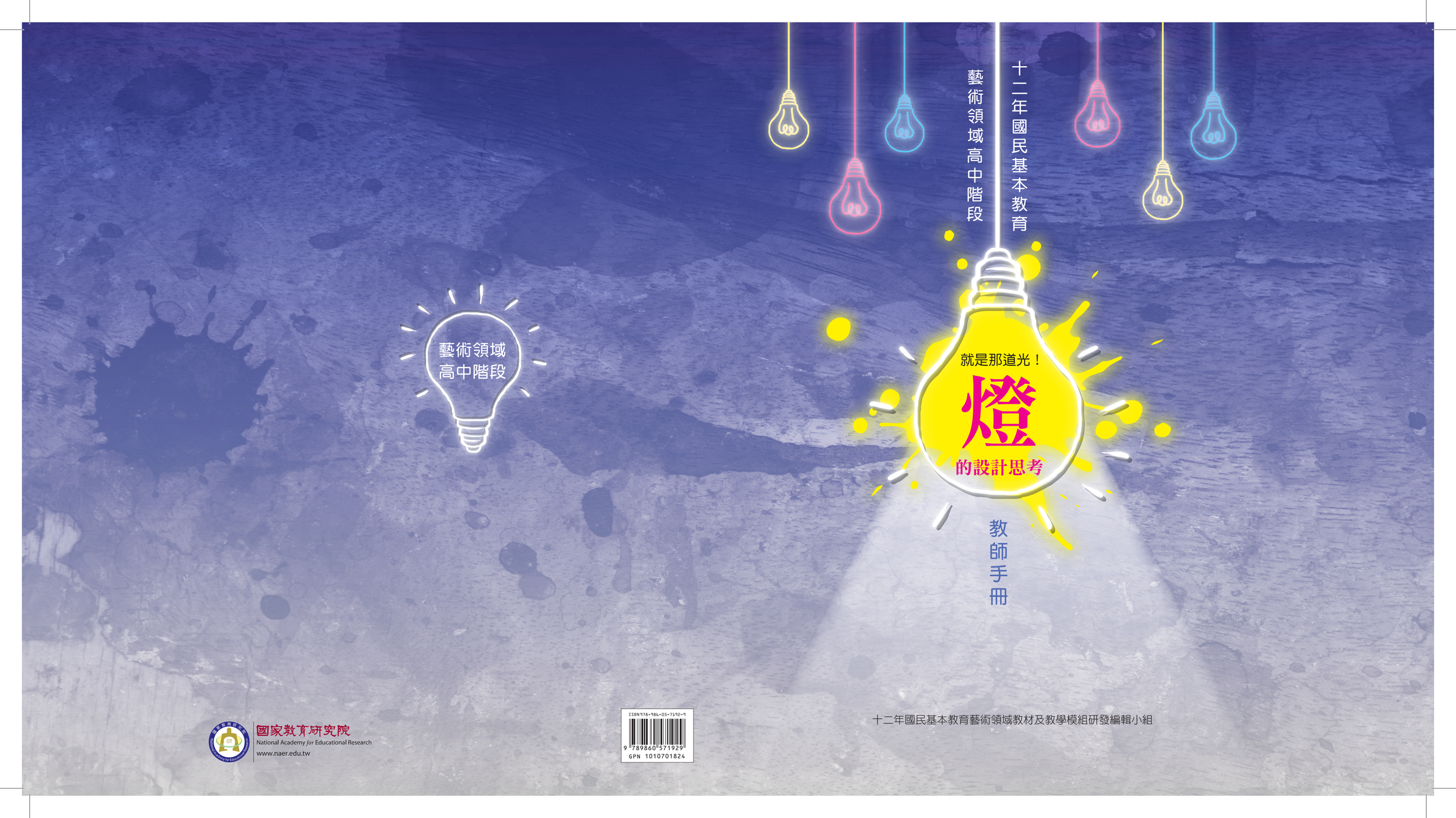


十二年國民基本教育

藝術領域高中階段

就是那道光！

燈

的設計思考

教師手冊

十二年國民基本教育藝術領域教材及教學模組研發編輯小組

國家教育研究院
National Academy for Educational Research
www.naer.edu.tw

ISBN 978-986-05-7192-9
9 789860 571929
GPN 1010701824

十二年國民基本教育

藝術領域高中階段

就是那道光！

燈

的設計思考

教師手冊

十二年國民基本教育藝術領域教材及教學模組研發編輯小組

藝術領域素養導向教材教學模組研發說明

國家教育研究院課程及教學研究中心副研究員　洪詠善
國家教育研究院課程及教學研究中心助理研究員　黃祺惠

一、前言

教育部於 103 年 11 月公布《十二年國民基本教育課程綱要總綱》（以下簡稱總綱），以核心素養做為課程連貫統整之主軸；依據總綱的理念，強調素養導向的課程及教材研發，國家教育研究院自 103 年起進行各領域的教材及教學模組研發計畫。藝術領域新課綱的特色包括核心素養連貫課程發展、以學習構面和關鍵內涵組織課程架構、能回應當代藝術文化趨勢，並強調跨領域 / 科目的統整。為彰顯上述特色，藝術教材及教學模組研發計畫採「設計研究法 (design-based research, DBR)」，目的為建立素養導向的研發原則，設計課程及教材以改善實務。「教學模組」是一個主題性的教學活動，由許多元件組成套件，包含研發原則與步驟、教案格式、教學活動與學習評量設計等等，依據使用者需求分別彙集而成教師手冊與學生手冊，本模組研發強調學生學習的主體性，師生可自由選擇及調整元件、讓學生獲得更適切的學習（Goldschmid & Goldschmid, 1973；陳文典，2001）。綜言之，「模組」類似「原型」的概念，透過套件設計提供使用者能加以轉化與應用，本計畫的模組包含模組研發模式、原則與工具、單元教案、學生手冊及教師手冊。

二、研發模式與歷程

藝術領域教材教學模組研發歷程包含四個階段：

第一階段—準備

（一）發展理解藝術領綱工具，共同探究藝術領域內涵特色及核心素養意涵。
（二）研析課程設計相關文獻及國外教科書。
（三）辦理素養解讀工作坊，凝聚對素養導向的共識。
（四）研發藝術領域素養導向教材教學模組編寫原則及檢核表。
（五）基於研究基礎研訂模組主軸，其中國小組以「數位科技應用」為主軸，發展跨科目統整課程；國中組以「美感教育」為主軸，發展跨科目統整課程；高中組以「設計思考」為主軸，發展跨領域的統整課程。

第二階段—執行

（一）依循藝術領域素養導向教材教學發展原則設計教案，針對教材及教學模組內容進行試教。
（二）調整教案與發展教材，再次教學。
（三）再次調整教材與教學設計，並且考量穩定與彈性之間的平衡，即預設的學習目標與開放的彈性調整空間。

第三階段—評估

（一）進行課室觀察與素養導向的檢核與對話。
（二）修正模組內容並諮詢相關學者。
（三）進行書面審查與修正。

第四階段—推廣

本模組於研討會發表初稿並廣蒐各界意見後持續修訂與出版，並且公開電子檔於國教院網站平台，供各界參考應用。

三、素養導向教材教學發展原則

在第一階段準備期，我們發展「藝術領域素養導向的教材與教學發展原則」，經過八位專家效度檢核持續修正，提供參與夥伴研發教材教學模組歷程，作為指引與對話之引導。該原則可分為兩個部分，第一部分是課程理念的落實（設計理念與組織方式），第二部分是素養導向的設計。請參見附表（摘自國家教育研究院十二年國民基本教育藝術領域教材及教學模組之研發與探究研究報告）。

四、三套模組簡介

本計畫研發國小、國中和高中藝術領域素養導向之教材及教學模組共三套，各組主題、內容與特色簡介如下：

（一）國小組

以「數位科技應用」為主軸，設計藝術領域跨科之教材與教學，研發「我？我！我們…」教學模組，單元子題為 1. 與眾不同的我、2. 我的聲音印記、3. 我的視覺印記、4. 我們的故事。此單元以「自我探究與表達」為核心，提供學生自主學習及多樣化的工具選擇，學生可利用視覺藝術與音樂數位工具及多元的藝術符號製作個人名片，最後透過表演藝術與他人產生連結。

（二）國中組

以「美感教育」為主軸，研發「發現臺灣之美」教學模組，以藝術涵養與美感素養之核心素養之培養為主軸，運用視覺形式要素設計本模組。單元子題為 1. 探究臺灣之美、2. 析創作美感、3. 臺灣意象創作、4. 酷卡交流傳情。課程設計原則運用「起、承、轉、合」四個步驟，引導學生探索臺灣人文與生態之美，使用多元媒材創作臺灣意象明信片，並於網路展示、和朋友互寄與交流。

（三）高中組

以「設計思考」為主軸，研發「就是那道光！一『燈』的設計思考」教學模組，單元子題為 1. 光亮人生、2. 光與電的神秘之旅、3. 靈光乍現 • 創意燈具、4. 幾何形態創意無窮、5. 材料大觀園、6. 閃亮「燈」場。此課程為專題式課程，結合設計思考的步驟和藝術跨領域統整課程模式，統整科學、科技、工程、藝術與數學之專題學習 (Science, Technology, Engineering, Arts & Mathematics, 簡稱 STEAM)；學生從觀察和體驗出發，整合運用不同領域知能，以解決問題為導向，進行探究與創作，提出具有創意、美感且能解決問題的設計原型。

五、結語

藝術領域素養導向教材教學模組之研發，係依據藝術領綱的特色，掌握核心素養及學習重點，經過四階段研發歷程，經歷研發小組不斷的討論、試驗、調整、修正的循環所產出的成果。由衷感謝參與此手冊研發的教師們，為落實十二年國教的課程轉化與實踐做出實質貢獻，竭誠歡迎教材編輯者與教學者依據教學脈絡予以轉化與應用。

誌 謝

特別感謝本計畫的顧問－世界華人美術教育學會主席陳怡倩博士，以及丘永福、古旻陞、李其昌、林小玉、陳育祥、陳曉雰、鄭明憲、賴美鈴（依姓氏筆畫排列）等諮詢委員，於模組研發期間提供寶貴的專業意見，使成果臻於完善。

參考文獻

陳文典（2001）。生活課程的特質、功能與設計。九年一貫課程自然與生活科技領域教學示例，23-24。臺北市：教育部臺灣省國民學校教師研習會。

Goldschmid, B. & Goldschmid, M. L. (1973). Modular instruction in higher education: A review. Higher Education, 2, 15-32.

附表：

十二年國教藝術領域素養導向教學及教材模組發展之原則

資料出處：洪詠善、黃祺惠（2018）。十二年國民基本教育藝術領域教材及教學模組之研發與探究研究報告。新北市：國家教育研究院。

向度	原則	課程設計的策略參考
課程理念的落實（設計理念與組織方式）	1. 自發：課程設計與教學以學生為學習主體，引發其興趣與動機，並提供自主學習的機會。	(1) 課程實施能啟發學生在生活中發現、參與及創作藝術。
		(2) 課程設計與教學提供學生規劃藝術活動或以藝術為核心解決問題的機會。
		(3) 透過師生共構，提供學生自主學習的工具、方法與機會。
	2. 互動：引導學生在學習過程中能與他人溝通協調、合作，並和環境作正向互動。	(1) 引導學生善用藝術符號、工具與多元媒材，向他人表達情感與觀點。
		(2) 引導學生覺知與鑑賞生活環境中的人、事、物之美，並與他人分享或回饋。
	3. 共好：透過真實場域的實踐，進而改善社會及生活環境。	(1) 引導學生關懷、探究與思辨藝術中的社會議題。
		(2) 提供學生與他人合作共創的藝術學習經驗。
	4. 跨領域／科目統整：考量與其他領域 / 科目的關係，擴展課程的廣度與知識的深度，設計跨領域課程與教學活動，使學生獲得整體性的學習經驗。	(1) 以「藝術專題」或「問題導向」統整規劃學習主題，引導學生訂定探究主題並發展問題意識。
		(2) 課程設計具備明確的「核心問題」，引導學生透過不同的領域 / 學科來探究與解決核心問題。
素養導向的設計	5. 知識、情意與技能的整合。	課程設計與教學不限於藝術知識或創作技法，亦能培養學生對藝術的興趣，提升其美感素養。
	6. 學習情境強調脈絡化。	(1) 營造藝術情境，連結學生生活經驗，引導其思考、探究與創作，豐富其美感經驗。
		(2) 藝術作品鑑賞時除了關照藝術文化的發展脈絡能，亦能學生的經驗產生關聯，引導其發現、建構藝術學習與個人的意義。
	7. 兼重學習歷程、策略及方法。	(1) 課程設計與教學能提供藝術學習的策略與方法，使學生能自主學習，如從藝術領域相關工作者學習其思考、規劃、設計與創作等。
		(2) 運用藝術檔案或其他方式展現藝術的學習歷程，引導學生體察並反思自身藝術美感觀點及偏好的發展。
		(3) 運用多元評量引導學生了解藝術學習的進展，發現學習的困境，以及規劃學習的進程。
	8. 藝術學習能重視生活應用。	(1) 教材涵蓋在地與全球的藝術及美感相關議題。
		(2) 教材涵蓋生活的不同面向，如食、衣、住、行、育、樂。
		(3) 引導學生關懷與探究生活中的相關議題，並具體行動，以改善與美化社會。

目錄

壹、單元名稱 1

貳、教材設計理念 1

參、核心素養 2

肆、學習重點與學習目標 2

伍、模組架構 3

陸、教材架構 4

柒、課程內容 5

第一單元 光亮人生 5

第二單元 光與電的神秘之旅 13

第三單元 靈光乍現．燈具設計 19

第四單元 幾何型態創意無窮 27

第五單元 材料大觀園 35

壹、單元名稱

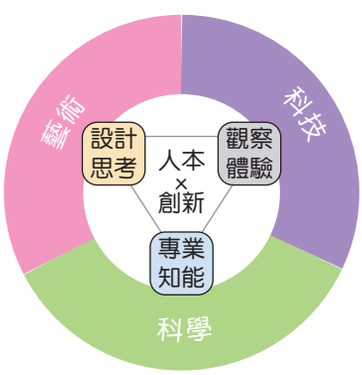
就是那道光！一「燈」的設計思考

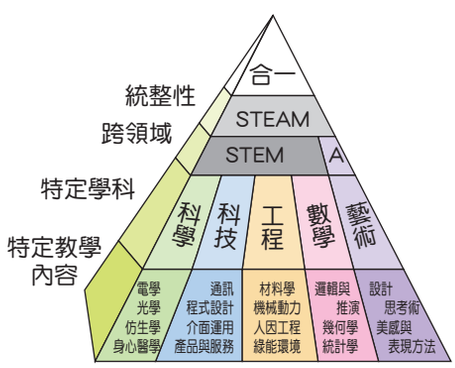
貳、教材設計理念

本課程旨在以人為中心，結合人文藝術、科學、科技的創意思維，跳脫學科本位框架，尋求無疆界的創意想像，培育具備「乘法人」特質的人才，迎向重視整合性創造的時代。透過設計專題課程，提升學生感同身受的洞察力、創意思考與實踐能力，培養學生想像可能未來、創造期望未來及適應多變未來的能力和動力。

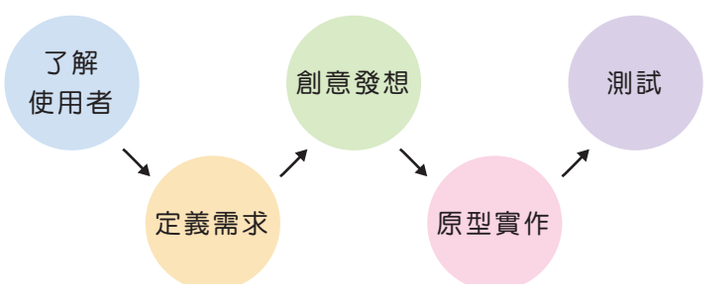
本課程是以藝術生活科為主導的協同教學，透過專題實作，鼓勵學生以人為中心，將觀察和體驗化為改善生活的未來產品與服務。工業設計不僅止於藝術領域的設計方法與程序、造型原理與美感構成，更需厚植學生在邏輯推演、幾何與統計學、機械動力與材料、通訊與程式設計等數理能力的培養，方能使創意發想更深更廣，並具體落實生活之中。因此，與不同領域進行實質的科際對話與合作是高中階段發展設計思考課程必然且必要的取徑。

課程設計以「動手做」的實際任務出發，課程發展援引美國 STEAM 課程模式，在創新、發明的基礎上，針對科學 (Science)、科技 (Technology)、工程 (Engineering)、數學 (Mathematics) 及藝術人文 (Arts) 等五大領域進行統整。老師們共同設計出活潑、實用的燈具設計專題，帶領學生自己提出方案，發現問題、思考問題、分析問題，以及解決問題，每個學生都是手腦並用的創客。概念討論與實做演練為本課程主要進行方式，在設計專案體現過程中，適時結合藝術、身心理學、科學、科技等各領域知能的跨領域課程，從做中學，培養學生針對日常問題與限制，產生新的解決方法能力，並藉以探索未來科技與生活創意的無限可能。





課程架構主要參酌 2004 年起史丹佛大學 d. school 大力推廣並在全球掀起創意思維教育浪潮的「設計思考」（Design Thinking），步驟分述如下：



（一）了解使用者 (empathize)：透過體驗、觀察和訪談，設身處地考慮使用者的親身經驗，深刻地發現使用者的需求，「同理心」是設計思考最重要的精神與起點。

（二）定義需求 (define)：設計師根據以上觀察去釐清有待解決的問題，也就是「定義問題」。

（三）創意發想 (ideate)：所有工作團隊針對問題進行天馬行空、不設限的腦力激盪過程，鼓勵任何人提出任何可能的點子，將點子寫或畫在便利貼上，透過便利貼上點子的分類與組合，找出新的解決之道。

（四）原型實作 (protyotype)：設計思考不僅強調動腦，更注重動手實踐，設計師必須利用手邊可取得的工具和材料，動手做出概念原型，以激發更多修改與創新的可能性。這個原型可以是一個實體的簡易模型，也可以是一個說明創新服務流程的影片，原型不必非常精緻完美，因為原型存在的目的在於提供後續進行測試和修正的空間，所以愈早發現失敗，愈快接近成功。

（五）「反覆測試」(test)：透過不斷的測試修正，重新發想再提案、原型製作、再測試、再修正不斷循環的步驟，一步一步找到接近理想的創新方法。

參、核心素養

總綱	領綱
A 自主行動 B 溝通互動 C 社會參與 A2 系統思考與解決問題 A3 規劃執行與創新應變 B3 藝術涵養與美感素養 C1 道德實踐與公民意識 C2 人際關係與團隊合作	藝 S-U-A2 運用設計與批判性思考，以藝術實踐解決問題。 藝 S-U-A3 具備規劃執行並省思藝術展演的能力與創新精神，以適應社會變化。 藝 S-U-B3 善用多元感官，體驗與鑑賞藝術文化與生活。 藝 S-U-C1 養成以藝術活動關注社會議題的意識及責任。 藝 S-U-C2 透過藝術實踐，發展適切的人際互動，增進團隊合作與溝通協調的能力。 數 -S-B3 具備數學作為藝術創作原理或人類感知模型的素養，並願意嘗試運用數學原理協助藝術創作。 自 S-U-A3 具備從科學報導或研究中找出問題，根據問題特性、學習資源、期望之成果、對社會環境的影響等因素，運用適合學習階段的儀器、科技設備等，獨立規劃完整的實作探究活動，進而根據實驗結果修正實驗模型，或創新突破限制。 健體 -U-A2 具備系統思考、分析與探索體育與健康的素養，深化後設思考，並積極面對挑戰，以解決人生中各種體育與健康的問題。

