須具備的基本知識與技能 | 1. 學生具有一定的環境知識和環保意識。<br>2. 學生已有判讀各種地圖及分析圖表的能力，對現今環境問題有基本的了解。<br>3. 學生課前預習澳門環境狀況 PPT。<br>4. 學生能熟練地運用 IPAD。 |
|               | 教學時間：40 分鐘                                                                                                                                                                                                                    |                |                                                                                                           |
|               | 教學目標：<br>一、知識與技能<br>1. 結合本澳實際，探索解決資源問題的途徑，樹立正確的資源觀和發展觀。<br>2. 培養根據圖表資料分析問題，解決問題的能力。<br>二、情感、態度和價值觀<br>提昇學生參與環境保護的責任感和積極性。                                                                                                     |                |                                                                                                           |
| 教學重點與難點       | 1. 學會以全球自然資源使用和人地互動關係為焦點去探討都市與垃圾污染的問題。<br>2. 明白塑膠類垃圾對地球的傷害不容忽視。<br>3. 知道澳門大氣環境狀況。                                                                                                                                             |                |                                                                                                           |
| 教材準備          | 1. 教師編寫教學 PPT 供學生在家中預習。<br>2. 教師利用 PowerLesson 教學軟件在課堂上教學，讓學生熟練學習內容。<br>3. 學生利用 I PAD 學習，讓其深化與內化環境知識。                                                                                                                         |                |                                                                                                           |
| 序號            | 教學過程                                                                                                                                                                                                                          |                | 教學評量                                                                                                      |
| 1             | 【引入】目前，澳門人面對的環境議題有固體廢棄物、大氣污染、水污染等。課前已經要求同學們預習一些資料，現在利用 IPAD 回答問題。                                                                                                                                                             |                | 1.能有效地使用 IPAD。<br><br>2.1 計分練習。<br>2.2 教學軟件列出答對、答錯及無答題的學生名單。<br>2.3 學生能說出答錯的理                             |
| 2             | 【教師】Power Lesson 課堂教學<br>【學生】課堂練習<br>1. 根據圖中表示的資料填充<br>2010 年澳門固體廢棄物位於前三位的是有機物，紙張／卡紙，塑膠；2011 年澳門固體廢棄物位於前三位的是塑膠，有機物，紙張/卡紙。<br><br>【教師補充】本澳每人每日平均運往處理的廢棄物量達 1.64 公斤，塑膠，有機物和紙張/卡紙等仍是本澳廢棄物的主要成份，其中塑膠較 2010 年增加一倍，佔了 29.1%，居眾廢物之首。 |                |                                                                                                           |



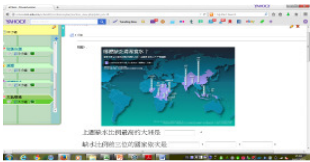
|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                             |
|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
|   | <p>2. 你認為塑膠製品被自然環境分解需多少年？<br/> A 100 年      B 200 年<br/> C 300 年      D 400 年</p>  <p>【教師補充】塑膠製品難以被自然分解，主要送到焚化中心處理。</p> <p>3. 塑膠製品廣泛利用於日常生活中，大家來認識各種材質的用途。</p>   <p>【學生討論】略</p> <p>4. 小明有一袋家居垃圾，請你幫忙找出可回收和不可回收的物品。</p>  <p>【教師補充】同學請把塑膠瓶略為清洗，鋁箔包壓扁摺好才送去回收站或投進回收箱。</p> <p>5. 請大家猜猜圖中的機器有何用處？</p>  <p>【學生討論】略</p> <p>【教師補充】圖中是塑膠回收機，居民把塑膠瓶投入上層洞口，下層洞口會掉下狗糧，目的是為了有效提高塑膠品回收工作。</p> <p>6. 你認為減少塑膠垃圾最有效的方法？</p>  <p>【教師小結】大部份同學都認為，塑膠垃圾最理想的處理方案是源頭減廢，如果能結合日後有效和普及地利用科學手段將塑膠品轉化成燃料的技術，可以令我們更安全地處理這些物質，以提昇本澳的環境品質。若要全面地提昇環境品質，不能忽視大氣環境的問題，對大氣污染的防止工作，亦要從多方面著手研究，現在我們來深入了解澳門的大氣污染的狀況。</p> <p>【教師】PowerLesson 課堂教學<br/> 【學生】課堂練習</p> | <p>由。</p> <p>2.4 能積極地回答問題。</p> <p>2.5 能說出自己的觀點。</p> <p>2.6 能耐心地聆聽別人的觀點。</p> |
| 3 | <p>1. 根據上圖所示，2011 年一氧化碳的排放量較 2010 年均有所上升，其中以陸上交通運輸和本地發電產生的排放量所佔百分比之升幅較明顯。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <p>3.1 計分練習。</p> <p>3.2 教學軟件列出答對、答錯及無答題的學生名單。</p> <p>3.3 學生</p>             |