肆、學習重點與學習目標

學習表現 / 學習內容	藝 1-V-1 能運用設計思考，加強對生活中各類藝術型態觀察、探索及表達的能力。 藝 1-V-2 能理解各類藝術形態之創作原則、組合元素及表現方法。 藝 2-V-1 能具備對各類藝術之美感經驗及鑑賞的能力。 健護 2b-V-2 因應多元的健康需求，積極調適與創新健康促進生活型態。 數 S- Ⅱ -4 在活動中認識幾何概念的運用。 自 Po-Va-1 能從學習活動、日常經驗中進行各種有計劃、有條理、有效率的觀察，進而能察覺問題。
數 S-3-4 立體形體與展開圖。 自 Pka-Vc-5 自然界的現象與交互作用。 藝 E-V-1 人造物的材料、結構與形式。 藝 A-V-2 設計與環境*。 藝 P-V-1 設計思考與美感經驗。 健護 Fb-V-1 健康生活型態的改善與執行策略。	學習目標： 1. 學生能以使用者需求為中心，發現生活中的不良設計，並尋求解決或改善之道。(藝 A-V-2、藝 1-V-1、健護 2b-V-2) 2. 學生能運用腦力激盪法，體驗不同領域創意思考的過程與樂趣。(藝 P-V-1、藝 1-V-1) 3. 學生能以簡筆完成設計圖，提出並發表創作想法。(藝 P-V-1、藝 1-V-2、數 2-V-1、數 3-V-1) 4. 學生能認識不同製造材料之特性及加工方法，並製作概念原型。(藝 E-V-1、藝 1-V-2、自 S-U-A3) 5. 學生能主動發表與分享研究成果，並建置學習歷程檔案。(藝 P-V-1、藝 2-V-1) 6. 學生能欣賞並理解同儕與自己的作品特色，給予肯定、建議與改進。(藝 A-V-2、藝 2-V-1)

伍、模組架構

單元主題	就是那道光！一「燈」的設計思考					
單元目標	1.學生能透過體驗與觀察，增進同理感受的洞察力。	2.學生能運用設計思考流程發現並解決生活問題。	3.學生能透過資料搜集和分析，改善設計提案。	4.學生能將設計想法圖像化、具體化。	5.學生能運用各種媒材與用具，製作概念原型。	6.學生能規劃、執行並省思作品展演的能力。
教學時間	總計12節課(共600分鐘)，每週一節課，實際節數可依需求彈性調整					
單元子題	光亮人生 健康與護理科	光與電的神秘之旅 物理科	靈光乍現‧創意燈具 藝術生活科	幾何形態創意無窮 數學科	材料大觀園 藝術生活科	閃亮「燈」場 四科教師協同教學
子題目標	1.認識與體驗不同年齡層的照明需求及身心影響。 2.思考日常生活中照明使用的相關設計問題。	1.認識光源。 2.光的特性。 3.電與光。 4.實作電燈電路。	1.欣賞燈具設計美感與材質運用。 2.了解燈飾設計的創意運用手法。 3.認識燈具設計大師及其經典作品。 4.練習以合作學習腦力激盪方式，體驗創意思考的過程與樂趣。	1.認識造形與組合、邏輯的關係。 2.認識五種正多面體。 3.能將正多面體應用於燈飾設計，完成設計圖，並發表創作想法。	1.了解概念草圖和原型實作在設計程序中的重要性。 2.認識多元的材料特性。 3.能選擇並熟練適當的工具與加工方法。	1.能從實作中探索媒材和發展技法。 2.培養資源創新利用的環保觀 3.積極參與成果發表、交流與省思。
	兩週，兩節	兩週，兩節	兩週，兩節	兩週，兩節	一週，一節	三週，三節
教學資源	1.體驗設備 2.使用者需求模擬體驗學習單 3.不良產品學習單 4. LuminAID影片 5.投影片	物理實驗室 1.光源器材 2.反射折射繞射干涉器材 3.LED燈 4.簡單電路接線	1.燈具實物 2.電腦設備PPT 3.影片 4.《靈光乍現‧燈具設計》創意腦力激盪學習單 5.教師備數位相機	1.PPT投影片 2.百利智慧片 3.影片 4.學習單	1.電腦設備PPT 2.原型材料與工業製品實物 3.材料摸寶箱 4.實作工具箱 5.設計企劃書	1.實作工具箱 2.相機 3.錄影設備 4.電腦投影設備 5.學生自備筆電 6.展示板
主要教學活動	1.體驗、觀察活動 2.介紹講述 3.分組討論發表 4.影片引導討論 5.撰寫學習單	1.介紹講述 2.實作體驗 3.創意設計 4.發表作品	1.體驗與觀察活動 2.介紹講述 3.賞析與討論 4.分組腦力激盪合作學習 5.創意設計 6.發表與觀摩	1.介紹講述 2.討論發表 3.觀察描繪 4.設計創作 5.欣賞分享	1.實物搭配影片引導討論 2.材質大考驗 3.介紹講述 4.分組討論發表 5.示範操作	1.分組實作 2.小組討論 3.原型展示 4.作品發表 5.回饋對話 6.檔案建置
評量方式	參與、討論、發表、實作、各式學習單 / 企劃書撰寫、創作作品與成果分享、學習歷程檔案					

陸、教材架構

本課程係以學生為學習主體，透過跨領域之設計專題的教學活動設計，將藝術與科學運用於生活情境中。教師給予的只是學習方法與資源，透過體驗、案例分析、角色扮演、講解、示範、討論、實做、合作學習、發表、展演等學習情境，發展基礎藝術與科學應用技能，並讓學生深化專業知能，學習如何自主學習，以培養個人適應現在生活及面對未來挑戰所應具備的知識、能力與態度。評量規準與方法著重學生自發、互動與共好的學習歷程表現，以期透過生活實踐，整合知識、技能與態度，彰顯學生全人發展。本教材內容為：「就是那道光！一『燈』的設計思考」，設計架構分述如下：

一、專題統整性

以設計專題或問題導向的學習主題規劃，提供學生展現設計思考、規劃執行、創新應變等能力。

二、與生活連結

藝術與科學都源自生活！讓學生從生活情境中整合多元管道學習而來的知能以解決問題，使科學更有趣、實用，並創造出兼具美感與人文關懷的未來發明。

三、以人為核心

透過體驗、觀察、訪查、研究與分析活動，增進學生對日常生活細節觀察與同理感受的洞察力，強調設計是一個以人為核心的思維方法與價值觀。

四、符號表達

透過腦力激盪創意思考法，鼓勵學生善用視覺媒介進行創作、賞析與溝通。

五、探索與實作並重

從做中學，培養學生針對關於燈的光學、電學、身心理學、造型美學等不同方面的特定問題或材料深入探究與動手實作，產生解決方法的能力。

六、合作共好

透過分組活動，提供學生以尊重、和平、對等的態度與人溝通，營造與人合作共創的學習經驗。

七、重於實踐

藉由原型實作，增強學生創新設計的實務經驗，並鼓勵學生學以致用，多關注所處社區、社會、世界的現象或議題，以藝術活動改造真實世界。

八、兼重學習歷程

運用藝術檔案模式展現設計專題的學習歷程，引導學生看見及反思自身藝術美感與多元能力的發展與變化。

柒、課程內容

第一單元 光亮人生

■ 學習目標

1. 感受與認識燈光對人的生理、心理的影響。
2. 了解因使用者的年齡、情境而對燈光有不同的需求。
3. 思考日常生活中燈具使用的常見問題。
4. 同理、主動發現使用者的需求引發創新燈具設計的靈感。

■ 學生先備能力

1. 對視覺有基本認識與了解。
2. 對光有基本認識與了解。
3. 對事物的觀察與反思能力。

■ 教學策略

1. 透過問題引發學生的興趣。
2. 分組合作學習討論。
3. 腦力激盪。



學習活動一

亮不亮有關係

（一）教師詢問學生是否滿意自己書桌前的檯燈，如果要選擇檯燈會考慮什麼因素。

（二）教師播放或請學生閱讀消基會檢測市售檯燈「護眼檯燈反傷眼」新聞。

（三）播放或閱讀後，以問答法引導學生討論：影片告訴我們什麼訊息？印象最深刻的是什麼？什麼地方讓你覺得好奇？什麼是護眼、照度、眩光、色溫？並請學生閱讀課本第一單元第 4 ～ 6 頁然後回答問題。

學習活動二

使用者需求

（一）分組進行體驗活動並完成體驗學習單。

1. 黑暗體驗。
2. 色盲體驗。
3. 色溫與照度體驗。
4. 高齡視力體驗。

（二）分享體驗的感受與發現，教師說明不同情境照明需求及影響。



第一單元　光亮人生

光無形當中影響人的健康、情緒、效率，好的燈具設計必須以使用者為中心，考量使用者的需求。本單元我們將從體驗活動切入，感受燈光對人的生理與心理的影響，進而了解健康舒適照明的條件，以及人在不同年齡、不同情境所需要燈光的不同。另外，從日常生活情境中主動發現燈具使用的常見問題，以分組合作學習方式，透過生活中設計不良的燈具來進行討論，深入思考以發掘使用者真正的問題與需求，作為創新產品設計的靈感。

學習本單元子題，你將可以：

一、感受與認識燈光對人的生理、心理的影響。
二、了解因使用者的年齡、情境而對燈光有不同的需求。
三、思考日常生活中燈具使用的常見問題。
四、同理、主動發現使用者的需求引發創新燈具設計的靈感。

2

學習活動三

設計不良的產品討論

運用生活中設計不良的燈具討論單分組討論，透過問題的思考與觀察可發掘創新產品設計的靈感。

1. 分組，發下生活中設計不良的燈具討論單，並說明討論注意事項。
2. 依生活中設計不良的燈具討論單進行討論。
3. 請各組分享。

單元設計理念

1. 設計來自人性，產品設計的目的是發現與解決問題以增進人類生活品質。藉由以人為中心的設計理念，讓學生瞭解設計一個好的燈具要考慮層面。
2. 「以人性化為導向」的燈設計須考慮視覺舒適度、品質及對使用者的生理與心理的影響。
3. 創新的產品設計，要幫助人們說出人們潛藏在心中、甚至自己也沒有查覺得需求。
4. 透過問題觀察與思考可發掘創新產品設計的靈感。

建議事項

1. 本單元授課節數可彈性為 1 ～ 4 節課。
2. 本單元活動內容可依教學資源調整。
3. 本單元教學時間分配可依學生學習狀況調整。

教學資源

1. 體驗設備。
2. 使用者需求模擬體驗學習單。
3. 不良燈具設計學習單。
4. 資訊設備。
5. 投影片。
6. 蒐集消基會檢測市售檯燈「護眼檯燈反傷眼」資料。

參考資料

1. 結城未來（2016）。無害的照明。新北市：美日文本文化館。
2. 漂亮居家編輯部（2016）。照明設計終極聖經。台北市：麥浩斯。
3. 洪銘余（2008）。不同人工光源種類及頻譜特性對人體反應影響之研究。國立台南大學國民教育研究所碩士論文，未出版，台南市。
4. 王亭茵（2001）。師範院校生應用合作學習於資訊融入教學課程之研究。國立台南大學國民教育研究所碩士論文，未出版，台南市。
5. 方吉正（1998）。情境學習理論之主要觀點剖析。教育資料文摘，42（4），185-192。

教學重點

1. 視覺及光的基本概念與原理。
2. 燈不是亮就好，要符合健康舒適的照明條件。

◎ 圖 1-1 眼睛的基本結構和對光源的反應

視覺是由物體表面反射或透射某些特定光波，成為視覺刺激的來源；眼睛是這些刺激的接收器，能對反射光波產生反應並做成視覺訊 號；這些訊號傳遞至大腦經過分析釋義，以影響觀者的意識與行為表現。此三階段構成整個視覺感知系統。

◎ 圖 1-2 體驗設備

(a) 紅色玻璃紙的色盲體驗眼鏡，戴上後辨別綠色及藍色的難度增加。也可利用數位載具下載色覺模擬器 APP 讓學生體驗。

(b) 黃色玻璃紙的高齡視力體驗眼鏡。

(c) 黑色的黑暗體驗眼鏡。

(d) 裝有報紙、色紙、色溫圖片、各種眼鏡及代替導盲杖的枴杖等視覺體驗設備教具整理盒。

◎ 圖 1-4 不同工作環境需要的光源照度

縫紉時需要 2000Lux 左右的照度，閱讀時需要約 750Lux 的照度。精密的工作如縫紉及雕刻需要較高的照度，閱讀時的照度不能低於 500Lux。不同工作環境需要的光源照度不同；照度增加工作滿意度則增加，但到達某一照度後則滿意度開始降低。過與不及的照度會影響工作效率也會影響視力健康、降低對工作環境的滿意度。

亮不亮有關係

為什麼閱讀及做功課時眼睛經常感到痠澀疲勞？為什麼夜晚開燈上完洗手間回到床上睡意全消？為什麼櫥窗裡的食物看起來特別好吃？為什麼晚上回到燈光明亮的家中無法放鬆也不易入睡？本單元讓我們一起來探索燈光對人的生理與心理的影響。

沒有光的世界會是什麼樣子？

停電的夜晚室內一片漆黑，伸手不見五指！當環境缺乏光源時，不管你是如何用力「看」，很難看見東西。看得見物體是因為光線照射到物體，經過反射後部份光線進入眼睛，光線先穿透角膜、水晶體經過屈光、聚焦，將影像投射到視網膜，視網膜上的桿狀細胞及錐狀細胞分別把亮度及顏色傳至大腦（圖 1-1），形成了「物的形體」，於是看見了該物體。

錐狀細胞的主要功能為感受顏色，在白晝時，錐狀細胞具有高感受度。可以分為 L、M、S 錐狀細胞，其中，L 錐狀細胞主要感受紅色，M 錐狀細胞主要感受綠色，S 錐狀細胞主要感受藍色，由於在不同光強度下，不同細胞的敏感度也不相同，如果一個人先天缺少 L、M 或 S 錐狀細胞，便是所謂的先天性色盲。桿狀細胞僅接收光，無法辨明顏色，所感受的是黑白影像，主要在夜晚的情況下運作。

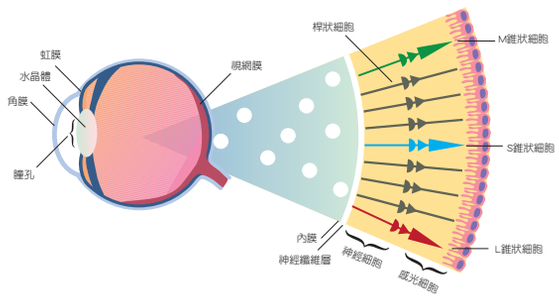


圖 1-1 眼睛的基本結構和對光源的反應：人眼剖面圖及桿狀細胞與錐狀細胞。

學習活動一（10 分鐘）

一、準備活動

◎ 教師

1. 蒐集消基會檢測市售檯燈「護眼檯燈反傷眼」資料及影音新聞下載。
2. 電腦及數位投影播放設備。

◎ 學生

1. 察覺自己生活中「燈具」的使用經驗及觀察他人使用燈具的經驗。
2. 複習過去所學過的視覺與光學原理。



光亮人生

讓我們從不同視野看世界，請依老師的指示分別完成下列各項體驗（圖 1-2），體驗完成後立即寫下你的感受與心得，並參考課本的內容試著和同學討論完成 Q&A。

體驗項目	感受與心得	Q&A
□黑暗體驗		眼睛是如何看見物體？
□色盲體驗		眼睛是如何看見顏色？
□照度與色溫體驗		照度對視覺的影響？ 色溫對視覺的影響？ 照度與色溫對視覺的影響？
□高齡視力體驗		高齡者視力變化有哪些？

健康舒適的照明

光是人類不可缺少的朋友，白天在自然光下為我們照耀大地，夜晚則仰賴人工光源為我們點亮四周，從燭火、燈泡、日光燈到近來強調節能的 LED 燈。隨著人們生活品質的提升與科技的進步，人們對光源的要求，不僅是照亮物體讓人看見而已，更要求光的品質；優質照明更需考量光對使用者生理、心理的影響，不只要避免光害，還要考慮在不同情境能提供健康舒適的照明。健康舒適的照明要考慮適當的照度、低眩光、高演色性與適當的色溫。

適當照度

照度太低時眼睛容易疲勞，照度太高會感到刺眼，令眼睛不舒服，不同的作業環境應有不同的照度需求（圖 1-3 ～ 4）。

環境	照度 (lux)
烈日	100,000
陰天	8,000
繪圖	600
閱讀	500
夜間棒球場	400
辦公室 / 教室	300
路燈	5
滿月	0.2
星光	0.0003

圖 1-3 環境中的光源照度

圖 1-4 不同工作環境需要的光源照度

圖 1-2 體驗設備
(a) 色盲體驗眼鏡
(b) 高齡視力體驗眼鏡
(c) 黑暗體驗眼鏡
(d) 視覺體驗相關設備

知識加油站

照度是每單位面積所接收到的光通量，單位是勒克斯 (Lux)。

4

二、展開活動

亮不亮有關係

（一）教師詢問學生是否滿意自己書桌前的檯燈，如果要選擇檯燈會考慮什麼因素。

（二）教師播放或請學生閱讀消基會檢測市售檯燈「護眼檯燈反傷眼」新聞。

（三）播放或閱讀後，以問答法引導學生討論：影片告訴我們什麼訊息？印象最深刻的是什麼？什麼地方讓你覺得好奇？

補充資料

(1) 明視覺 (Photopic Vision)：由錐狀細胞負責，半數集中於視網膜的中央稱作小窩 (Fovea) 的區域，負責細部與色彩視覺。錐狀細胞依光色素的不同分三種受器，分別接收光譜中的紅、綠、藍三色。人眼所見的物體顏色即依此三受器細胞所接收光能量的相對強度，組合成所能經驗的色彩範圍。色彩視覺出現在明亮下故稱明視覺。錐狀細胞功能不良即是色盲。

(2) 暗視覺：桿狀細胞的光色素稱為視紫質主要負責夜晚及周邊視覺。桿狀細胞對光敏感，在極低的照度下，人眼依賴桿狀細胞，稱為暗視覺，其無法分辨顏色，故僅有灰階明暗的差異；桿狀細胞，存在於視網膜的周邊，該處缺乏錐狀細胞，因此視野的周邊辨色困難。桿狀細胞的損傷則導致夜盲。