|             |                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                    |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|             | <p>2. 根據上表所示,空氣質量屬於不良的項目有直徑少於 10 微米之可吸入懸浮粒子的濃度,二氧化氮的濃度和一氧化碳的濃度。</p> <p>3.根據上圖所示,澳門溫室氣體的主要排放源是本地發電,其次是陸上交通運輸。</p> <p>4.根據上表,澳門 2000 年至 2011 年大氣中一氧化碳(CO)排放量呈現下降/遞減趨勢。</p> <p>5.根據上表所示,影響澳門大氣的溫室氣體有二氧化碳,甲烷及氧化亞氮。</p>                                                         |     | <p>能說出答錯的理由。</p> <p>3.4 能積極地回答問題。</p> <p>3.5 能說出自己的觀點。</p> <p>3.6 能耐心地聆聽別人的觀點。</p> |
| <b>總結</b>   | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 藉著介紹有關污染的性質與原因知識給學生時,可引發其對防治污染更積極的態度。</li> <li>2. 希望學生通過瞭解環境問題和環境行為的知識,去進行環保行為。</li> <li>3. 教師利用「反轉課堂」的教學模式,能有效地協助學生學習相關內容。</li> <li>4. 利用 PowerLesson 教學軟件,令學生在課堂上更專注課業及投入學習內容,而教師可知道學生課前預習,課堂學習,課後練習的參與及對學習內容的掌握程度。</li> </ol> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                    |
| <b>延伸活動</b> | <p>課後練習:</p> <p>學生利用 PowerLesson 軟件的課後練習功能閱讀環境案例,並簡單寫出自己的看法。</p>                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                    |

| 課節五：惜食惜水——我做到 |                                                                                                                                              |                       |                                                                                                                 |
|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>教學簡介</b>   | <b>科目：</b> 地理                                                                                                                                | <b>學生必須具備的基本知識與技能</b> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 學生具有一定的環境知識和環保意識。</li> <li>2. 學生已有判讀各種地圖及分析圖表的能力,對現今環境問題有基</li> </ol> |
|               | <b>教學時間：</b> 40 分鐘                                                                                                                           |                       |                                                                                                                 |
|               | <b>教學目標：</b><br>一、知識與技能<br><ol style="list-style-type: none"> <li>1. 瞭解水資源的利用狀況,以及水污染和浪費的現象,明白節水的重要性。</li> <li>2. 通過閱讀圖表資料,逐步培養和提</li> </ol> |                       |                                                                                                                 |

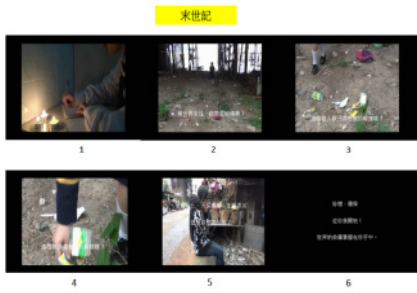
|                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                            |                                       |
|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
|                | <p>高讀圖、析圖的能力。</p> <p>二、情感、態度和價值觀</p> <p>提昇學生參與環境保護的責任感和積極性。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                            | <p>本的了解。</p> <p>3. 學生能熟練地運用 IPAD。</p> |
| <b>教學重點與難點</b> | <p>1. 知道如何減少製造廚餘和將廚餘轉化成有用的資源方法。</p> <p>2. 理解惜食惜水的重要性。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                            |                                       |
| <b>教材準備</b>    | <p>1. 安排學生課前預習網上資料。</p> <p>2. 教師收集相關資料資料，利用 PowerLesson 教學軟件在課堂上教學，讓學生熟練學習內容。</p> <p>3. 學生利用 IPAD 學習，讓其深化與內化環境知識。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                            |                                       |
| <b>序號</b>      | <b>教學過程</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <b>教學評量</b>                                                                                                                                |                                       |
| 1              | <p>【引入】播放「別做浪費鬼，惜食為香港」廣告片，帶出本節課主題之一「惜食」</p> <p><a href="http://www.youtube.com/watch?v=G Gj3lrXGwq0">http://www.youtube.com/watch?v=G Gj3lrXGwq0</a></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 1.專心觀賞。                                                                                                                                    |                                       |
| 2              | <p>【教師】課前已經安排同學們預習了一些資料，現在利用 IPAD 回問題。</p> <p>【教師】Power Lesson 課堂教學</p> <p>【學生】課堂練習</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 2.能有效地使用 IPAD。                                                                                                                             |                                       |
| 3              | <p>1. 根據下列資料數據，完成下列填充：</p> <p>全球約有 <b>8.7 億人</b>沒有足夠糧食，其中 <b>98%</b>居住在發展中國家。其中世界上半數飢餓人口，集中在六個國家，如東亞的中國，東南亞的印尼，南亞的孟加拉、印度和巴基斯坦，東非的埃塞俄比亞。全球有 <b>14 億人</b>每天只靠少於 <b>1.25 美元</b>生活，其中花在食物上的只有 <b>90 美分</b>。</p>  <p>2. 圖中營養不良人口數目最高的前五位的國家依次是：</p> <p>A 印度、中國、尼日利亞、菲律賓、蘇丹</p> <p>B 印度、中國、埃塞俄比亞、巴基斯坦、孟加拉</p> <p>C 印度、中國、巴基斯坦、埃塞俄比亞、孟加拉</p> <p>D 中國、印度、坦桑利亞、埃塞俄比亞、印尼</p>  <p>【教師補充】世界上最大的健康危機，就是飢餓和營養不良。經濟發達國家每年丟掉食物的總量，幾乎等於撒哈拉以南的非洲糧食總產量。根據聯合國糧食及農業組織的資料，每年全球的糧食總產量，就有三分之一是浪費或棄掉的。當世上還有 8.7 億人在捱餓的時候，我們更應該珍惜食物，減少浪費。</p> | <p>3.1 計分練習。</p> <p>3.2 教學軟件列出答對，答錯及無答題的學生名單。</p> <p>3.3 學生能說出答錯的理由。</p> <p>3.4 能積極地回答問題。</p> <p>3.5 能說出自己的觀點。</p> <p>3.6 能耐心地聆聽別人的觀點。</p> |                                       |

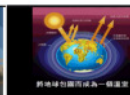
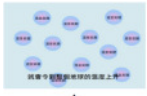
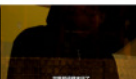
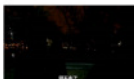
|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                             |
|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| 4 | <p>【教師】播放「惜食香港--廚餘消減活動」宣傳片<br/> <a href="http://www.youtube.com/watch?v=d6JnfzrUPLY">http://www.youtube.com/watch?v=d6JnfzrUPLY</a></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 4.專心觀賞。                                     |
| 5 | <p>【教師補充】我們要珍惜食物，避免浪費，把棄掉食物量減至最低，因此，消減廚餘就是重點之一。</p> <p>【學生活動】投票及討論<br/>         每天澳門的廢棄物中，廚餘的數量佔了 30%，約每天生產出 300 噸廚餘，而廚餘主要來自家居，而人們丟棄食物的原因可以是：(最多可選 3 個)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>A. 食物太便宜</li> <li>B. 食物份量太多</li> <li>C. 對食物挑剔了</li> <li>D. 為減肥控制食量</li> <li>E. 面子問題，請客吃飯寧多勿少</li> <li>F. 打包既不方便，亦不好看</li> <li>G. 貯存食物不當，任由食物腐爛</li> </ul> <p>【學生討論】略</p> <p>【學生活動】投票及討論<br/>         冷飯菜汁也可以回收再用？沒錯！回收的廚餘可以再用/再造成：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>A. 煮食</li> <li>B. 回收</li> <li>C. 再造飼料</li> <li>D. 再造清潔用品</li> <li>E. 再造肥料</li> </ul> <p>【學生討論】略</p> <p>【教師補充】回收的廚餘可再用有煮食、回收、再造飼料、再造清潔用品、再造肥料等作用。目前本澳居民並沒有處理廚餘的方式，只會將廚餘及其他垃圾一同丟棄到大型垃圾桶內。現時政府以部分學校作為試點設置廚餘機就地處理，加深學生對源頭減廢的觀念，從而影響家庭。因此澳門推行回收廚餘工作需要投放更多的人力資源。</p> <p>【學生活動】投票及討論<br/>         請同學猜猜圖中(1)~(6)的惜食招式是？</p> <p>【學生討論】略</p> <p>【教師小結】隨著近年澳門經濟急速發展，現時澳門每天平均需要焚化約 900 噸固體廢棄物，當中大約三分之一是廚餘。妥善處理好廚餘不但可減低廢棄物的數量，還可對生態環境保護有進一步的幫助。而最佳的減量廚餘的方法是「源頭減廢」。因此大家必須珍惜食物，避免浪費，把棄掉食物量減至最低，為環境保護出一分力！現時全球人口已突破 70 億，除了面臨糧食危機之外，還需正視水資源短缺的問題，現在我們一起來探討本節課另一主題「惜水」。</p> | <p>5.1 學生能積極地參與討論。</p> <p>5.2 學生發言時的表現。</p> |