(3) 視覺調適：藉水晶體形狀的改變以調整對焦的距離。所觀看的物體愈近，水晶體愈鼓脹物體愈遠，看遠處水晶體扁平。

(4) 適應：人眼所能看見的亮度範圍極廣，不同照明程度的轉換。瞳孔遇強光收縮，在暗處則放大。明、暗環境的轉換，在適應過程中會有暫時的視能減退現象，直到適應完成。

(5) 亮適應：照明環境的視覺適應稱為亮適應：例如由暗處走到亮處時，會有瞬間的眩光感受，但通常僅佔千分之一秒或數秒的時間，完全的亮適應通常須時 22 分鐘。

(6) 暗適應：黑暗環境的適應稱為暗適應：例如由亮處走入暗處，適應過程較為緩慢，時間長短視明暗兩處的亮度差異而定，完全的暗適應可長達 20 分鐘至一小時之久。

評量重點

1. 學生反應及專注的情形。
2. 參與討論並聆聽他人發言的狀況。

■ 教學重點

1. 健康舒適的照明條件：適當照度、低眩光、高演色性、適當色溫。
2. 光對人生理、心理的影響。
3. 不同年齡的視覺變化。

■ 建議事項

1. 體驗項目可依教師擁有的設備資源調整。
2. 體驗活動說明可事先錄製影音檔，存放在雲端，在各體驗關卡置放連結的 QR Cord，取代組長宣讀體驗說明。

■ 教學資源

1. 關鍵字搜尋「致命的光害」影片。
2. 關鍵字搜尋「LuminAID- Give Light, Get Light」影片。

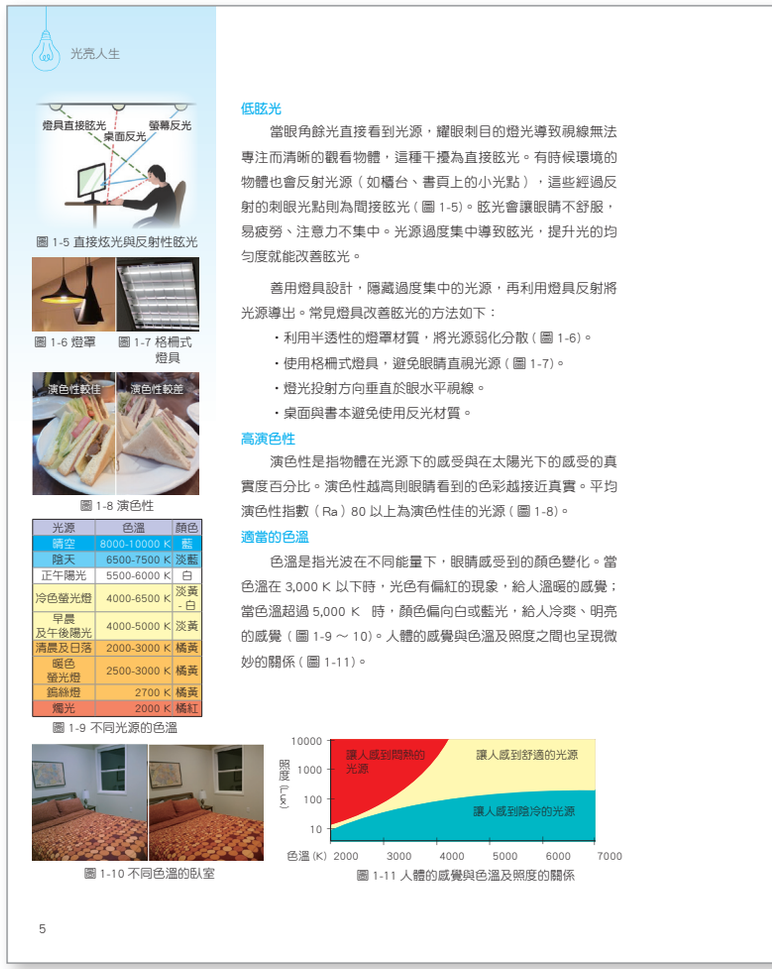

光亮人生

圖 1-5 直接炫光與反射性眩光

圖 1-6 燈罩　圖 1-7 格柵式燈具

圖 1-8 演色性

光源	色溫	顏色
晴空	8000-10000 K	藍
陰天	6500-7500 K	淡藍
正午陽光	5500-6000 K	白
冷色螢光燈	4000-6500 K	淡黃－白
早晨及午後陽光	4000-5000 K	淡黃
清晨及日落	2000-3000 K	橘黃
暖色螢光燈	2500-3000 K	橘黃
鎢絲燈	2700 K	橘黃
燭光	2000 K	橘紅

圖 1-9 不同光源的色溫

圖 1-10 不同色溫的臥室

圖 1-11 人體的感覺與色溫及照度的關係

低眩光

當眼角餘光直接看到光源，耀眼刺目的燈光導致視線無法專注而清晰的觀看物體，這種干擾為直接眩光。有時候環境的物體也會反射光源（如檯台、書頁上的小光點），這些經過反射的刺眼光點則為間接眩光（圖 1-5）。眩光會讓眼睛不舒服，易疲勞、注意力不集中。光源過度集中導致眩光，提升光的均勻度就能改善眩光。

善用燈具設計，隱藏過度集中的光源，再利用燈具反射將光源導出。常見燈具改善眩光的方法如下：

- 利用半透性的燈罩材質，將光源弱化分散（圖 1-6）。
- 使用格柵式燈具，避免眼睛直視光源（圖 1-7）。
- 燈光投射方向垂直於眼水平視線。
- 桌面與書本避免使用反光材質。

高演色性

演色性是指物體在光源下的感受與在太陽光下的感受的真實度百分比。演色性越高則眼睛看到的色彩越接近真實。平均演色性指數（Ra）80 以上為演色性佳的光源（圖 1-8）。

適當的色溫

色溫是指光波在不同能量下，眼睛感受到的顏色變化。當色溫在 3,000 K 以下時，光色有偏紅的現象，給人溫暖的感覺；當色溫超過 5,000 K 時，顏色偏向白或藍光，給人冷爽、明亮的感覺（圖 1-9 ～ 10）。人體的感覺與色溫及照度之間也呈現微妙的關係（圖 1-11）。

學習活動二（25 分鐘）

一、準備活動

◎ 教師

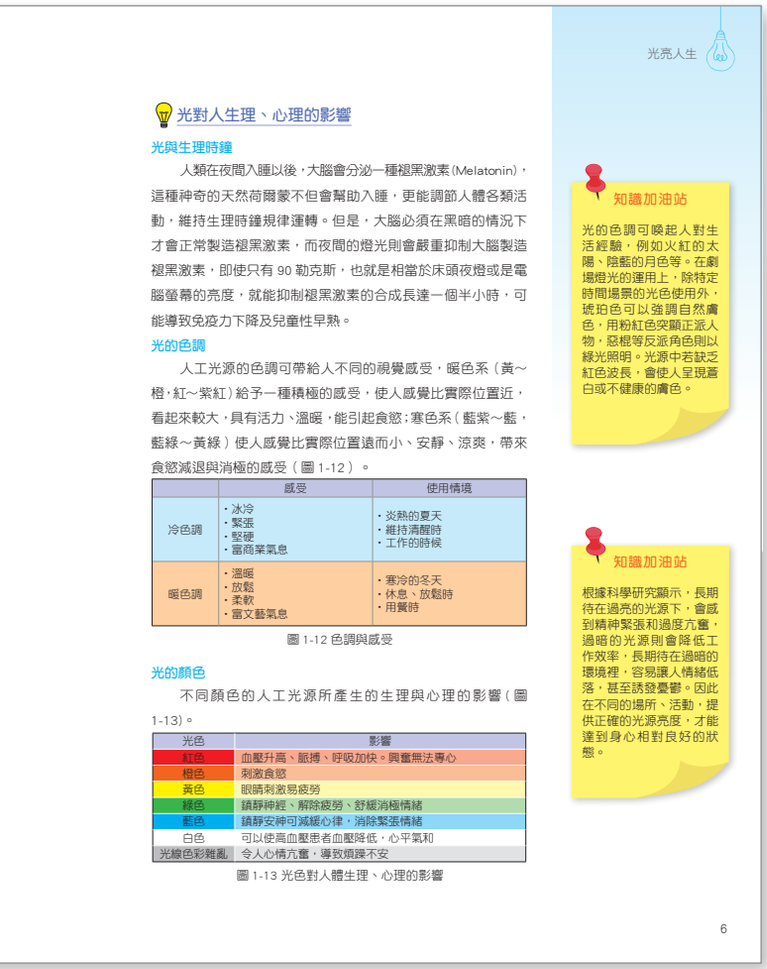
1. 蒐集視覺原理、健康舒適的照明條件及光對人生理與心理的影響相關教學資源。
2. 電腦及數位投影播放設備。
3. 準備使用者體驗學習單。
4. 準備體驗設備如下：

體驗項目	體驗設備
黑暗體驗	1. 模擬視障眼鏡。 2. 食物。 3. 黑暗體驗體驗說明單
色盲體驗	1. 貼了紅、黃、綠玻璃紙的色盲體驗眼鏡。 2. 彩色筆一盒。 3. 著色圖片。 4. 色盲體驗說明單。
照度與色溫體驗	1. 不同色溫的圖片或可調亮度與色溫的檯燈。 2. 體驗說明單。
高齡視力體驗	模擬水晶體黃化眼鏡。

5. 將各類體驗設備備妥，將體驗設備安置在教室內適當的角落。

◎ 學生

1. 知道自己的分組。
2. 準備上課所需之物品：筆、課學生手冊及相關資料。
3. 預習學生手冊內容及相關資料瀏覽。



光亮人生

光對人生理、心理的影響

光與生理時鐘

人類在夜間入睡以後，大腦會分泌一種褪黑激素(Melatonin)，這種神奇的天然荷爾蒙不但會幫助入睡，更能調節人體各類活動，維持生理時鐘規律運轉。但是，大腦必須在黑暗的情況下才會正常製造褪黑激素，而夜間的燈光則會嚴重抑制大腦製造褪黑激素，即使只有 90 勒克斯，也就是相當於床頭夜燈或是電腦螢幕的亮度，就能抑制褪黑激素的合成長達一個半小時，可能導致免疫力下降及兒童性早熟。

光的色調

人工光源的色調可帶給人不同的視覺感受，暖色系（黃～橙，紅～紫紅）給予一種積極的感受，使人感覺比實際位置近，看起來較大，具有活力、溫暖，能引起食慾；寒色系（藍紫～藍，藍綠～黃綠）使人感覺比實際位置遠而小、安靜、涼爽，帶來食慾減退與消極的感受（圖 1-12）。

	感受	使用情境
冷色調	・冰冷 ・緊張 ・堅硬 ・富商業氣息	・炎熱的夏天 ・維持清醒時 ・工作的時候
暖色調	・溫暖 ・放鬆 ・柔軟 ・富文藝氣息	・寒冷的冬天 ・休息、放鬆時 ・用餐時

圖 1-12 色調與感受

光的顏色

不同顏色的人工光源所產生的生理與心理的影響（圖 1-13）。

光色	影響
紅色	血壓升高、脈搏、呼吸加快。興奮無法專心
橙色	刺激食慾
黃色	眼睛刺激易疲勞
綠色	鎮靜神經、解除疲勞、舒緩消極情緒
藍色	鎮靜安神可減緩心律，消除緊張情緒
白色	可以使高血壓患者血壓降低，心平氣和
光線色彩雜亂	令人心情亢奮，導致煩躁不安

圖 1-13 光色對人體生理、心理的影響

知識加油站

光的色調可喚起人對生活經驗，例如火紅的太陽、陰藍的月色等。在劇場燈光的運用上，除特定時間場景的光色使用外，琥珀色可以強調自然膚色，用粉紅色突顯正派人物，惡棍等反派角色則以綠光照明。光源中若缺乏紅色波長，會使人呈現蒼白或不健康的膚色。

知識加油站

根據科學研究顯示，長期待在過亮的光源下，會感到精神緊張和過度亢奮，過暗的光源則會降低工作效率，長期待在過暗的環境裡，容易讓人情緒低落，甚至誘發憂鬱。因此在不同的場所、活動，提供正確的光源亮度，才能達到身心相對良好的狀態。

6

二、展開活動

使用者需求體驗

（一）分組方式，將全班分成 4 或 8 組（每組 4 ～ 6 人）。

（二）教師說明體驗活動進行流程：以組為單位完成體驗活動。

（三）依教師指示順序，進行闖關活動。每項體驗活動 3 分鐘。

（四）體驗闖關：每組組長先宣讀體驗說明，依指示完成體驗，並完成體驗學習單。

（五）體驗後請每組 1 ～ 2 位同學分享體驗後的感受與心得。

（六）教師以問答法討論 Q&A。

（七）教師以 PPT 補充說明視覺原理、健康舒適的照明條件、光對人生理與心理的影響及年齡與視覺的變化。

◎ 圖 1-5 直接炫光與反射性眩光

綠色虛線為直接眩光，紅色虛線為桌面反射眩光，藍色線為螢幕反射眩光。眩光的形成和光源的方向和物件材質有關，並引導學生思考如何改善眩光的問題？

◎ 圖 1-6 燈罩

燈罩可改善直接眩光。

◎ 圖 1-7 格柵式燈具

格柵式燈具可改善直接眩光

◎ 圖 1-8 演色性

照明會改變物件的演色性；左圖為演色性較佳，右圖為演色性較差。引導學生思考，這兩張照片哪一張看起來好吃比較想吃？為什麼？

◎ 圖 1-10 不同色溫的臥室

照明可改變環境的色溫，色溫不同人的感受不同，左圖為色溫高讓人感覺清涼，右圖為色溫低讓人感覺溫暖。引導學生思考，這兩張照片哪一張看起來讓你想要躺下來休息？為什麼？

◎ 圖 1-11 人體的感覺與色溫及照度的關係

在低色溫高照度時，讓人感覺悶熱；在高色溫高照度時，讓人感覺舒適；在低色溫高照度時，讓人感覺陰冷。

◎ 圖 1-12 色調與感受

冷色調與暖色調讓人的感受不同可運用在不同情境的照明設計。

◎ 圖 1-13 光色對人體生理、心理的影響

不同光色對人體有不同生理與心理的影響，運用光色照明設計可調整生理與心理的需求。

評量重點

1. 完成體驗活動的情況。
2. 體驗學習單討論及書寫的情形。

■ 教學重點

1. 以生活中設計不良的燈具及使用情境討論了解使用者的需要。
2. 確認使用者的真正的問題。

◎ 圖 1-14 年齡與視覺

上圖為孩童視野，景物清澈、明亮。中圖為成年人視野。下圖為老年人視野，景物暗黃。

◎ 圖 1-15 年齡與眩光時間

年齡愈大眼睛的調節能力愈差，明暗適應的時間較長。



光亮人生

圖 1-14 年齡與視覺的變化

年齡與視覺

人從出生至年老，眼睛一直持續物理上的變化。左圖（圖 1-14）為相同光線、同物品、不同年齡，眼睛所看到的樣子。

嬰幼兒

新生兒視力只有成人的三十分之一，只能看見黑白色與模糊影像，也可以看到光及一些簡單的圖案，在四歲前後，視力才會達到 1.0。嬰幼兒水晶體清澈透明，光線進入眼睛較多，過多的光會影響睡眠也會影響生長發育，適量而柔和的光線，能提供物體足夠的照明，可以幫助眼睛視力的發育。

兒童及青少年

此階段用眼頻繁要避免近視度數加深，照明需求：寫作閱讀則需要 500 至 1,000 Lux 照度，在適當的光源下，眼睛較不易疲勞，工作和讀書效率也會提升。眼睛的水晶體是清透的，光線較大，穿透性強，在強光下對眼睛傷害。若頻繁使用智慧型手機和平板，眼睛過度暴露於藍光下，長時間易造成眼睛水晶體及黃斑部病變，嚴重恐失明。

成人及老年人

40 歲以後水晶體變厚、彈性與透明度變差，使光線易散射而無法精確投影，導致視力模糊，看近物時調整與對焦能力下降，使物體影像落在視網膜後方而看不清楚，此即為老花眼。50 歲以後，角膜與水晶體日趨黃化，黃色素過濾光的進入，使物體看起來微黃，導致藍色看起來較暗或易與綠色混淆。眼睛對光刺激的反應程度降低，對焦與適應明、暗環境所需的時間增長。控制光進入眼睛的能力減弱，因此對眩光更為敏感（圖 1-15）。隨年齡增加瞳孔變小，所能到達視網膜的光量減少，在低照度時視力差 ，因此需要更高的照度與亮度或明亮的顏色以刺激眼睛反應。

年齡 \ 炫光時間	一般照明“暗到亮”	一般照明“亮到暗”	防眩光照明“暗到亮”	防眩光照明“亮到暗”
年輕人	5 秒 感到刺眼	需 10 秒 才看到輪廓	不會刺眼	需 1-2 秒 才看到輪廓
老年人 （70 歲以上）	7 秒 感到刺眼	需 3 分鐘 才看到輪廓	不會刺眼	需 30 秒 才看到輪廓

圖 1-15 年齡與眩光時間

7

學習活動三（15 分鐘）

一、準備活動

◎ 教師

1. 蒐集生活中設計不良的燈具案例。
2. 準備生活中設計不良的燈具討論單。

◎ 學生

1. 有利於討論的座位安排：組員之間可以互相觀察到彼此的表情。
2. 蒐集生活中設計不良的燈具或待改善的案例。

二、展開活動

生活中設計不良的燈具討論

運用生活中設計不良的燈具討論單分組討論，透過問題的思考與觀察發掘創新產品設計的靈感。

（一）分組方式，將全班分成 4 或 8 組（每組 4 ～ 6 人）。

（二）發下生活中設計不良的燈具討論單。

（三）說明討論的注意事項：每組提出一個設計不良燈具使用情境。

（四）小組討論：理解使用者為什麼會這樣想、為什麼會這麼說、又為什麼會這麼做，了解使用者所真正在乎的，並深入思考發掘使用者真正的問題做為作為後續發想創新解決方案的指引。

（五）從需要到需求，定義真正問題找出創新設計的靈感。

■ 建議事項



Design Thinking 生活中設計不良的燈具討論

好的燈具設計要以使用者為中心，去理解使用者為什麼會這樣想、為什麼會這麼說、又為什麼會這麼做，去體會他們的世界，明白使用者所真正在乎的事物；完整了解使用者的行為、想法、情緒等，則能設計出貼近使用者真實需求的產品。想想看，在日常生活中，曾有哪些設計不良的燈具使用經驗呢？怎樣才符合使用者的需求呢？

問題情境描述　例如：走進教室，按下電燈開關，亮的卻不是你要的那盞燈。

了解、同理使用者

說 (Say)：使用者說了什麼？

想 (Think)：使用者可能在想什麼？使用者可能有哪些信仰價值？

做 (Do)：使用者做了什麼？你注意到哪些行為？

感覺 (Feel)：使用者經歷了什麼情緒？

從需要到需求找到核心問題

例如：教室的使用者需要明確知道開關與燈的位置，因為對他們來說能正確迅速切換到要用的燈很重要。

使用者需要＿＿＿

第二單元 光與電的神秘之旅

■ 學習目標

1. 光的奇特性質。
2. 光從哪裡來。
3. 如何讓電燈發亮。
4. 如何點亮 LED。

■ 教學重點

1. 光的奇特性質

認識光的光的特性有強弱、顏色、偏振。光遇到物體的特性有反射、折射、干涉或繞射。

2. 光從哪裡來

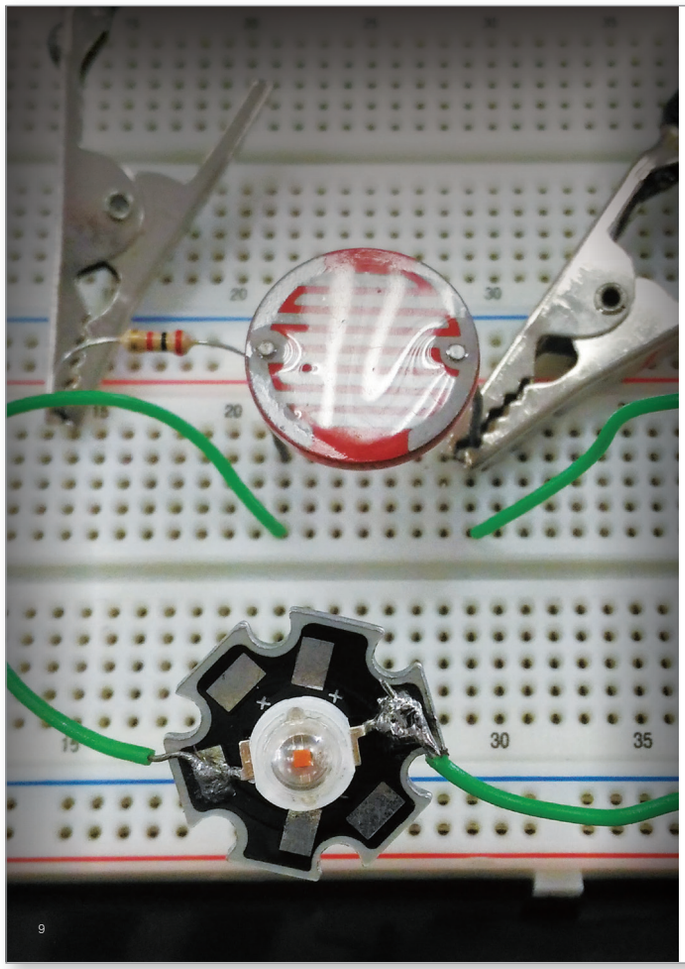
認識光的來源可以分為 (1) 由熱產生的光，(2) 由電子在不同能階躍遷釋出的光。前者光源，例如：火把、鎢絲燈泡；後者光源，例如：日光燈、LED (發光二極體)、螢光棒等。

3. 如何讓電燈發亮

認識利用源啟動電燈，需要準備符合電燈電壓規格的電源，另外也需注意電燈適用交流電或是直流電。一般而言，日光燈需使用交流電，LED 燈使用直流電，鎢絲燈泡交直流電皆可使用。另外也需準備符合電流規格的電線及開關。

4. 如何點亮 LED

利用乾電池點亮 LED，並觀察不同顏色的 LED 需要不同的啟動電壓。利用分壓電路中的光敏電阻受光而改變電阻，可以控制 LED 的明亮程度。如此可以製作光控 LED 燈。



■ 教學活動

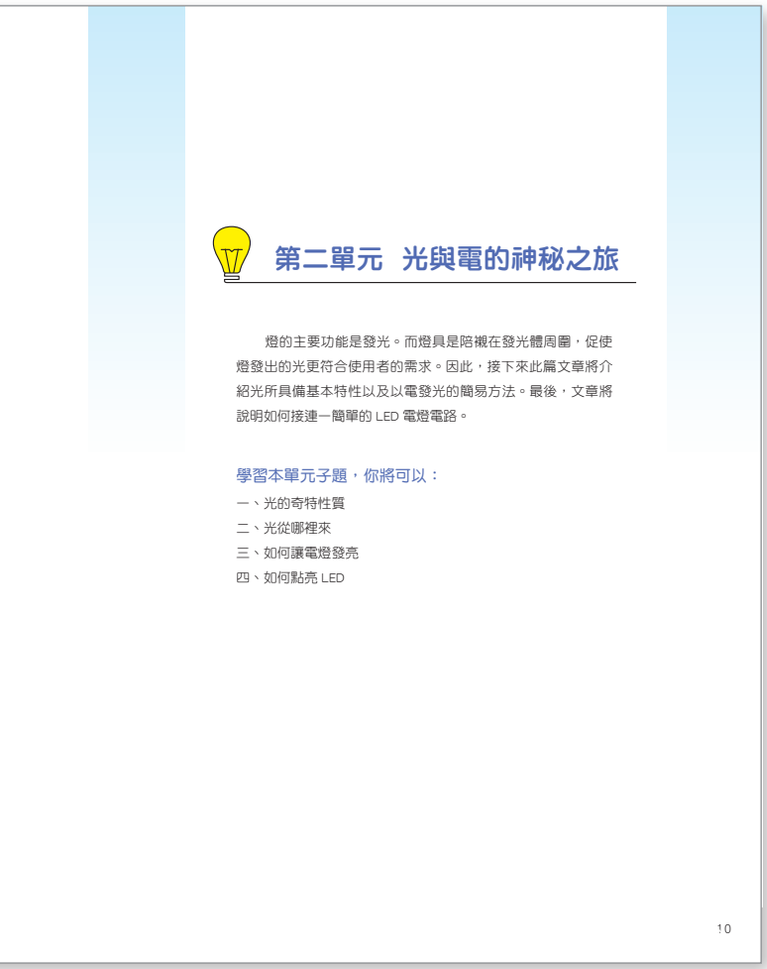
依據教學需求，取捨體驗活動的分配時數。

(一) 活動一：消除黑板的反光

教室黑板因為教室外的陽光產生的反射常常使得黑板板書不易被看見，因此常常需要拉起靠近黑板的窗簾。或是移動學生的座位。請同學討論，除了上述兩種方法，還有其他方案，可以解決黑板反光的問題嗎？

(二) 活動二：找尋不耗電的光源

能源匱乏是台灣的重大議題，台灣教室數量眾多，若平日的教室光源能節約電能，對能源匱乏的問題，或能稍解能源匱乏的燃眉之急。此活動，可以請學生討論，教室光源，除了電燈，有無其他不插電的光源可以替代，例如：引進陽光但不會造成教室太熱，或是改變電燈的距離，使的亮度相同，但可以減少電燈的數量。



第二單元　光與電的神秘之旅

燈的主要功能是發光。而燈具是陪襯在發光體周圍，促使燈發出的光更符合使用者的需求。因此，接下來此篇文章將介紹光所具備基本特性以及以電發光的簡易方法。最後，文章將說明如何接連一簡單的 LED 電燈電路。

學習本單元子題，你將可以：

一、光的奇特性質
二、光從哪裡來
三、如何讓電燈發亮
四、如何點亮 LED

10

（三）活動三：認識教室中的日光燈

認識日光燈是由交流電與起動器讓燈管中的汞氣原子激發紫外線，再使紫外線激發螢光粉而發出可見光。所以可以利用物理實驗室的電漿球，點亮日光燈管，讓學生體驗日光燈是因為交流電，或稱為變化的電場驅動，使得汞原子被激發。

（四）活動四：LED 燈電路

利用乾電池點亮 LED，並觀察不同顏色的 LED 需要不同的啟動電壓。利用分壓電路中的光敏電阻受光而改變電阻，可以控制 LED 的明亮程度，如此可以製作光控 LED 燈。

■ 單元設計理念

設計燈具的考量因素來自使用者的需求，認識光的特性：反射、折射、干涉、繞射、偏振等特性，才有多元的創意為光源使用者創造出合用與美感兼具的燈具。今日社會科技進步，百年來光源技術突飛猛進，人類發明了從火把、蠟燭、煤油燈等利用加熱發光的光源，到類似原理熱致發光的白熾鎢絲燈，以及電致發光的日光燈、低電壓啟動的 LED 等被稱為冷光的光源。若能充分認知各種光源的差異，在燈具的設計上將會更貼近使用者的需求，以及符合綠能的時代趨勢。因此第二單元光與電的神秘之旅，藉由光特性、光源，認識電致發光的基本原理，最後實作 LED 電路。使學生初略體驗光源的基本原理。

■ 教學建議

1. 教學時數：2 ～ 4 節課。
2. 教學方式：小組討論與體驗式，將國中小所學的光學知識整理，並作小組發表。
3. 所需設備：酒精燈、蠟燭、日光燈、鎢絲燈、LED 燈、電路麵包板、光敏電阻、接線。
4. 可請學生自備家裡檯燈，並以自備的燈具光源為基礎，討論定應此單元的各種主題。

■ 教學資源

1. 設備來源：高中物理實驗室。
2. 參考資料：高三物理選修上 光學篇章。
3. 光學：https://en.wikipedia.org/wiki/Optics
4. 光源：https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_light_sources
5. 燈具與光學：https://www.youtube.com/watch?v=4e1hVkyaUe0

學習目標

1. 如何改變光的強弱：面鏡、透鏡。
2. 如何將不同色光分開：折射、干涉。
3. 認識光是電磁波。
4. 認識光的偏振性質。

教學重點

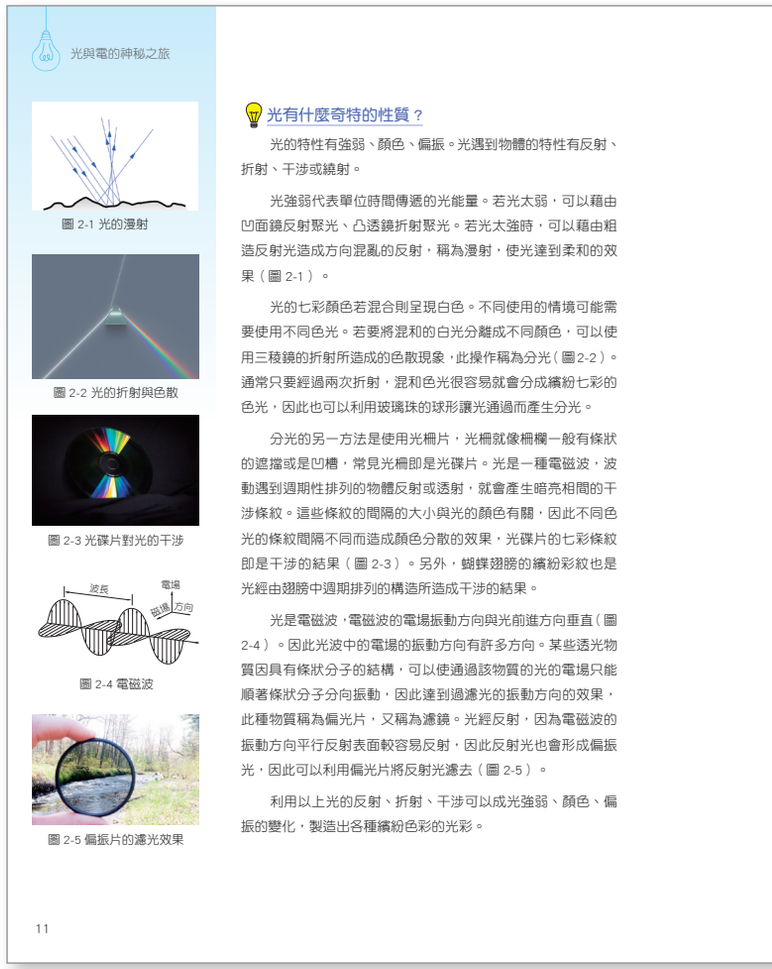
1. 利用凹面鏡與凸透鏡示範聚光的特性、利用凸面鏡與凹透鏡散光的特性。利用光面物體與粗造面物體反射光線，讓學生比較直接反射與漫反射的差異。可以更進一步利用漫反射改變教室學習環境的採光。
2. 利用三菱鏡擺放在陽光下，使折射的色散光照在不同的物體。利用三菱鏡擺放在日光燈下，使折射的色散光照在不同的物體。使學生體驗陽光與日光燈很混合著不同的色光。
3. 日光燈經由光碟片的干涉可以呈現多彩顏色。比較 CD 光碟片與 DVD 光碟片的干涉光的差異。
4. 光是電磁波，利用帶電粒子震盪可以產生電磁波。不同顏色的光，就是不同波長的電磁波。人類的眼睛可以看見的電磁波波長的範圍是：400nm ～ 700nm。
5. 利用偏振片改變光的電磁場的振動方向，因此而改變光的強弱。液晶螢幕的亮度控制就是利用其中的偏振片所達成。

教學資源

1. https://en.wikipedia.org/wiki/Light
2. https://en.wikipedia.org/wiki/Interference_(wave_propagation)

評量重點

1. 如何改變光的強弱？
2. 如何將白光分成各色光？
3. 認知光是電磁波。
4. 認知光的偏振性。



光與電的神秘之旅

圖 2-1 光的漫射

圖 2-2 光的折射與色散

圖 2-3 光碟片對光的干涉

圖 2-4 電磁波

圖 2-5 偏振片的濾光效果

光有什麼奇特的性質？

光的特性有強弱、顏色、偏振。光遇到物體的特性有反射、折射、干涉或繞射。

光強弱代表單位時間傳遞的光能量。若光太弱，可以藉由凹面鏡反射聚光、凸透鏡折射聚光。若光太強時，可以藉由粗造反射光造成方向混亂的反射，稱為漫射，使光達到柔和的效果（圖 2-1）。

光的七彩顏色若混合則呈現白色。不同使用的情境可能需要使用不同色光。若要將混和的白光分離成不同顏色，可以使用三稜鏡的折射所造成的色散現象，此操作稱為分光（圖 2-2）。通常只要經過兩次折射，混和色光很容易就會分成繽紛七彩的色光，因此也可以利用玻璃珠的球形讓光通過而產生分光。

分光的另一方法是使用光柵片，光柵就像柵欄一般有條狀的遮擋或是凹槽，常見光柵即是光碟片。光是一種電磁波，波動遇到週期性排列的物體反射或透射，就會產生暗亮相間的干涉條紋。這些條紋的間隔的大小與光的顏色有關，因此不同色光的條紋間隔不同而造成顏色分散的效果，光碟片的七彩條紋即是干涉的結果（圖 2-3）。另外，蝴蝶翅膀的繽紛彩紋也是光經由翅膀中週期排列的構造所造成干涉的結果。

光是電磁波，電磁波的電場振動方向與光前進方向垂直（圖 2-4）。因此光波中的電場的振動方向有許多方向。某些透光物質因具有條狀分子的結構，可以使通過該物質的光的電場只能順著條狀分子分向振動，因此達到過濾光的振動方向的效果，此種物質稱為偏光片，又稱為濾鏡。光經反射，因為電磁波的振動方向平行反射表面較容易反射，因此反射光也會形成偏振光，因此可以利用偏光片將反射光濾去（圖 2-5）。

利用以上光的反射、折射、干涉可以成光強弱、顏色、偏振的變化，製造出各種繽紛色彩的光彩。

11

學習活動一

消除黑板的反光

教室黑板因為教室外的陽光產生的反射常常使得黑板板書不易被看見，因此常常需要拉起靠近黑板的窗簾。或是移動學生的座位。請同學討論，除了上述兩種方法，還有其他方案，可以解決黑板反光的問題嗎？



光與電的神秘之旅

光從哪裡來？

光的來源可以分為 (1) 由熱產生的光，(2) 由電子在不同能階躍遷釋出的光。前者光源，例如：火把、鎢絲燈泡；後者光源，例如：日光燈、LED(發光二極體)、螢光棒等。

由熱而產生的光，都是混色的光，即各種顏色都有。因此在作為日常生活照明使用的光源較接近陽光，例如鎢絲燈泡（圖 2-6）。但會隨溫度升高，而主色光會越往藍色偏，陽光主色是黃色。因此燈的規格標是常常會用「色溫」一詞表示發光顏色。但是熱致發光的光源，會伴隨著熱的發散，使得作為照明用途的光源產生負面的效應。從節省能源的觀點，熱致發光的光源的能源使用效率較為低落。

若是光源是由電子在不同能量階梯間跳躍而釋出的光（圖 2-7），則通常顏色較集中在某些顏色，但是伴隨的熱效應較少。日光燈即是此種發光體，但是為了適合日常照明，日光內是由高電壓激發電子產生紫外光，再藉由紫外光激發不同顏色的螢光粉，使其發出不同色光，而讓使用者感覺其光色接近陽光。但是與熱致發光的光源相比，此種光源的顏色的多樣性還是較低的（圖 2-8）。此種發光體除了日光燈（又稱為螢光燈）外，還有近年來逐漸被採用為照明用途的 LED 燈。LED 燈的耗能極低，發光體因為是固體，體積小，可以隨用途改造不同尺吋造型，而且耐用時限極長，因此 LED 燈將逐漸取代日光燈，成為照明光源的主流。

但是有時使用光源不見得是為了照明，有時為了藝術表演需要強光且單色準直的光源，因此此種功能的光源最常被採用的是雷射（圖 2-9）。雷射有低功率的半導體雷射，也有超大功率的氣體雷射，通常前者是指示用途，或是藝術，而後者通常是工業用途。雷射光除了極純的顏色特性，另外因為其電磁波的波長與光波振動的一至性高於一般光源，當雷射光照射在物體表面產生干涉式的光斑，具有某種炫目的藝術性（圖 2-10）。但使用雷射須注意眼睛的安全。

圖 2-6 白熾燈泡

躍遷前 躍遷後 光

圖 2-7 原子內電子躍遷而發光

圖 2-8 LED 燈

圖 2-9 各色雷射光

圖 2-10 綠光雷射的光斑

12

學習活動二

找尋不耗電的光源

能源匱乏是台灣的重大議題，台灣教室數量眾多，若平日的教室光源能節約電能，對能源匱乏的問題，或能稍解能源匱乏的燃眉之急。此活動，可以請學生討論，教室光源，除了電燈，有無其他不插電的光源可以替代，例如：引進陽光但不會造成教室太熱，或是改變電燈的距離，使的亮度相同，但可以減少電燈的數量。

學習目標

1. 認識光源的不同來源。
2. 目前主流光源粗分為：熱致發光、電致發光。
3. 認識白熾燈。
4. 認識 LED 燈與雷射。

教學重點

1. 熱致發光的白熾燈，其產生的顏色多樣性，與陽光類似。但是伴隨這的熱卻使此種光源的使用較不環保。
2. 日光燈的原理屬於電致發光。其光的顏色較為單調，藉由燈管內的螢光粉的調配，可以發出接近陽光的顏色多樣性。但是與白熾燈相較，其顏色的多樣性仍少了許多。
3. LED 燈是半導體的電致發光，其光彩十分單一，原先功能主要為指示燈。後來因高輝度的藍光 LED 的發明，促使白光 LED 燈源的誕生。
4. 可以介紹 2014 年諾貝爾物理獎得主中村修二的故事。
5. 利用教室雷射筆介紹雷射光。雷射光的顏色更為單一。使用雷射筆須注意眼睛的安全。

教學資源

1. https://en.wikipedia.org/wiki/Incandescent_light_bulb
2. https://en.wikipedia.org/wiki/Fluorescent_lamp
3. https://en.wikipedia.org/wiki/Light-emitting_diode
4. https://en.wikipedia.org/wiki/Laser

評量重點

1. 可以舉例光源，例如：陽光、火把、蠟燭、煤油燈、日光燈……等。
2. 認識白熾燈的發光原理。
3. 認識 LED 燈的發光原理。

學習目標

1. 認識交流電與直流電的規格。
2. 認識白熾燈的接電方法。
3. 認識日光燈的接電方法。
4. 認識 LED 燈的接電方法。

教學重點

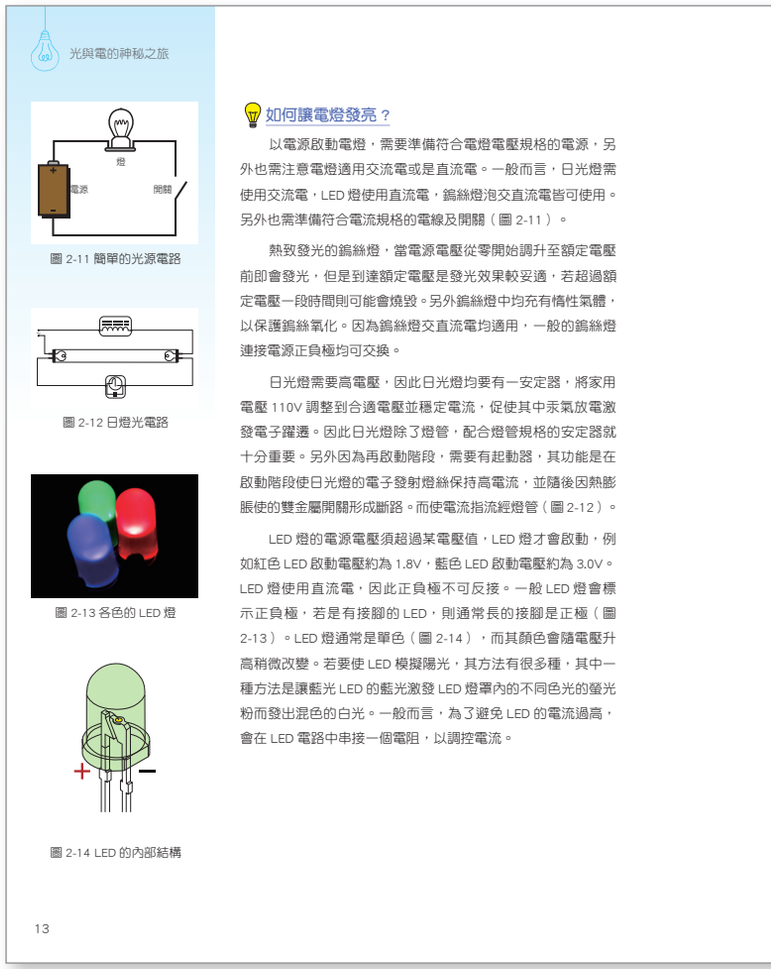
1. 交流電與直流電的差異在電流方向的變換與恆定。不同的電燈的交直流電規格不同，例如白熾燈是交直流電皆適用，但是日光燈必須使用交流電，而 LED 燈需使用直流電。若要使用家用插座的交流電 110V，須注意電壓規格是否符合電燈的電壓規格，若不合，需使用變壓器。若要將交流轉換成直流，則須要整流器。一般手機與筆電使用的充電器是變壓器與整流器的整合。
2. 白熾燈的正負極反接，並不影響其發光功能。但是電壓大小會影響燈光的強弱。家用交流電的頻率是 60Hz，因此，白熾燈若交上家用電交流電，其光的強弱變化，人眼不易察覺。
3. LED 燈使用直流電，且 LED 燈的啟動電壓與顏色有關，越偏藍色，啟動電壓越高。但是單一個 LED 燈的啟動電壓約 2 ～ 3 V。LED 燈常用長接腳代表正極，短街腳代表負極。
4. LED 燈的形式有許多種。影響光的汲出，另一重要因素是燈杯。測試時，不可以用眼睛直視高輝度的 LED。