|                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                       |
|----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>6</p> <p>7</p> <p>8</p> | <p>【教師】播放「水資源爭奪」廣告片<br/> <a href="http://www.youtube.com/watch?v=F92GTxZuvNY">http://www.youtube.com/watch?v=F92GTxZuvNY</a></p> <p>【教師】PowerLesson 課堂教學</p> <p>【學生】課堂練習</p> <p>1. 根據澳門各類用水的分佈情況來看，用水最多的是商業用水和生活用水，比例各佔 44.1%。</p>  <p>【教師補充】澳門這個旅遊城市，由於近年發展迅速，吸引眾多遊客的到訪，在商業用水的情況上有明顯的升幅，竟與生活用水的比例一樣，因此澳門環保局推出酒店、娛樂場節水計劃的活動，從而推廣節水的概念，提高市民節水的意識，珍惜有限的淡水資源。</p> <p>2. 根據澳門沿岸水質非金屬評核圖中，水質較差的前四個地區有內港、南灣、外港、黑沙環。</p>  <p>【教師補充】澳門的水質污染嚴重，本澳多個地區非金屬指數出現超標現象，特別是內港地區水體污染嚴重，政府需及早治理本澳水體污染的問題。</p> <p>3. 澳門有 5 個污水處理廠/站？</p>  <p>4. 能吸收及分解污染物質，達到淨化水質效果的植物及其圖片作出配對：</p>  <p>5. 下圖缺水比例最高的大洲是亞洲。缺水比例前三位的國家依次是中國、印度、尼日利亞。</p>  <p>【教師補充】全球多個國家和地區缺水及水體污染嚴重，主要分佈在亞洲和非洲。</p> <p>【學生活動】投票及討論<br/> 選出三個日常生活中你認為最有效慳水的方法：</p>  | <p>6.專心觀賞。</p> <p>7.1 計分練習。</p> <p>7.2 教學軟件列出答對，答錯及無答題的學生名單。</p> <p>7.3 學生能說出答錯的理由。</p> <p>7.4 能積極地回答問題。</p> <p>7.5 能說出自己的觀點。</p> <p>7.6 能耐心地聆聽別人的觀點。</p> <p>8.1 學生能積極地參與討論。</p> <p>8.2 學生發言時的表現。</p> |
| <p>總結</p>                  | <p>在日常生活中，同學們應減少廚餘的製造，知道廚餘的再用價值，從而珍惜食物、減少廚餘。全球人口愈來愈多的情況下，面對有限的水資源，且水體污染日益嚴重，因此推行節約用水、保護水源潔淨是重要議題。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                       |

|      |               |
|------|---------------|
| 延伸活動 | 安排小組課後拍攝環保短片。 |
|------|---------------|

| 課節六：環保短片賞析 |                                                                                                                                                                                                |                |                                                                      |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|----------------------------------------------------------------------|
| 教學簡介       | 科目：地理                                                                                                                                                                                          | 學生必須具備的基本知識與技能 | 1. 學生具有一定的環境知識和環保意識。<br>2. 學生已有正確的環保態度，能主動實行環保行為。<br>3. 能利用電腦軟件製作短片。 |
|            | 教學時間：40 分鐘                                                                                                                                                                                     |                |                                                                      |
|            | 教學目標：<br>一、知識與技能<br>1. 了解人類所面臨的人口、資源、環境和發展等重大問題，初步認識環境與人類活動的相互關係。<br>2. 能運用科學技術的方法和手段，表達自己學習的體會、看法和成果，並與別人交流。<br>二、情感、態度和價值觀<br>1. 培養環境意識的知行合一，自覺參與的行為習慣。<br>2. 初步形成可持續發展的觀念，逐步養成關心和愛護環境的行為習慣。 |                |                                                                      |
| 課堂重點與難點    | 1. 小組學生代表能講述環保短片所宣揚的深層意思。<br>2. 小組學生代表能分享自己或其他組員的經驗和感受。                                                                                                                                        |                |                                                                      |
| 教材準備       | 1. 指導學生填寫環保短片製作表格。<br>2. 指導學生按比賽章程製作環保短片。<br>3. 開設校內網絡的討論區。                                                                                                                                    |                |                                                                      |
| 序號         | 教學過程                                                                                                                                                                                           |                | 教學評量                                                                 |

|          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                         |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>1</p> | <p>【教師】 播放入圍的環保短片。</p> <p>【學生】 各小組學生代表講述短片的設計意念及其表達的訊息和活動反思。</p> <p>1.短片 1：末世紀</p>  <p>2.短片 2：自然挽回</p>  <p>3.短片 3：利訊</p>  <p>4.短片 4：我不是天使</p>  <p>5.短片 5：「保」…勝</p>  | <p>1.1 能專心聆聽。</p> <p>1.2 能專心觀看。</p> <p>1.3 能反省自覺。</p> <p>1.4 能於日常生活中實踐。</p> <p>1.5 環保短片評分表。</p> <p>1.6 學生互評表和自我評價表。</p> |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|      | <p>6. 短片 6：海綿教室</p> <div></div> <p>1 2 3</p> <div></div> <p>4 5 6</p> <p>7. 短片 7：愛·漫遊</p> <div></div> <p>1 2 3</p> <div></div> <p>4 5 6</p> <p>8. 短片 8：那夜凌晨，我坐在公園夢遊核爆後的空間</p> <div></div> <p>1 2 3</p> <div></div> <p>4 5 6</p> <p>學生投票：請選出你最喜愛的環保短片。</p> <p>學生投票：請選出最佳特效的短片。</p> <div></div> |  |
| 總結   | <ol style="list-style-type: none"><li>1. 學生們自編自導自演拍攝的環保短片，意在傳達這樣一種觀念：實行源頭減廢，施行簡約生活是解決環境問題的關鍵。</li><li>2. 讓學生把在學校學到的「減少塑膠袋使用」、「多利用公共交通工具」、「節約能源及水資源」和「減少食用過多的肉類」的觀念與做法帶到家中 and 社區中，共同維護與提昇環境生活品質。</li><li>3. 若學校能持續推廣環境教育和教師鼓勵學生多參加環保活動，學生的環境知識和態度、環保行為和習慣必然有正向的改變，使學生知行合一，為實現可持續發展付出努力。</li></ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  |
| 延伸活動 | <ol style="list-style-type: none"><li>1. 利用 PowerLesson 教學軟件重溫 8 條環保短片。</li><li>2. 利用校內網絡的討論區，寫出對環保短片的建議。</li></ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |

## 附錄二

### 社區資源推薦目錄

| 序號 | 資源名稱         | 地址和網址                                                                                                                                                                                                                          | 內容簡介                                                                                                          |
|----|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 澳門大學中華醫藥研究院  | 澳門氹仔大學大馬路 N22 大樓 7 樓<br>(853) 8822 4685 (853) 88224697<br><a href="http://www.umac.mo/sklqrcm/yw/index.html">http://www.umac.mo/sklqrcm/yw/index.html</a>                                                                      | 設有普及生物技術教學實驗活動, 可提供多元的實驗主題講座及活動, 可為教師及實驗室技術員提供專業培訓。                                                           |
| 2  | 本澳各公園        | 各公園的地址請參閱澳門自然網:<br><a href="http://nature.iacm.gov.mo/c/park/list.aspx">http://nature.iacm.gov.mo/c/park/list.aspx</a>                                                                                                         | 提供團體自然導賞, 認識自然生態的活動及學校巡迴圖片展。                                                                                  |
| 3  | 望德聖母灣濕地生態觀賞區 | 望德聖母灣大馬路北側<br>(853) 2888-0087<br><a href="https://nature.iacm.gov.mo/c/nature/detail.aspx?id=f5384a66-4abb-480c-ba30-54d85d29721d">https://nature.iacm.gov.mo/c/nature/detail.aspx?id=f5384a66-4abb-480c-ba30-54d85d29721d</a> | 澳門重要的濕地生態區之一, 有將近 30 種鳥類棲息, 適合學生進行實地的生態學習。                                                                    |
| 4  | 澳門發電廠        | 澳門馬交石炮臺馬路<br>(853) 8393-1202<br><a href="http://www.cem-macau.com/">http://www.cem-macau.com/</a>                                                                                                                              | 提供團體預約參觀, 讓學生實地瞭解發電的過程。                                                                                       |
| 5  | 澳門自來水有限公司    | 澳門青洲大馬路 718 號<br>(853) 2822-0088<br><a href="http://www.macaowater.com/index.php">http://www.macaowater.com/index.php</a>                                                                                                      | 提供團體預約參觀, 讓學生瞭解自來水的生產流程及自來水的檢驗。                                                                               |
| 6  | 澳門科學館        | 澳門孫逸仙大馬路<br>(853) 2888-0822<br><a href="http://www.msc.org.mo/">http://www.msc.org.mo/</a>                                                                                                                                     | 有 12 個長期展廳, 兩個適時更換的專題展覽廳。設有「機械工房」, 學生可通過學校借用, 同時可為相關教師提供相關培訓。開設「館校合作」計劃, 每年均有適合不同年齡的科普輔助課程或活動。可提供流動展品予學校巡迴使用。 |
| 7  | 澳門博物館        | 澳門博物館前地 112 號<br>(853) 2835-7911<br><a href="http://www.macaumuseum.gov.mo">http://www.macaumuseum.gov.mo</a>                                                                                                                  | 設有三層長期展覽廳, 包括歷史, 民俗及當代特色。提供學校預約導賞。                                                                            |
| 8  | 通訊博物館        | 澳門馬交石炮臺馬路 7 號<br>(853) 2871-8063<br><a href="http://macao.communications.museum/chi/main.html">http://macao.communications.museum/chi/main.html</a>                                                                            | 是一間富有實驗和互動特色的博物館, 提倡集郵文化, 推動普及電訊科學和技術。提供預約導覽, 提供學校預約工作坊和課程。                                                   |
| 9  | 澳門環境保護局      | 澳門馬交石炮台馬路 11 號至 11 號 D 郵政大樓地下<br>(853) 2876-2626<br><a href="http://www.dspa.gov.mo">http://www.dspa.gov.mo</a>                                                                                                                | 提供有關環境保護的資訊及專題活動。                                                                                             |
| 10 | 澳門地球物理暨氣象局   | 澳門氹仔大潭山天文台斜路<br>(853) 8898 6223<br><a href="http://www.smg.gov.mo/www/c_index.php">http://www.smg.gov.mo/www/c_index.php</a>                                                                                                   | 提供澳門天氣的資訊。                                                                                                    |
| 11 | 香港科學館        | 香港九龍尖沙咀東部科學館道二號<br>(852)2732-3232<br><a href="http://www.lcsd.gov.hk/CE/Museum/Science">http://www.lcsd.gov.hk/CE/Museum/Science</a>                                                                                           | 學生可于香港科學館親身發掘科學的奧秘, 從而探索身邊事物與科學的關係。館內約有五百件展品, 其中六成更可讓參                                                        |