教學資源

1. https://en.wikipedia.org/wiki/Incandescent_light_bulb
2. https://en.wikipedia.org/wiki/Light-emitting_diode

評量重點

1. 認識不同光源所對應使用的電源規格。
2. 認識白熾燈的接電方法，可以實際動手接電路。
3. 認識日光燈的接電方法，可以實際動手接電路。
4. 認識 LED 燈的接電方法，可以實際動手接電路。


光與電的神秘之旅

燈
電源
開關

圖 2-11 簡單的光源電路

圖 2-12 日燈光電路

圖 2-13 各色的 LED 燈

圖 2-14 LED 的內部結構

如何讓電燈發亮？

以電源啟動電燈，需要準備符合電燈電壓規格的電源，另外也需注意電燈適用交流電或是直流電。一般而言，日光燈需使用交流電，LED 燈使用直流電，鎢絲燈泡交直流電皆可使用。另外也需準備符合電流規格的電線及開關（圖 2-11）。

熱致發光的鎢絲燈，當電源電壓從零開始調升至額定電壓前即會發光，但是到達額定電壓是發光效果較妥適，若超過額定電壓一段時間則可能會燒毀。另外鎢絲燈中均充有惰性氣體，以保護鎢絲氧化。因為鎢絲燈交直流電均適用，一般的鎢絲燈連接電源正負極均可交換。

日光燈需要高電壓，因此日光燈均要有一安定器，將家用電壓 110V 調整到合適電壓並穩定電流，促使其中汞氣放電激發電子躍遷。因此日光燈除了燈管，配合燈管規格的安定器就十分重要。另外因為再啟動階段，需要有起動器，其功能是在啟動階段使日光燈的電子發射燈絲保持高電流，並隨後因熱膨脹使的雙金屬開關形成斷路。而使電流指流經燈管（圖 2-12）。

LED 燈的電源電壓須超過某電壓值，LED 燈才會啟動，例如紅色 LED 啟動電壓約為 1.8V，藍色 LED 啟動電壓約為 3.0V。LED 燈使用直流電，因此正負極不可反接。一般 LED 燈會標示正負極，若是有接腳的 LED，則通常長的接腳是正極（圖 2-13）。LED 燈通常是單色（圖 2-14），而其顏色會隨電壓升高稍微改變。若要使 LED 模擬陽光，其方法有很多種，其中一種方法是讓藍光 LED 的藍光激發 LED 燈罩內的不同色光的螢光粉而發出混色的白光。一般而言，為了避免 LED 的電流過高，會在 LED 電路中串接一個電阻，以調控電流。

13

學習活動三

消除黑板的反光

認識日光燈是由交流電與起動器讓燈管中的汞氣原子激發紫外線，再使紫外線激發螢光粉而發出可見光。所以可以利用物理實驗室的電漿球，點亮日光燈管，讓學生體驗日光燈是因為交流電，或稱為變化的電場驅動，使得汞原子被激發。



光與電的神秘之旅

如何點亮 LED?

一、準備材料：

紅色 LED、電線、1.5 伏特乾電池、可變電阻 (1kΩ)、光敏電阻。

二、步驟：

（一）LED 基本電路

1. 將紅色 LED 的長腳（正極）接在電池正極，紅色 LED 的短腳（正極）接在電池負極，電線電路連接（圖 2-15）。
2. 觀察 LED 燈的發光情形。

（二）利用可變電阻改變 LED 的亮度

1. 將紅色 LED 的長腳（正極）接在電池正極，紅色 LED 的短腳（正極）接在電池負極，並串接一個可變電阻，可變電阻要接線在中間腳位與側邊腳位，不可同時接線在兩側腳位。電線電路連接如下圖所示。
2. 調整可變電阻旋鈕，觀察 LED 燈的發光情形。

（三）利用光敏電阻改變 LED 的亮度

1. 將紅色 LED 的長腳（正極）接在電池正極，紅色 LED 的短腳（正極）接在電池負極，並串接一個光敏電阻。電線電路連接（圖 2-16）所示。
2. 遮蔽光敏電阻，觀察 LED 燈的發光情形。

圖 2-15 LED 的簡單電路

圖 2-16 利用光敏電阻控制 LED

14

學習目標

1. 學會 LED 基本電路。
2. 認識可變電組。
3. 認識光敏電阻。

教學重點

1. LED 燈使用直流電，且 LED 燈的啟動電壓與顏色有關，月偏藍色，啟動電壓越高。但是單一個 LED 燈的啟動電壓約 2 ～ 3 V。LED 燈常用長接腳代表正極，短街腳代表負極。
2. 可變電阻為旋轉旋鈕可以改變中間街腳與兩側任意街腳間的電阻值，因而改變電路的電流，而改變電燈的光強弱。
3. 光敏電阻會因為照射光強弱改變電阻值，因此可以藉由光敏電阻製作可以由外界光強弱自動調整電燈光的強弱。

教學資源

1. https://en.wikipedia.org/wiki/Potentiometer
2. https://en.wikipedia.org/wiki/Photoresistor

學習活動四

找尋不耗電的光源

利用乾電池點亮 LED，並觀察不同顏色的 LED 需要不同的啟動電壓。利用分壓電路中的光敏電阻受光而改變電阻，可以控制 LED 的明亮程度。如此可以製作光控 LED 燈。

評量重點

1. 學會 LED 基本電路。
2. 認識可變電組：電阻值可以改變的電阻器。
3. 認識光敏電阻：知道光的強度可以使光敏電阻改變電壓。

第三單元 靈光乍現．燈具設計

■ 學習目標

1. 欣賞燈具設計的美感、材質與機能運用。
2. 了解燈飾設計的創意思考手法。
3. 認識燈具設計大師及其燈飾設計作品。
4. 練習以合作學習的腦力激盪方式，體驗創意思考的過程與樂趣。

■ 學生先備能力

1. 具備對身邊事物的觀察力與感受力。
2. 具備創意想像的能力。
3. 了解美感形式原理。。
4. 具備簡筆繪圖、文字書寫、口語表達能力。



15 臺灣藝術家林建榮設計的燈泡人，為臺北松山文創園區的一角帶來溫暖的氛圍。

一、準備活動

◎ 教師

1. 蒐集設計史上經典燈具作品及當代創意取勝的燈具名作資料與相關教學資源，於課前選擇運用適當之輔助教材，如作品圖檔、燈具實物、組裝或使用影片、廣告等。
2. 電腦及數位投影播放設備。
3. 課文中兩張學習表單，於課程前放大影印足夠任教班級使用份量。
4. 準備不同顏色的便利貼紙，尺寸勿小於坊間常見的 75×75mm，一組一本相同顏色，各組採用不同色彩便利貼本。

◎ 學生

1. 鉛筆、色鉛筆。
2. 請學生就生活中對「燈具」的觀察與使用經驗，蒐集設計與功能兼具或待改善的案例，也可從網路蒐集圖檔、影音下載或列印，帶到教室分享、討論。
3. 研讀並整理所蒐集之資料，準備上課發表或歸納、製作藝術學習檔案。



第三單元　靈光乍現・燈具設計

因為有「光」，我們看見萬物；日常生活因為有「燈光」，方便我們在黑暗中依然清晰可見事物，也帶給我們許多不同的氛圍與感受。

燈具設計乃綜合了造形美學、生活情境、媒材運用、電學、光學、技術、機能等跨領域的結合與思考，方能設計出具美感又實用的好產品，讓燈具在使用時產生不同的功能與氛圍。本課將透過燈具設計師極具創意的產品欣賞，練習以創意思考的方式，挑戰人們對燈的想像空間。

學習本單元子題，你將可以：

一、欣賞燈具設計的美感、材質與機能運用。
二、了解燈飾設計的創意思考手法。
三、認識燈具設計大師及其燈飾設計作品。
四、練習以合作學習的腦力激盪方式，體驗創意思考的過程與樂趣。

16

二、引起動機（5 分鐘）

（一）以燈具實品展示，發表分享實際感受。

1. 教師準備家中常見鎢絲燈黃色燈泡，及幾盞具創意巧思之燈具，在明亮教室中一一拿出，簡單展示，先不討論。
2. 將教室窗簾拉上，關閉所有燈光，教室空間營造暗黑氛圍。分別點亮教師帶來的燈具，讓學生感受在黑暗中這些燈具點亮後所產生的效果、功能與設計特色，引發學生好奇與討論。

教學策略

1. 以燈具實物操作及使用效果，引起學生學習興趣與動機。
2. 從日常生活燈具的使用或視覺經驗中，思考燈具設計創意與機能如何兼具。
3. 運用燈具設計作品圖片及相關影片賞析，啟發並引導學生認識各式燈具的創意設計。
4. 分組運用腦力激盪法作創意練習。
5. 教學方法涵蓋：賞析、講解、問答、討論、腦力激盪、紀錄、寫作、小組合作學習、創作。

教學重點

1. 透過日常生活的觀察與體會，瞭解身邊各式燈具的設計巧思與不足之處。
2. 歸納整理生活中的燈具造形、機能、給人的感受與改良想法。
3. 認識燈具設計常見的創意運用手法與思維。
4. 認識「仿生設計」與「環保設計」概念。
5. 認識「新藝術風格」。

教學資源

1. 依據課本提出燈具設計案例，增添相關圖檔或影片。
2. 課文中表 3-1 學習單，若不敷使用，教師可於上課前放大影印足夠份量，提供學生使用。



靈光乍現．燈具設計

「燈」在我身邊

「燈」是人類史上人工產物中最不可或缺的物件之一，回想一下，從古代的燭光、燈籠、煤氣燈，愛迪生的第一盞燈泡，日光燈到現代的 LED 燈，當燈暗或燈亮時帶給人們不同的感受，除了造形裝置與照明功能，還有更多氛圍的傳遞，燈具可謂是理性與感性結合的日常設計用品。

從小到大，對於「燈」或「光」你有什麼印象與感受？請試著觀察及感受生活周邊、室內外各式的「燈」，把它以文字、手繪或拍照的圖像記錄於表 3-1 空格中。

燈具	圖像	地點	功能	感受	我有新構想
檯燈		書桌上	照明、不炫光。	陪著我讀書的好朋友。	
門口燈		大門口	媽媽為我等門。	媽媽的愛，帶給我溫暖。	
燭光		古詩裡	照明，秉燭夜談，營造氣氛。	杜甫詩句：「今夕復何夕，共此燈燭光。」描寫久別人兒重逢於燭光下彌足珍貴的心情。	
		客廳			

表 3-1 請從日常生活周遭，用心觀察與體會各式燈具的造形設計、裝置地點、使用機能、情境感受等，將它紀錄下來，同時也可提出一些新構想，作為修正或創意思考。圖表若不敷使用，可影印放大或擴充表格欄。

17

學習活動一 （5 分鐘）

「燈」在我身邊

一、準備活動

◎ 教師

表 3-1 學習單，若不敷使用，教師可於上課前放大影印足夠份量，提供學生使用。

◎ 學生

1. 鉛筆、色鉛筆。
2. 課前觀察蒐集日常生活中印象最深刻的 2 ～ 3 件好用或設計不佳的燈具案例。

二、展開活動

（一）教師詢問同學生活印象中印象最深刻，或最常接觸的燈有哪些？優良或不良設計案例皆可，分享其特色與印象。

（二）發下表 3-1 學習單，一人一張，個人提出數個日常燈具案例於表中，可依時間需求帶回家完成作業，下周由小老師收齊交至老師處，批閱擇優表 3-1 學習單展覽於藝術教室，提供學生觀摩。

學習活動二 （20 分鐘）

「光之想像」：對於那道光，你能有多少想像？

一、準備活動

教師準備課文中相關燈具設計案例圖檔、影音或實物相關教具。

二、展開活動

結合圖、文、影片製成 PPT 講述、分析與討論，教學重點如下：

（一）認識燈具設計基本概念：照明功能、光電技術、造形設計、材質運用等。

（二）教師可視學生程度與教學時間許可下，增加說明「通用設計」概念：全民設計、重視使用者需求、特定族群，如弱勢、老人、小孩等。



靈光乍現．燈具設計

光之想像：對於那道光，你能有多少想像？

燈具設計涵蓋照明功能、光電技術、造形設計、材質運用等，除了必備的光電照明，造形的美感、材質的開發、環保省電再進化或使用功能的貼心設計等，都成了當代燈具設計師的挑戰。接下來，讓我們來認識許多當代燈飾設計常見的創意運用手法，並從中認識當代設計大師與知名設計團體，了解其不同的創意理念與設計特色。

一、仿生設計 (Bionics design)：透過觀察、研究，仿效或利用自然界生物的形色、結構、生態、原理、行為等，從中找尋設計靈感與技術科學 (圖 3-1)。

圖 3-1 新藝術風格的玻璃燈具，許多靈感仿自花卉植物。

知識加油站

新藝術風格 (Art Nouveau)

歌頌自然美感與元素，表現動、植物造形柔美的曲線，風格華麗，裝飾性強。盛行於十九世紀末、二十世紀初的歐洲，影響層面廣泛，包含繪畫、工藝、建築、設計等，廣受大眾喜愛。

圖 3-2 荷蘭塔德．布歇爾 (Tord Boontje，1968-) 知名作品《盛夏之夜》，靈感來自森林散步時看到的花草藤蔓。材質為特殊紙材，想想看以紙材做燈罩必須克服什麼問題？

自主學習 請上網搜尋

・由「光之詩人」美譽的德國燈飾設計大師英格．矛赫 (Ingo Maurer，1932-) 所設計的《蜻蜓蝴蝶吊燈》，是仿自自然界昆蟲常見的何種習性呢？

二、環保設計：利用廢棄物或可循環再生之材料作為燈具材質，或考量省電方式，如太陽能發電、使用 LED 燈或感應模式等 (圖 3-3)。

圖 3-3 設置於走廊、門口或衛浴間的感應燈，常見的感應方式有哪些？在環保功能上有何優點？

自主學習 請上網搜尋

・英國設計師史都華．黑加特 (Stuart Haygarth，1966-) 設計名作《潮汐大吊燈》(Tide Chandelier)，是設計師沿著海灘，長期撿拾蒐集彩色塑膠漂流物組構而成，手工限量製作。請仔細觀察裡面出現了哪些塑膠製品？也請思考人類依存的海洋已被多少難以分解的垃圾入侵？

18

（三）介紹當代燈飾設計常見的創意運用手法：如「仿生設計」、「環保設計」、「情感設計」、「幾何造形」、「美感原則」、「機能取向」、「質變創意」、「多元材質」、「概念性、未來性設計」等手法在燈飾設計中的思考與運用，並從中認識當代設計大師與知名設計團體，了解其不同的創意理念與設計特色。

（四）介紹當代燈飾設計中的後現代手法、趣味設計與未來趨勢。

（五）本賞析活動結束前，教師再將以上各類燈具設計手法做簡要歸納與複習，強化同學的學習概念。

建議事項

本文中介紹之燈具設計，許多知名作品可於 YouTube 影音平台上搜尋到組裝、使用或廣告介紹特色的動態影像，教師可選擇下載播放，搭配圖片說明，有利於學生深入理解各式燈具的機能與特色。

◎圖 3-1

十九世紀末新藝術風格風靡歐美藝術及設計界，強調自然美感與元素，表現動、植物造形柔美的曲線，風格華麗，裝飾性強。盛行於十九世紀末、二十世紀初的歐洲，影響層面廣泛，包含繪畫、工藝、建築、設計等，至今仍廣受大眾喜愛。圖中由花草、藤蔓等自然造形的美感所得到靈感的玻璃燈具設計。

◎圖 3-2

荷蘭設計師塔德．布歇爾 (Tord Boontje，1968-) 知名作品《盛夏之夜》，靈感來自在森林中散步看到的花草藤蔓。材質運用特殊紙材，具有韌性及防高溫，可防止因溫度或濕氣造成變形。

◎圖 3-3

常見設置於走廊、門口或衛浴間的感應燈，利用紅外線或微波雷達探測移動的物體，或以聲控等方式，自動控制燈光開關，不會造成電力浪費，達到環保節能功效。

◎自主學習

・由「光之詩人」美譽的德國燈飾設計大師英格．矛赫 (Ingo Maurer，1932-) 所設計的《蜻蜓蝴蝶吊燈》，和美國洛杉磯的昆蟲攝影藝術家格瑞．歐文 (Graham Owen) 一起合作，仿自飛蟲生態的趨光性特質，燈旁的每隻昆蟲皆採手工製作。

・英國設計師史都華．黑加特 (Stuart Haygarth，1966-) 設計，直徑長達 5 英尺 (約 152 公分) 的華麗吊燈是設計師沿著海灘，長期蒐集撿拾彩色塑膠廢棄物串連而成的名作《潮汐大吊燈》(Tide Chandelier)，手工限量製作。吊燈特寫裡出現了各式半透明飲料瓶、眼鏡、羽毛球等塑膠製品。

教學重點

1. 認識燈具設計常見的創意運用手法與思維。
2. 認識「情感設計」、「幾何造形與美感原則」、「機能取向」與「質變創意」的概念，和其在燈具設計上的運用案例。
3. 認識當代設計大師與知名設計團體，了解其不同的創意理念與設計特色。

◎ 圖 3-4

德國燈飾設計大師英格．矛赫所設計的 Blushing Zettel`z 系列吊燈，長寬高各約 120 公分，金屬線架尾端以長尾夾夾上已處理過的高溫隔熱日式和紙，紙片上面可印上圖畫或文字，也可自行書寫或繪圖，當中心燈亮，光線透過紙片，猶如觀看一張張的幻燈片，隨時可更換圖片，組合出獨一無二的專屬吊燈，而整體結構就像一件小型的光影裝飾藝術品。

◎自主學習

- Frank Lamp 桌燈就像一隻俏皮的玩具狗，木質細緻，色調柔和，僅使用幾片刨切好的櫸木片，即可組合出一盞可調整各式動作的寵物燈，使用起來療癒人心。

- Surface Tension Lamp 表面張力 LED 泡泡燈，荷蘭埃因霍溫 (Eindhoven) BOOO 設計公司與瑞典設計工作室 Front 合作設計。此燈具僅有燈座無燈罩，燈罩是不斷噴出形成的肥皂泡泡，形狀不定，有正圓、橢圓、連串造形，整盞泡泡燈彷彿具有生命力般，造形隨機並不斷破裂再形成。泡泡表面折射出七彩光輝，在空間中綻放炫麗的光芒。這款結合 LED 燈的吹泡器，能在 5 萬小時的壽命裡製造 300 萬個短暫壽命的燈泡，並投射出不同的光影變化，將兒時的童趣記憶做了令人驚嘆的創意結合。請上網搜尋並播放 Surface Tension Lamp 動態影片。



靈光乍現．燈具設計

自主學習 請上網搜尋

- Frank Lamp 桌燈，僅使用幾片木片元件組合，可調整動作，如此造形和動態，讓人聯想到什麼動物？使用起來趣味為何？
- Surface tension lamp《表面張力泡泡燈》僅有燈座，燈罩是不斷噴出的肥皂泡泡，表面折射出七彩光芒。結合 Led 燈的吹泡器，能夠在 5 萬小時的壽命裡製造 300 萬個短暫壽命的燈泡，將兒時的童趣記憶做了令人驚嘆的創意結合。請以關鍵字「Surface Tension Lamp」搜尋此燈使用時的動態影片。