|    |        |                                                                                                                                     |                                                                         |
|----|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
|    |        |                                                                                                                                     | 觀者親自操作。                                                                 |
| 12 | 香港太空館  | 香港九龍尖沙咀梳士巴利道 10 號<br>(852)2721 0226<br><a href="http://www.lcsd.gov.hk/CE/Museum/Space">http://www.lcsd.gov.hk/CE/Museum/Space</a>  | 展覽廳分為兩個主要部分：地下的太空科學展覽廳和一樓的天文展覽廳。廳內大部分展品皆可讓觀眾親身操作。教育資源：自學天文課程、太空探險競賽遊戲棋。 |
| 13 | 廣東科學中心 | 广东省广州市番禺区大学城科普路 168 号<br>(86) 20-3934-8080<br><a href="http://www.visitgz.com/jtb/zt/kxzx/">http://www.visitgz.com/jtb/zt/kxzx/</a> | 內容包括綠色家園館、實驗與發現館、感知與思維館、兒童天地館、人與健康館、交通世界館、數位家庭體驗館、數碼世界館、開放實驗室、飛天之夢館等。   |
| 14 | 東莞市科技館 | 广东省东莞市新城市中心区元美中路 2 号<br>(86) 769-2283-5268<br><a href="http://www.dgstm.org.cn/">http://www.dgstm.org.cn/</a>                       | 內容包括場館文化、科技論壇、少年科學院、視頻天地等。                                              |

### 附錄三

#### 網路課程資源推薦目錄

| 序號 | 名稱和網址                                                                                                                                                     | 內容簡介                                                                                          |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 澳門自然網<br><a href="https://nature.iacm.gov.mo/c/info/default.aspx">https://nature.iacm.gov.mo/c/info/default.aspx</a>                                      | 介紹澳門各公園的基本資料。                                                                                 |
| 2  | 澳門生物資料庫<br><a href="http://nature.iacm.gov.mo/BioDatabase/c/menu/default.aspx">http://nature.iacm.gov.mo/BioDatabase/c/menu/default.aspx</a>              | 介紹不同綱目的動物和植物。                                                                                 |
| 3  | 澳門科普網<br><a href="http://www.dsej.gov.mo/cre/science/">http://www.dsej.gov.mo/cre/science/</a>                                                            | 提供科普訊息、科普教學資源和最新活動資訊。                                                                         |
| 4  | 澳門科學技術協進會－普及生物技術教學實驗活動科普網<br><a href="http://mapst-bioedumacau.rhcloud.com/">http://mapst-bioedumacau.rhcloud.com/</a>                                    | 提供科普訊息、教師培訓工作坊、學生科普領袖活動等活動資訊。                                                                 |
| 5  | 香港教育城<br><a href="http://www.hkedcity.net/">http://www.hkedcity.net/</a>                                                                                  | 一站式專業教育網站，結合資訊、資源、互動社群與網上軟件工具，推動學界透過資訊科技提升教學效能。其中的教育電視為科學教師提供一些音像視頻資料，包括知識介紹、教學實錄等。           |
| 6  | 情境物理<br><a href="http://www.hk-phy.org/contextual/">http://www.hk-phy.org/contextual/</a>                                                                 | 網頁提供有關教學、試教、課程指引和參考資料資源的連結，提倡物理情境教學法，並為教師提供討論園地和共享園地。支援情境教學法的課題，包括運動、力、動量、能量、溫度、熱、熱的傳遞和物態變化等。 |
| 7  | 香港學生科學比賽<br><a href="http://hksspc.hkfyg.org.hk/page.aspx?corpname=hksspc&amp;i=2695">http://hksspc.hkfyg.org.hk/page.aspx?corpname=hksspc&amp;i=2695</a> | 透過對科學和科技的探索和創新應用來引發學生的創意和科學頭腦、啟導他們的科技才能和鼓勵他們投身科學和科技事業。                                        |
| 8  | 廣東自然保護區<br><a href="http://www.gdnr.org.cn/">http://www.gdnr.org.cn/</a>                                                                                  | 內容包括廣東自然保護區概況、新聞動態、生態旅遊、政策法規等。                                                                |
| 9  | 中國科普網<br><a href="http://www.cpus.gov.cn">http://www.cpus.gov.cn</a>                                                                                      | 包括政策法規、科普動態、科普基地、科技前沿、科普論壇、科學與生活、科技史話等欄目。                                                     |
| 10 | 中國興華科學教育網<br><a href="http://www.risechina.org/">http://www.risechina.org/</a>                                                                            | 包括科學探究館、科學文化館、科學考試院、科學備課、科學教學研究、科技廣角等專欄，內容非常豐富。                                               |
| 11 | 科學教育網<br><a href="http://www.sedu.org.cn/">http://www.sedu.org.cn/</a>                                                                                    | 內容包括理論研究、科學課程、科教活動、教師發展、科教基地、科教資訊、科教論壇、中美合作、國外動態、科教社區、課題研究等。                                  |
| 12 | 中國科學教育網（漢博）<br><a href="http://www.handsbrain.com/">http://www.handsbrain.com/</a>                                                                        | 以「做中學」科學教育為主題，包括科學教育資源平臺和科學教師教研平臺，設由做中學概覽、新聞動態、專題活動、LAMAP 中文鏡像、韓博論壇等。                         |
| 13 | The Science Teacher<br><a href="http://www.nsta.org/highschool#journal">http://www.nsta.org/highschool#journal</a>                                        | 由美國（全國）理科教師協會出版，每年九冊。由中學理科教師同儕評閱的學術期刊，每期均設「專題」文章。                                             |
| 14 | Integrated Mathematics, Science, and Technology                                                                                                           | 此網站提供了融合數學、科學、技術的專題研習活動的資訊。                                                                   |