自主學習 請上網搜尋

- 請上網搜尋丹麥設計師霍爾格．斯特倫 (Holger Strøm) 經典名燈《IQ light》，以單一造形的塑膠片組件拼組構成的立體燈罩，從 9 片到 120 片，可組構出多變的幾何多面體，挑戰腦力，也滿足使用者 DIY 組裝的樂趣。請以關鍵字「IQ light」搜尋燈罩組裝過程影片，了解每個單位造形之間的組構關係。
- 名為「Facеture」手作幾何燈具，燈罩以正三角形為基本單位，手工切割凹折塑膠片作為模具，再淋上樹脂成型，充滿數學幾何形態的精確魅力，卻有著手作雕塑的美感。請以關鍵字「Facеture」搜尋同系列花瓶製作過程影片。

三、情感設計：結合設計與心理，以使用者為設計中心，考量人類生理與心理因素，讓人們在使用設計產品時不僅滿足基本功能需求，並能產生情感交流，作品具備趣味、幽默或故事性，甚至帶給人回憶、慰藉感，容易產生共鳴 (圖 3-4)。

圖 3-4 德國燈飾設計大師英格．矛赫 (Ingo Maurer，1932-) 所設計的 Zettel'z 便條紙系列吊燈，金屬線架尾端以長尾夾夾上隔熱紙片，上面可繪、可印圖畫或文字，隨時可更換圖片，當燈亮時，觀看這樣的燈具帶給人的感受及其獨特性為何？

四、幾何造形與美感原則：燈具如同居家中的小型立體造形藝術品，其構成常見數學範疇裡的黃金比例、幾何造形或多面體結構，透過立體造形、燈光和色彩的呈現，更具備許多美感原則，如均衡、對稱、和諧、韻律、反覆、對比、漸層、比例、強調、單純、統一等 (圖 3-5)。

圖 3-5 請分享對右圖燈具的美感原則感受有哪些？

19

◎圖 3-5

- 丹麥設計師 Holger Strøm 於 1972 年出品的經典名燈 IQ light，以單一造形的塑膠片組件拼組而成的立體燈罩，從 9 片到 120 片，可組構出多變的幾何多面體，挑戰腦力，也滿足使用者 DIY 組裝的樂趣。考量組裝或拆卸時彎曲弧度的張力，材質使用耐用的合成塑膠薄片，透光性朦朧，溫暖雅致。

◎自主學習

- 英國倫敦設計工作室 Phil Cuttance 推出的「Facеture」手作幾何系列燈具，每一個作品皆是由設計師親手製作。以一片略具厚度的塑膠霧面賽璐璐片精密量製切割出連續等腰三角形，再以凹折手法做出造型成為模具，淋入樹脂顏料待乾成形，每一個完成的作品皆獨一無二，充滿數學幾何形態的精確魅力，卻有著手作隨興凹折雕塑的美感。「Facеture」幾何系列最早以花瓶設計呈現。請上網搜尋並播放「Facеture」幾何系列花瓶製作過程影片。



靈光乍現．燈具設計

五、機能取向：深入觀察、體驗日常所需，以符合人性化需求的機能取向為設計考量重點，或結合多功能的設計思考。

六、質變創意：改變物象原有之色彩、材質、造形或功能等慣性思考，顛覆既有功能或經驗質變，轉化成另一種全新或意外的形態（圖 3-6 ～ 7）。

自主學習 請上網搜尋

- 「角落燈」(Corner Lamp) 方便置於牆角，是一盞照亮角落又節省空間的燈具設計。
- 由邱彥凱、葉柏彥設計的「ladroo 火柴蠟燭」，利用火柴棒摩擦原理與蠟燭功能需求二合一，蠟燭一擦即可點燃，可廣泛應用在生日派對、祭祖活動、緊急救助的照明設備。

看了以上兩個設計案例，用心思考我們生活周遭，在使用機能上是不是還有更好的燈光設計點子可以提出來呢？

圖 3-6 馬騰．巴斯 (Maarten Baas) 為荷蘭前衛設計品牌 Moooi 所設計的煙燻燭光吊燈 (smoke chandelier)，將燈架實木手工燻燒後以環氧樹脂定型，再栓上燭光型式的燈泡。古典造型加上炭燒材質，極具衝擊感，並兼具實用和創意實驗。請以關鍵字「Moooi Smoke」搜尋煙燻椅子的廣告影片，可看到炭燒的製作過程。

圖 3-7 芬蘭設計師 Harri Koskinen(1970-) 大學時設計的「冰塊燈」以玻璃工藝模擬冰塊磚的質感，結合溫暖的燈泡。說說看你對這盞燈的感覺與看法。

20

◎自主學習

- 來自北歐斯德哥爾摩的設計公司 -Design House Stockholm 所設計，「角落燈」(Corner Lamp) 方便置於牆角，是一盞照亮角落又節省空間的燈具設計。
- 由國立臺灣科技大學學生邱彥凱、葉柏彥設計，獲得 2012 年晟銘 (音成名) 盃應用設計大賽 Gold Award 金賞獎的「ladroo 火柴蠟燭」雖不是燈具，卻是火柴棒摩擦原理與蠟燭功能需求二合一的異類結合，不需要打火機，像火柴一樣一擦即可點著，用的是安全火柴的火柴頭，主要氯酸鉀成分使它必須在特定表面才劃得著，而這種特定表面的主要成分又是紅磷、硫化銻，所以即使放在包包裏也不容易輕易點燃，不用擔心意外發生。商品目標族群為一次性的蠟燭使用者，可廣泛應用在生日派對、祭祖活動、緊急救助的照明設備，設計師目前持續研究如何擴大商品的使用範圍。(參考網站：http://wwwid.ntut.edu.tw/files/14-1056-33291,r162-1.php?Lang=zh-tw)

■ 建議事項

本文中介紹之燈具設計，許多知名作品可於 YouTube 影音平台上搜尋到組裝、使用或廣告介紹特色的動態影像，教師可選擇下載播放，搭配圖片說明，有利於學生深入理解各式燈具的機能與特色。

◎ 圖 3-6

煙燻蠟燭吊燈 (smoke chandelier) －荷蘭前衛設計品牌 Moooi 所生產的經典 Smoke Series 煙燻系列，包含椅子、燈具，由馬騰・巴斯 (Maarten Baas) 於 2005 年所設計，完全顛覆傳統家具的概念，反而把家具給燒看看！充滿實驗精神的設計師將實木燻燒後以環氧樹脂定型，將炭燒後脆弱的木質重新塑形為堅固的框架，吊燈栓上燭光型式的燈泡，而沙發泡綿軟墊覆以天然牛皮革，皆加以防火處理。如此層層繁複的手工碳燒製作過程，更突顯每件作品獨一無二的紋理線條與煙燻痕跡。除了具古典風的造型美感，大膽且極具實驗性、衝擊性的炭燒質感，也帶給人古典而頹靡的黑色魔幻感，兼具實用和藝術觀賞的價值。請上網搜尋 Smoke Chair 廣告影片，可看出煙燻製作過程。

◎ 圖 3-7

北歐當代設計經典代表作品之一的冰塊燈，設計師 Harri Koskinen 以玻璃工藝模擬冰塊磚的質感，結合燈泡的溫暖，呈現「冰與熱」、「冷與暖」對比與矛盾的趣味，將極端異質的現象結合，令人意想不到。

■ 教學重點

1. 認識「概念性」、「未來性」設計概念，和其在燈具設計上的運用案例。
2. 認識「腦力激盪法」，分組創意練習。
3. 各組完成「《靈光乍現．燈具設計》創意思考學習單」。

◎ 圖 3-8

臺灣和碩設計公司所研發的「吸色燈」(ColorUp)是一盞互動性十足的燈具，以矽膠為材質，運用感測器與色彩轉換技術，將燈座底部輕觸周邊物件後，再輕輕擠壓充滿彈性與韌度的矽膠燈罩，即可吸取物件的顏色，共可呈現上百種顏色燈光，令人驚奇的互動體驗，不僅提供照明功能，也讓使用者提升對情境的感受。

■ 建議事項

1. 分組活動進行，建議每組至多為五人，組員功效較易顯見，不造成組員人資浪費，無事可做。
2. 確認學生了解「腦力激盪法」進行方式，活動進行中提醒同學遵守四大原則：擴展點子數量、禁止批評、提倡獨特想法、綜合並改善設想。
3. 學生以小組腦力激盪法合作學習發展出來的各



靈光乍現．燈具設計

七、概念性、未來性設計：運用對未來生活的期望與想像力，結合數位感應、發光方式等，展開對燈具的無限想像（圖 3-8）。

圖 3-8 臺灣和碩設計公司研發的「吸色燈」(ColorUp) 運用感測器與色彩轉換技術，將燈座底部輕觸周邊物件後，再輕輕擠壓充滿彈性的矽膠材質燈罩，即可吸取物件的顏色，共可呈現上百種顏色燈光。請搜尋 ColorUp 變色動態影片。

「靈光乍現．燈具設計」分組腦力激盪創意練習

全班同學分成數組，每組約四～五人，在十分鐘內快速運用「腦力激盪法」(Brainstorming)，練習在便利貼上簡繪或以文字提要書寫方式，進行分組創意思考練習，每組最終須構想出至少十二個以上關於燈的點子，越多越好（圖 3-9）。

經過腦力激盪練習，相信同學有更多的想法在腦海成形，請利用本周課餘時間繼續擴散思考，完成右頁個人的「《靈光乍現．燈具設計》創意思考」學習單。

設計便利貼

腦力激盪法
(Brainstorming)

訂定討論主題後，小組成員圍成一桌，任何與主題相關的想法皆可提出，由記錄人記錄下來。無論提出的意見或想法有多麼荒謬或不可行，他人皆不能批評或否定。活動期間遵守以下原則：1. 緊扣主題，自由聯想，擴展想法及點子數量。2. 禁止任何評價。3. 鼓勵獨特想法。4. 分類歸納、綜合整理，並進一步改善初步構想。

圖 3-9 各組分配的便利貼顏色不同以利區隔組別。繪畫或書寫的工具不限，以鉛筆盒裡容易取得或習慣使用的筆類皆可，若依設計需求，加上色鉛筆簡易示色亦可。

21

學習活動一 （20 分鐘）

《靈光乍現．燈具設計》分組腦力激盪

一、準備活動

◎ 教師

1. 教師於課程前放大「《靈光乍現．燈具設計》創意思考學習單」並影印足夠份量，提供學生分組活動使用。
2. 準備便利貼紙張，尺寸勿小於坊間常見的 75×75mm，各組分配的便利貼顏色不同以利區隔組別，意即同組十二張以上同色便利貼，不同組則不同色。
3. 四開瓦楞紙板，每組一張。

◎ 學生

1. 鉛筆、色鉛筆。
2. 課前分組，每組約四～五人。

二、展開活動

（一）全班同學分成數組，每組四至五人，在十分鐘內快速運用「腦力激盪法」，練習在便利貼上簡繪或以文字提要書寫方式，進行分組創意思考練習，每組最終須構想出至少十二個以上關於燈的點子，越多越好。

※ 老師可提醒學生此活動中的組員名單，將延續至後面所有單元子題活動繼續合作。

（二）「腦力激盪法」進行方式：訂定討論主題後，小組成員圍成一桌，任何與主題相關的想法皆可提出，由記錄人記錄下來。無論提出的意見或想法有多麼荒謬或不可行，他人皆不能批評或否定。活動期間遵守以下原則：

1. 緊扣主題，自由聯想，擴展想法及點子數量。
2. 禁止任何評價。
3. 鼓勵獨特想法。
4. 分類歸納、綜合整理，並進一步改善初步構想。


Design Thinking
《靈光乍現 · 燈具設計》
創意思考
關於「燈」的各種聯想！
燈具設計思考時，可從以下角度切入：使用對象、使用地點、媒材、技術、環保、美感，如比例、造形、色彩、空間、材質等考量。表格可影印放大使用。
關於「燈」的異質聯想！
練習將三種看似不相關的思維連結產生創意
設計說明：
22

式燈具點子便利貼，若點子多，學生發表意願高，可鼓勵同學個人繼續擴散思考，利用課餘時間完成自己的《靈光乍現．燈具設計》創作學習單。

4. 《靈光乍現．燈具設計》創作學習單第一部分「關於燈的各種聯想」，鼓勵學生天馬行空思考，不完全受限於功能考量。
5. 創作學習單第二部分「關於燈的異質聯想」，鼓勵學生練習將三種看似不相關的思維連結產生創意，例如書櫃＋植物＋燈，背包＋燈＋魚缸……等組合成一件燈具設計品，訓練學生的聯想力與創造力。

■ 評量建議

1. 課堂學習投入態度－教師觀察記錄。
2. 學習反應及專注情形，是否參與討論並聆聽他人發言－教師觀察記錄。
3. 分組活動參與情形－同儕互動反應及教師觀察記錄。
4. 口頭報告－同儕互評與教師評量。
5. 紙本學習單－學生互評，教師評量。
6. 學生反思記錄與自評。

（三）為方便學生繪圖或書寫，準備的便利貼紙張尺寸勿小於坊間常見的 75×75mm，各組分配的便利貼顏色不同以利區隔組別，意即同組十二張同色，不同組則不同色，點子越多的組別隨時補充便利貼紙張。

（四）繪畫或書寫的工具不限，以學生鉛筆盒裡容易取得或習慣使用的筆類皆可，若依設計需求，加上色鉛筆簡易示色亦可。

（五）教師同時發給每組一塊四開塑膠瓦楞紙板，每組將便條紙發想的各式創意黏貼於板上，組員共同篩選出最佳的十二張關於燈具點子的便利貼，以螢光筆或色鉛筆做記號，方便發表。

（六）教師提醒同學在做燈具設計思考時，可融入以下通則：使用對象、使用地點、媒材、技術、環保、美感、造形、色彩、空間、氛圍等考量。

（七）分享與回饋：教師快速利用數位相機現場將每一組貼滿便利貼的四開塑膠瓦楞紙板拍照，以單槍投影機投射至大螢幕上，由各組同學發表與分享關於燈具的創意想法。歡迎台下同學提出討論與建議，教師適時講評與肯定。

（八）個人回家作業：下課前發下「《靈光乍現·燈具設計》創意腦力激盪學習單」（請印 A3 大小，方便學生繪畫表現），每位同學一張，請同學經過分組活動討論與分享，回家更深入且擴散的延伸燈具創意設計，利用本周課餘時間完成學習單，下次上課前繳交，教師批閱過後，公布張貼於上課教室之作品公佈欄，提供同儕課餘時間觀摩、互評與討論。

第四單元 幾何型態創意無窮

■ 學習目標

1. 認識造形與組合、邏輯的關係。
2. 認識正多面體的種類及其組成。
3. 了解黃金分割的定義與應用。
4. 能將正多面體應用於燈飾設計，完成設計圖，提出並發表創作想法。

■ 學生先備能力

國中八年級下學期數學科立體幾何。



學習活動一（50 分鐘）

認識正多面體

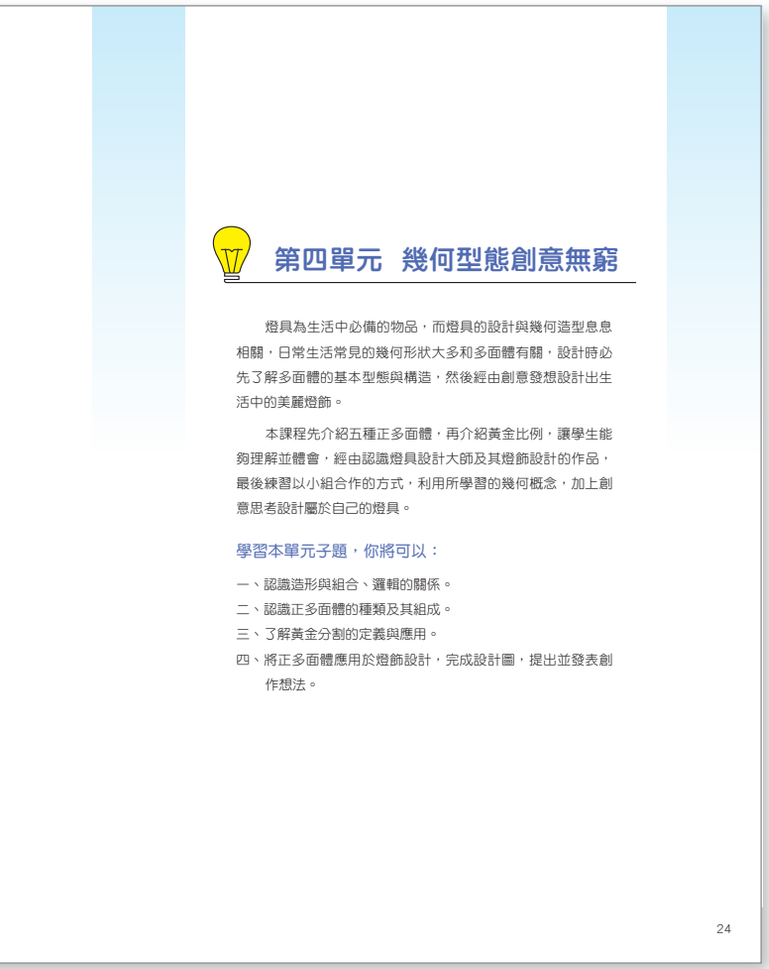
一、準備活動

◎ 教師

1. 準備智慧片三角形 32 片、正方形 12 片及五邊形 12 片。
2. 教師事先收集日常生活中的多面體燈具及相關的教學資源，於上課前準備照片或實物展示給同學們看。
3. 手冊中的第三張學習表單，於課程前放大影印足夠任教班級使用份量。

◎ 學生

1. 正多面體底稿。
2. 厚紙板（較厚者效果較好）。
3. 美工刀。
4. 事先分組，工作分配，選出小組長。
5. 色鉛筆。



第四單元　幾何型態創意無窮

燈具為生活中必備的物品，而燈具的設計與幾何造型息息相關，日常生活常見的幾何形狀大多和多面體有關，設計時必先了解多面體的基本型態與構造，然後經由創意發想設計出生活中的美麗燈飾。

本課程先介紹五種正多面體，再介紹黃金比例，讓學生能夠理解並體會，經由認識燈具設計大師及其燈飾設計的作品，最後練習以小組合作的方式，利用所學習的幾何概念，加上創意思考設計屬於自己的燈具。

學習本單元子題，你將可以：

一、認識造形與組合、邏輯的關係。
二、認識正多面體的種類及其組成。
三、了解黃金分割的定義與應用。
四、將正多面體應用於燈飾設計，完成設計圖，提出並發表創作想法。

24

二、導入活動（5 分鐘）

（一）引起動機：從日常生活中的燈具開始介紹，老師事先準備各式各樣燈具圖片或是以 PPT 介紹給同學許多有關正多面體的燈具。

（二）將同學們分組：5 ～ 6 人一組。

教學策略

1. 先以日常生活中常見的燈具展示給同學看，並引入五種正多面體讓同學們認識。
2. 將學生事先分為六組，在合作的教學氣氛中進行師生間多向互動的教學活動。
3. 分組競賽可以提升學生的學習興趣。
4. 學生上台練習發表，提供自己的想法，也接受同學的提問。

建議事項

1. 若沒有智慧片，想要利用多面體展開圖，盡量採用厚紙板，結構較不易變形。
2. 強調學生動手實作的能力。

教學資源

1. 智慧片。
2. 多面體展開圖。
3. Poly 軟體。

■ 教學重點

考量各多面體的幾何結構，建議同學先操作正四面體、正六面體及正八面體，熟悉之後再組合正十二面體與正二十面體，這兩種多面體，學生較不熟悉，需要多花時間調整成型，較不容易組合，老師可以放置成品於講桌前，供同學們參考。

■ 建議事項

若學校沒有購買智慧片，同學可以利用手冊後面的附錄二～六，直接剪下來操作，或是影印放大。若想要利用多面體展開圖做成正多面體，宜盡量採用厚紙板，結構較不易變形。

■ 教學資源

1. 智慧片
2. 多面體展開圖

◎ 圖 4-1 正多面體透視圖

利用透視的方式所繪製富有立體感的圖形，可以看清楚五種多面體的結構形狀。

◎ 圖 4-2 各式各樣的多面體燈飾

除了注意幾何結構也要提醒學生注意思考使用燈具結構的材料，例如圖中的正立方體燈具是由黃銅打造其框架；北歐工業風燈具則是由金屬材質拼接而成的，讓燈體成正十二面體幾何圖樣。荷蘭設計師米秀．科恩尼森 (Michiel Cornelissen，1965-) 設計的正二十面體燈具，他只利用五角形的小構件，再插入喜歡的色鉛筆即可 DIY 完成。

除了五種多面體之外，老師也可以補充利用正五邊形與正六邊形拼成巴克球的形狀燈具。

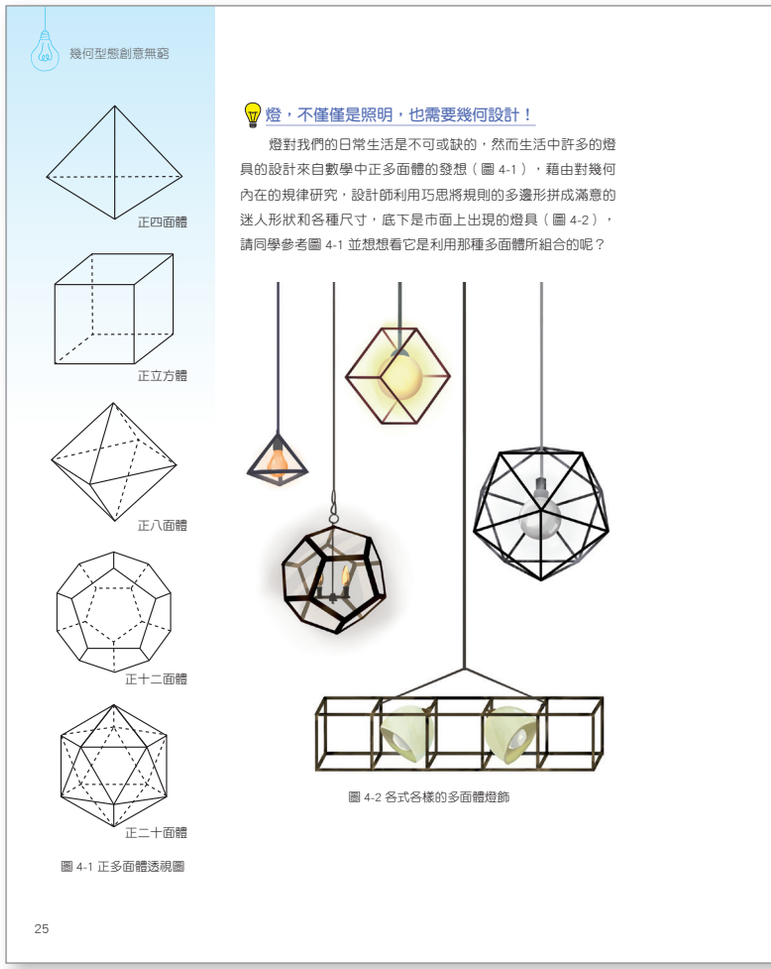


圖 4-1 正多面體透視圖

圖 4-2 各式各樣的多面體燈飾

三、展開活動（20 分鐘）

（一）除了課本上的圖片，老師也可事先準備各式各樣燈具圖片或是以 PPT 介紹給同學許多正多面體的燈具。

（二）分組活動 1 採分小組進行，讓學生實際拚出五種正多面體，感受如何組合出正多面體，教師須巡視各組，視情況予以協助。

（三）如果學校沒有智慧片，同學可以利用厚紙板，配合正多面體展開圖的底稿，實際做出正多面體，每個人做出一種即可。

（四）同學可以先猜猜看有幾種正多面體？再由老師引導計算出來只有五種可能。

前一頁我們看了很多的燈具，是不是令你大開眼界呢？但他們是怎麼設計出來的呢？例如：荷蘭設計師米秀．科恩尼森 (Michiel Cornelissen，1965-) 簡單設計了一個五角形的構件，再將自己喜歡的色鉛筆插入其中，最後形成一個二十面體的燈具。

但什麼是正多面體呢？我們先複習正多邊形，正 n 邊形是由一些線段圍出各邊相等、內角也相等的平面圖形，在平面上有正三角形、正方形、正五邊形……等等，這類圖形有無窮多個。將正多邊形對應到三度空間的物體便是正多面體，何謂正多面體？即各面均由全等的正多邊形構成、在頂點處所接的面數都一樣多的凸多面立體。可能有人會認為這種多面體的形狀也會有無限多個，但實際上，正多面體僅僅只有五種：正四面體、正立方體、正八面體、正十二面體和正二十面體，他們的形狀是完美的典型，也稱此五種正多面體為柏拉圖多面體（圖 4-3）。

為什麼只有這五種呢？其實只要利用 n 邊形的內角和公式，就可以簡單證明出上面的結論。同學先把目光集中到一個頂點處做觀察，如果正多面體的一個頂點處匯聚了 m 個正 n 邊形，由於正 n 邊形的一個內角為 $\frac{n-2}{n}\cdot 180°$，而該頂點處的周角為 $m\cdot\frac{n-2}{n}\cdot 180°<360°$，因為這個頂點處是凸起來的，由此可以知道 $(m-2)(n-2)<4$，這樣正整數數對 (m,n) 以及正多面體的情況就只能有以下五種：

$(m,n)=(3,3)$ →正四面體
$(m,n)=(3,4)$ →正六面體
$(m,n)=(4,3)$ →正八面體
$(m,n)=(3,5)$ →正十二面體
$(m,n)=(5,3)$ →正二十面體

為了讓同學們實際拼出正多面體，我們進行以下的分組活動，請各小組利用智慧片來拼拼看。

知識加油站

正多面體共有五個，由古希臘人發現且證明只有五個，並以柏拉圖為名，所以柏拉圖多面體其實就是正多面體的別稱。利用著名的歐拉公式 $V-E+F=2$ 可以證明，同學們不妨試試看！

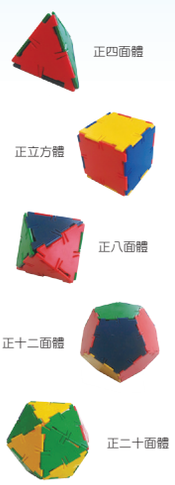


圖 4-3 智慧片拼出的多面體

教學重點

考量各多面體的幾何結構，建議同學先操作正四面體、正六面體及正八面體，熟悉之後再組合正十二面體與正二十面體，這兩個多面體，學生較不熟悉，需要多花時間調整成型，較不容易組合。

◎ 圖 4-3

由智慧片拼出的五種正多面體。

建議事項

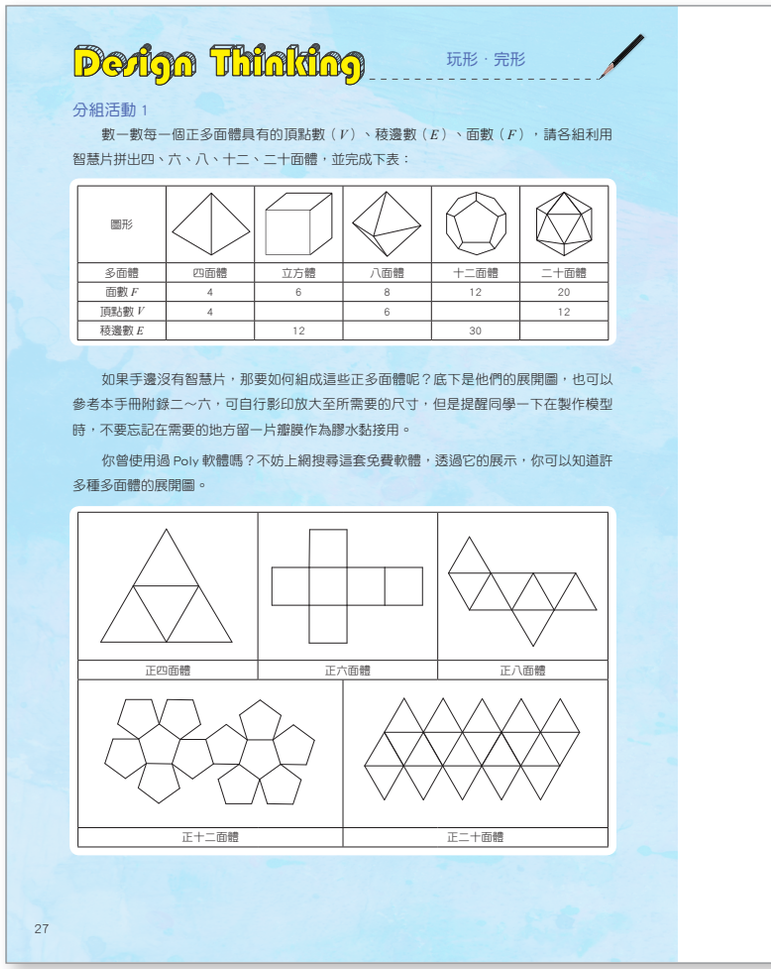
若沒有智慧片，想要利用多面體展開圖，盡量採用厚紙板，結構較不易變形。

教學資源

1. 智慧片。
2. 多面體展開圖。

教學重點

1. 利用正多面體的平面展開圖時，須注意在展開圖上預留邊作為黏貼的空間。
2. 進行分組活動 2 時，除了各組須在課本上畫上草圖外，上台做分享時，可以拿剛才活動 1 做出來的正多面體配合講解給其他組同學。
3. 雖然已有活動 1 速作的模型，但是教師需提醒同學，我們需完成的作品是燈具，因此需留下可以透光處，以及設計放置燈泡處。



Design Thinking　玩形．完形

分組活動 1

數一數每一個正多面體具有的頂點數（V）、稜邊數（E）、面數（F），請各組利用智慧片拼出四、六、八、十二、二十面體，並完成下表：

圖形					
多面體	四面體	立方體	八面體	十二面體	二十面體
面數 F	4	6	8	12	20
頂點數 V	4		6		12
稜邊數 E		12		30	

如果手邊沒有智慧片，那要如何組成這些正多面體呢？底下是他們的展開圖，也可以參考本手冊附錄二～六，可自行影印放大至所需要的尺寸，但是提醒同學一下在製作模型時，不要忘記在需要的地方留一片膠膜作為膠水黏接用。

你曾使用過 Poly 軟體嗎？不妨上網搜尋這套免費軟體，透過它的展示，你可以知道許多種多面體的展開圖。

正四面體　正六面體　正八面體

正十二面體　正二十面體

27

（五）做完後讓學生觀察多面體的性質，並完成表格：

圖形					
多面體	四面體	立方體	八面體	十二面體	二十面體
面數 F	4	6	8	12	20
頂點數 V	4	8	6	20	12
稜邊數 E	6	12	12	30	30

（六）同學在數正多面體的頂點數，稜邊數及面數時，可能會不好數，建議同學可以在正多面體的中間綁上一條橡皮筋作為對稱，這樣無論是點線面就會比較好數，不易重複。



底下是市面上販售的燈具，請同學參考並發揮創意將正多面體加以改良。

圖 4-4 正二十面體桌燈　　圖 4-5 IQ Ball

分組活動 2

請各小組選出一種或多種正多面體做有關燈具的創意設計，可嘗試不同花樣與風格。

主題：_____

特色說明：_____

_____

設計草圖：

28

■ 建議事項

同學在數正多面體的頂點數，稜邊數及面數時，可能會不好數，建議同學可以在正多面體的中間綁上一條橡皮筋作為對稱，這樣無論是點線面就會比較好數，不易重複。

■ 教學資源

Poly 軟體。

◎ 圖 4-4 正二十面體桌燈

款式雖然簡單，但是造型自然美麗。

◎ 圖 4-5 IQ Ball

利用 DIY 方式組裝各式各樣的正多面體燈具，因為不同的造型，讓光可以透出，產生許多不同的花樣與造型。

教學重點

1. 學生能結合正多面體與黃金分割比例的概念，實際應用於燈具的設計中，並且說出燈具的主題與設計的特色為何？
2. 由於黃金矩形是一個在美學上非常協調的圖形，一個黃金矩形可以不斷地被分為一個正方形及一個較小的黃金矩形。因此如圖 4-7 的燈具設計中便隱藏了兩個近似於黃金矩形由燈泡上方開始分別利用相鄰兩項的費氏數列當成正方形的長由內向向外擴張畫出七個正方形，可請學生找找看有 1X2、2X3、3X5、5X8、8X13 五個矩形，燈具的曲度會切過矩形的邊緣。

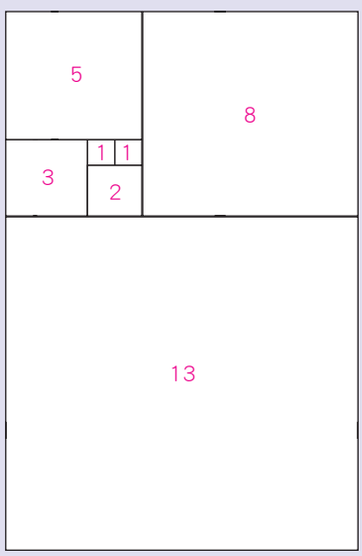


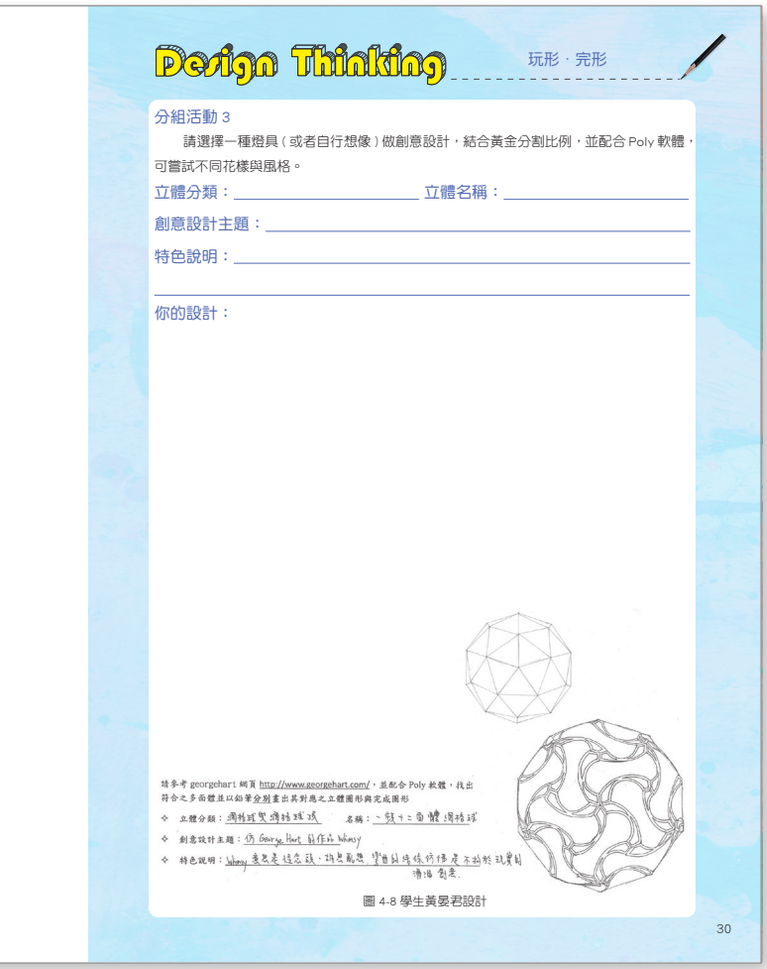


圖 4-7 符合黃金比例的燈具

（七）由老師講述黃金比例的概念和簡介公式的運算，並藉由分割矩形來加深對黃金比例的印象。此外，也可以列舉了鸚鵡螺為符合此比例的例子。在了解完比例式之後，老師可將黃金比例運用在人體的身材標準上，把肚臍至腳底視為長邊，而頭頂至肚臍為短邊，且以實際身高為例代入公式運算。

（八）回家作業：

請學生回去後觀察、測量生活中的事物，尋找符合黃金比例的事物。


Design Thinking 玩形．完形

分組活動 3

請選擇一種燈具（或者自行想像）做創意設計，結合黃金分割比例，並配合 Poly 軟體，可嘗試不同花樣與風格。

立體分類：＿＿＿＿＿＿＿＿ 立體名稱：＿＿＿＿＿＿＿＿

創意設計主題：＿＿＿＿＿＿＿＿

特色說明：＿＿＿＿＿＿＿＿

你的設計：

圖 4-8 學生黃晏君設計

30

■ 建議事項

1. 同學需先下載 poly 軟體。
2. 手冊中提供一位同學的作品供同學們參考。
3. 鼓勵同學多創作，把想法大膽畫出來與其他人分享。

■ 教學資源

1. Poly 軟體。
2. 亦可參考 GeorgeHart 教授網頁 http://www.georgehart.com/ 裡面有非常多的立體模型可以參考。

四、綜合活動

（一）針對第 2 單元的主題，老師於開頭的準備活動便可以帶各式各樣藝術品的圖片來引起學習動機。之後的發展活動，再以生活周遭的實例來計算黃金比例。最後的綜合活動中，老師們回到了課本所介紹的燈具上，再次分析說明了黃金比例概念，接著也請學生列舉身邊類似黃金比例的物品。也希望能以一些能引起共鳴的例子來讓學生知道黃金比例的概念其實到處可見，並能實際運用在燈具的設計裡。

■ 評量建議

1. 課堂學習投入情形與學習態度 – 教師觀察記錄。
2. 學習反應與專注情形，是否參與討論並聆聽他人發言 – 教師觀察記錄。
3. 動手操作並與他人 – 起合作完成多面體 – 教師觀察記錄。
4. 口頭報告 – 同儕互評與教師評量。
5. 分組討論學習單 – 同儕互評與教師評量。
6. 回家作業學習單 – 教師評量。

■ 評量重點

1. 是否結合課堂上所學將多面體與黃金比例融入其設計作品中？
2. 教師改完全班回家作業後，可以安排優良作品上台與同學分享創作理念與想法，提供其他同學有不同想法。
3. 批改作品時盡量給予正面優點，給予同學鼓勵。

第五單元 材料大觀園

■ 學習目標

1. 能完成設計圖，提出並發表創作想法。
2. 能認識不同工業材料的特性及加工方法，並隨手製作概念原型。
3. 能主動發表與分享研究成果，並建置學習歷程檔案。
4. 能欣賞並理解同儕與自己的作品特色， 並給予肯定、建議與改進意見。

■ 學生先備能力

1. 具備基礎光學、電學、幾何學知能。
2. 能運用發散與收斂的創意思考法。
3. 簡筆繪圖、文字書寫、口語表達能力。
4. 與人分享、對等溝通的團隊合作精神。

■ 教學策略

1. 實物搭配簡報講述、賞析、問答法。
2. 分組討論、資料搜集分析、企劃書撰寫。
3. 分組實作與合作學習。
4. 成果發表與回饋互評。
5. 學習歷程建檔。



學習活動一（35 分鐘）

當靈感迸發時 – 概念草圖的繪製

一、準備活動

◎ 教師

1. Alessi 出品法蘭克．蓋瑞設計之「皮托海洋生態造型壺」、史塔克設計之「檸檬榨汁器」或不同材質製成的燈具成品數個。
2. 教學簡報 PPT。
3. 可直接圖繪上色的速繪拼盤畫學習單。
4. 小組實作工具箱或實作工具推車，內可含：鉛筆、油性細字簽字筆、速繪鋼筆、色鉛筆、彩色筆或麥克筆等繪圖工具。