|    |                                                                                                                                                   |                                                                                                               |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | <a href="http://cemast.illinoisstate.edu/">http://cemast.illinoisstate.edu/</a>                                                                   |                                                                                                               |
| 15 | Web-based Inquiry Science Environment (WISE)<br><a href="https://wise.berkeley.edu/">https://wise.berkeley.edu/</a>                               | 此網站提供平臺讓學生可以分享科學資訊、共同探究，並進行討論，從而彙集學生之間不同的想法最終共同建構成新得知識。這個平臺還嵌入了大量電腦模擬實驗。                                      |
| 16 | Lesson Plan Central<br><a href="http://lessonplancentral.com/lessons/Science/">http://lessonplancentral.com/lessons/Science/</a>                  | 此網站為教師提供與科學有關的課堂計劃及教學資源。                                                                                      |
| 17 | Physical Science Resource Centre<br><a href="http://www.compadre.org/psrc/">http://www.compadre.org/psrc/</a>                                     | 此網站可鏈接一系列網站，提供適用於中、小學的物理和科學教學的資源。當中包括課程、教學資源、評價工具、示範和活動、每週難題及每月最佳玩具。                                          |
| 18 | Cornell Math and Science Gateway<br><a href="https://www.cac.cornell.edu/education/SAGE.aspx">https://www.cac.cornell.edu/education/SAGE.aspx</a> | Cornell Theory Center Math and Science Gateway for Secondary School Students and Teachers 可作為搜集網上數學和科學資源的起步點。 |
| 19 | Environmental Education on the Internet<br><a href="http://www.envirolink.org/index.html">http://www.envirolink.org/index.html</a>                | 載有詳盡的環境教育資源，包括完整的課堂計畫及學習活動意見。                                                                                 |
| 20 | The Association for Science Education UK<br><a href="http://www.ase.org.uk">http://www.ase.org.uk</a>                                             | 載有豐富的教育資料及鏈接，亦設「對話廣場」，可即時與其他教師在網上交換意見。                                                                        |
| 21 | NASA's Mars Exploration Program<br><a href="http://mars.nasa.gov/">http://mars.nasa.gov/</a>                                                      | 此網站由美國太空總署製作，載有有關火星及「火星探索」活動的最新資料。                                                                            |
| 22 | Australian Academy of Science<br><a href="https://www.science.org.au/">https://www.science.org.au/</a>                                            | 提供有關科學、健康和環保等的準確及最新消息，把課堂理論與生活科學相聯繫。                                                                          |

## **《高中自然科學課程指引》研制小組名錄**

### **編寫人員**

魏冰（協調員） 澳門大學教育學院副教授

萬志宏 香港教育大學課程與教學系助理教授

陳博 廣州大學化學化工學院講師

### **本澳教師代表**

黃俊媛 同善堂中學

康玉專 濠江中學

李桂冰 利瑪竇中學

吳敏儀 聖羅撒女子中學（中文部）

許穎灝 教業中學

### **顧問**

郭重吉 臺灣彰化師範大學教授

葉殿恩 香港中文大學課程與教學系客座副教授

丁邦平 首都師範大學教育學院教授

溫佩娣 澳門大學教育學院助理教授