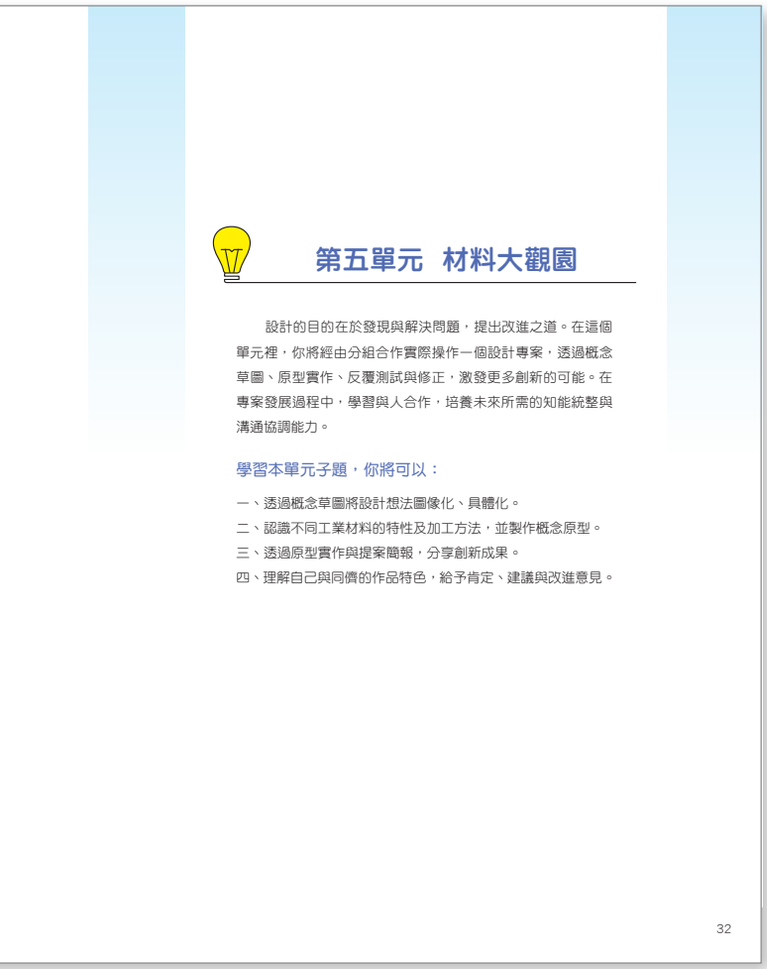
◎ 學生

1. 課本。
2. 學生亦可自備簡易繪圖工具。

二、導入活動

（一）引起動機：實品展示 + 影片放映 + 簡報解說。以加拿大解構主義建築師法蘭克．蓋瑞為義大利品牌 Alessi 設計的「皮托海洋生態造型壺」（Kettle, Pito 90031）為例，說明設計師如何從日常觀察發想，歷經：概念草圖→原型製作→成品開發的設計流程。

（二）搭配 2005 年紀錄片「速寫法蘭克．蓋瑞」(Sketches of Frank Gehry)，了解速寫是蓋瑞設計程序中的發想起源。蓋瑞每個設計案最初都是由親筆速寫開始，然後使用紙板和膠帶拼湊成實體 3D 立體模型，最後才發展成結合多種材料的建築物。 蓋瑞名言：「和完整的解決方案與最後結果呈現相比，我反而偏好速寫的特質、假設試驗性、混亂以及呈現正在進行中的狀態。」



第五單元　材料大觀園

設計的目的在於發現與解決問題，提出改進之道。在這個單元裡，你將經由分組合作實際操作一個設計專案，透過概念草圖、原型實作、反覆測試與修正，激發更多創新的可能。在專案發展過程中，學習與人合作，培養未來所需的知能統整與溝通協調能力。

學習本單元子題，你將可以：

一、透過概念草圖將設計想法圖像化、具體化。
二、認識不同工業材料的特性及加工方法，並製作概念原型。
三、透過原型實作與提案簡報，分享創新成果。
四、理解自己與同儕的作品特色，給予肯定、建議與改進意見。

32

三、展開活動

（一）分別以法國工業設計師史塔克的工業製品設計圖、伊拉克裔英籍建築師扎哈．哈蒂早年建築筆記為例，說明概念草圖在創意發想過程中關鍵的開端角色。

（二）教學簡報可再補充同學熟悉的日本動畫家宮崎駿 (Miyasaki Hayao，1941-) 動畫作品的分鏡腳本、台裔美籍時尚設計師吳季剛的服裝設計圖為例，說明不同領域視覺藝術創作者多隨身攜帶鉛筆和筆記本，以手繪線條隨時捕捉靈感。教師可提醒同學注意鉛筆草圖、後續設計完稿與最後工業成品之間的延續性和修正空間。

教學策略

1. 約 3 ～ 4 人組成一團隊進行燈具專題設計。
2. 學生針對創新燈具進行日常觀察、深入探究與動手實作，培養解決問題的能力。

建議事項

1. 強調動手實作及科技設計的能力。
2. 鼓勵學生透過藝術活動，展現對人文及環境議題的關懷及省思。
3. 最後三堂分組設計專題實作課程，建議每堂實作課至少需兩位科學及藝術教師同時入班指導，以利隨時解決學生在製作上可能遇到的專業領域問題。

教學資源

1. 不同材質製成的燈具成品數個。
2. 簡報設備 PPT。
3. 教室內設置活動式實作工具推車一台或小組工具箱 6 ～ 8 個。

常見的原型製作工具

建議教室內可設置實作工具箱，以供學生隨時分組進行實作課程。參考國內外自造者空間常用的原型製作材料與工具，茲歸納如下：

1. 原始材料：紙材、木板、珍珠板等板材，和鋁線、鐵絲、麻繩等線材。
2. 尺規工具：15 及 30 公分鐵尺各一、捲尺、圓規、量角器、切割墊等。
3. 塑形工具：剪刀、美工刀、線鋸、老虎鉗、釘書機、熱熔槍、簡易雕塑工具、電鑽、鐵鎚、螺絲釘、棉手套。
4. 接合材料：白膠、保麗龍膠、瞬間膠、透明膠帶、雙面膠帶、泡綿膠帶、導電膠帶等。
5. 上色工具：油性簽字筆、色鉛筆、彩色筆、水彩或壓克力顏料、水彩筆粗細皆具、噴漆等。

教學重點

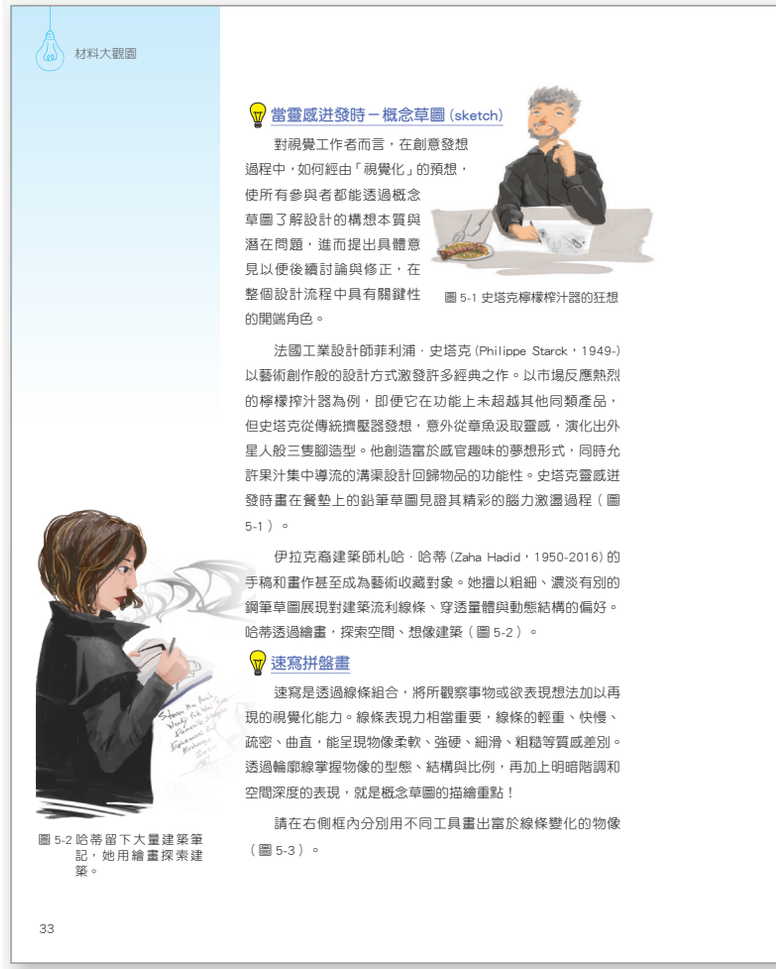
1. 能感受不同速寫用筆的線條特性。
2. 能掌握物象型態、空間與質感的描繪技巧。

◎ 圖 5-1 史塔克檸檬榨汁器的狂想

傳聞檸檬榨汁機是菲利浦．史塔克在義大利餐廳享用烏賊沙拉時靈光乍現的想法，他當場在餐墊上以鉛筆描繪一連串造型聯想與功能考量下不斷修正的原初創意。

◎ 圖 5-2 哈蒂留下大量建築筆記，她用繪畫探索建築

札哈．哈蒂以墨水深淺、筆觸粗細勾勒出一組組線條組合，展現其建築特有之輕盈和穿越特性（請以關鍵字搜尋：2016 年英國蛇形藝廊哈蒂早期建築圖繪展）。



材料大觀園

當靈感迸發時－概念草圖 (sketch)

對視覺工作者而言，在創意發想過程中，如何經由「視覺化」的預想，使所有參與者都能透過概念草圖了解設計的構想本質與潛在問題，進而提出具體意見以便後續討論與修正，在整個設計流程中具有關鍵性的開端角色。

圖 5-1 史塔克檸檬榨汁器的狂想

法國工業設計師菲利浦．史塔克 (Philippe Starck，1949-) 以藝術創作般的設計方式激發許多經典之作。以市場反應熱烈的檸檬榨汁器為例，即便它在功能上未超越其他同類產品，但史塔克從傳統擠壓器發想，意外從章魚汲取靈感，演化出外星人般三隻腳造型。他創造富於感官趣味的夢想形式，同時允許果汁集中導流的溝渠設計回歸物品的功能性。史塔克靈感迸發時畫在餐墊上的鉛筆草圖見證其精彩的腦力激盪過程（圖 5-1）。

伊拉克裔建築師札哈．哈蒂 (Zaha Hadid，1950-2016) 的手稿和畫作甚至成為藝術收藏對象。她擅以粗細、濃淡有別的鋼筆草圖展現對建築流利線條、穿透量體與動態結構的偏好。哈蒂透過繪畫，探索空間、想像建築（圖 5-2）。

速寫拼盤畫

速寫是透過線條組合，將所觀察事物或欲表現想法加以再現的視覺化能力。線條表現力相當重要，線條的輕重、快慢、疏密、曲直，能呈現物像柔軟、強硬、細滑、粗糙等質感差別。透過輪廓線掌握物像的型態、結構與比例，再加上明暗階調和空間深度的表現，就是概念草圖的描繪重點！

請在右側框內分別用不同工具畫出富於線條變化的物像（圖 5-3）。

圖 5-2 哈蒂留下大量建築筆記，她用繪畫探索建築。

33

（三）請學生仔細觀察史塔克與扎哈．哈蒂的設計草圖在線條、造型、空間結構的視覺表現上有何差異？並請學生猜測他們分別是用什麼工具進行圖繪。

（四）以實物搭配教師示範，說明概念草圖常用描繪工具的線條表現特性：鉛筆、原子筆、簽字筆、鋼筆、扁筆、麥克筆、水性彩色筆、色鉛筆等。亦可提供同學相關品牌、價位與取得方式之實用資訊參考。

（五）說明設計素描與一般素描之差異。

（六）強調設計素描的描繪重點有二：

1. 物像型態、空間與質感的基本掌握力。
2. 跳脫物象的既定印象，透過自由聯想與組合構成，衍生出具強烈意象的視覺表現力。

（七）強調設計圖的表現技法，可依不同階段需求與思考方法之不同而發展出草圖、粗稿、正稿三階段，可搭配不同繪圖工具呈現出快速單色、重點上色、精緻上色等不同視覺效果。



材料大觀園

圖 5-4 構想草圖：以鉛筆或簽字筆進行快速、簡潔的單色表現。

圖 5-5 發展粗稿：搭配色鉛筆、麥克筆進行色彩計畫的重點表現。

圖 5-6 表現正稿：運用廣告顏料、電腦繪圖等複合媒材做出細緻的完稿表現。

圖 5-3 從正上方依序為鉛筆、色鉛筆、麥克筆、速繪鋼筆、簽字筆、原子筆的速寫工具。

概念草圖表現重點

設計素描會依不同階段與思考方法而有不同的表現形式（圖 5-4 ～ 6）。一個好的概念草圖應具備以下要素：

1. 物象型態明晰：能清楚掌握物像在造型、比例、結構、空間與質感上的視覺特色。
2. 視覺意象鮮明：能透過自由聯想與組合構成，衍生出具強烈意象的視覺表現力。
3. 設計理念完整：能以簡要文字說明設計理念，闡述主題與型態、色彩、材質表現的關係。

34

四、綜合活動

（一）教師發給每人一張可直接圖繪上色的速繪拼盤畫學習單。

（二）請同學分別用鉛筆、原子筆、簽字筆、速繪鋼筆、麥克筆、色鉛筆，以靜物、人物或動植物等任何一物為題，畫出富於多種線條變化的單一物像。

（三）提醒學生在描繪過程中感受並表達不同工具在表現線條的輕重、快慢、疏密、曲直上的差別，並搭配點、線、面的組成，以及平行畫法、交叉畫法等突顯物體的明暗階調和空間立體感。

■ 建議事項

1. 透過示範教學，提醒同學注意不同設計草圖之線條特性。
2. 鼓勵同學多嘗試各種速寫工具。

■ 教學資源

1. 簡報設備 PPT。
2. 速繪拼盤畫學習單。
3. 各種速寫畫筆及工具實物。

◎ 圖 5-3 從正上方依序為鉛筆、色鉛筆、麥克筆、速繪鋼筆、簽字筆、原子筆的速寫工具。

1. 鉛筆：石墨鉛筆有 B、HB、H 等由軟到硬、由深到淺不同的筆芯可供選擇。
2. 色鉛筆：色彩豐富，可表現輕盈顆粒質感，水溶性色鉛筆亦可展現水彩清麗、透明特性。
3. 麥克筆：種類繁多，筆頭粗細、硬軟皆具，可疊色。
4. 速繪鋼筆：筆尖與紙面磨擦能產生細膩敏銳線條，墨水亦可有深淺和不同顏色之別。
5. 簽字筆：筆尖硬挺，線條單一均勻。
6. 原子筆：筆尖光滑圓潤，線條可細柔，亦可厚重。

◎ 圖 5-4 構想草圖

以一般工業設計流程為例，說明設計師最先如何以鉛筆草圖進行創意聯想與探究。

◎ 圖 5-5 發展粗稿

色鉛筆或麥克筆的透明疊色效果，有利於表現工業製品的色彩與質感設定。

◎ 圖 5-6 表現正稿

以 3D 電腦繪圖針對使用情境進行模擬呈現。

教學重點

1. 認識多元的材料特性與加工方法。
2. 體會材料與設計之間的緊密關連。

◎ 圖 5-7 邱啟審 / FlexibleLove/ 2007/ 品展設計

台灣設計師邱啟審以工業用回收紙、牛皮紙和碎木屑等材料加工，並運用專利蜂巢結構設計出好玩、環保又多功能的「可伸縮情人椅」。



材料大觀園

工業設計－材料的感官展演

生活中充斥著各式各樣的物質材料，許多未加工材料本身即帶有特有材質感受，我們用眼就能看出某些物像是堅硬的，還是柔軟的，材料引發的觸覺感受一直是造型設計視覺語言中相當重要的一環。

對產品設計師而言，熟悉多樣化的工業材料至關重要。現代工業製品的造型設計常依靠對材料的運用和加工來表現，其中又以紙、木材、金屬、塑膠、布與繩等最常見。

1. 紙：紙具有表面細緻、平滑的視覺特性，紙雖輕薄卻相當堅韌，自古以來廣泛用於各種造型與模型製作。紙不只以平面形式存在，亦可透過折、切、彎曲、編織等加工技巧產生各種立體造型與豐富質感，是容易取得且面貌多樣的造型材料（圖 5-7）。
2. 木材：木材給人溫厚質樸的感受，相較於石材、金屬更柔軟、輕盈、易於加工。然木材為有機材，易乾裂、翹曲且不精準。木材分實木、密集板、代木三類。實木是直接從樹幹鋸下未經加工的木材，最能展現自然紋理，價格最貴；密集板是木屑加膠合劑以高溫高壓製成，外

圖 5-7 邱啟審 / FlexibleLove / 2007/ 品展設計
台灣設計師邱啟審的「可伸縮情人椅」完全顛覆人們對椅子的認知，它可恣意變型、伸縮，既可一人獨享，最多可坐到 16 人。仔細看看，它是用什麼材料製成？設計師如何兼具椅子的彈性和堅固性？試著從材料與結構來觀察思考。

35

學習活動二（15 分鐘）

工業設計－材料的五感展演

一、準備活動

◎ 教師

1. 材料百寶箱一個。
2. 教學簡報 PPT。
3. 小組實作工具箱 6 ～ 8 個或實作工具推車一台。

二、導入活動

（一）材料百寶箱：

1. 教師準備一紙箱，裡面放入發票、紙飛機、玻璃紙、刷子、湯匙、鋼絲球、瓶蓋、泡綿、滑鼠、塑膠手套、麻繩、絲巾、香水瓶、鍵子、矽膠胸墊、絨毛玩偶、皮製拖鞋、石膏模型等各式物品至少 20 件。
2. 將全班分成 A、B 兩隊，每隊請 3 位學生依序上台戴上眼罩，伸手摸取箱內物品，並選定一物向同學描述其觸感、溫度、濕度、聲音等，讓同組同學猜謎。答對以一分計，遊戲時間以一分鐘為限，最終以各隊成績計算輸贏。無論答對與否，遊戲結束時均需將該物取出以示大眾。



材料大觀園

層再壓合一層美耐皿，可塑性高，防水、防火、耐磨；代木常用於模型製作，非實際產品（圖 5-8）。

3. 金屬：金屬本身種類繁多，加工技術多樣，造型樣式最富變化。金屬材料通常製成線、棒、條、管、板、塊等形狀，模型製作上又以鋁或不鏽鋼製的線、管、板狀最為普遍，多以焊接，或利用穿孔、綁緊或夾住的方式進行連結加工（圖 5-9），

4. 塑膠：塑膠加熱後可塑型，具強度高、韌性佳、易加工且價低廉的特性，以壓克力、ABS（苯乙烯）、PP（聚丙烯）最常見。其中壓克力最昂貴，有板或棒狀，常以無色透明型態出現；ABS 使用較廣，熔點低也較軟；PP 是薄且軟的塑膠片，有亮、霧面之分（圖 5-10）。

5. 布與繩：布與紙雖同為面材，但布具有剪斷性且柔軟易褶，便於製造服裝般的立體造型。

圖 5-8 柳宗理 / 蝴蝶椅 / 1954/ 天童木工出品
日本民藝大師柳宗理（Sori Yanagi，1915-2011）代表作之一，因外型宛如翩翩起舞的蝴蝶命名，實際上連相撲選手都能穩坐。仔細觀察椅子從側身到椅面的紋路接合與整體組構方式有何獨特之處。

圖 5-9 海澤維克 / 陀螺椅 / 2007
英國工業設計師海澤維克 (Thomas Heatherwick，1970-) 的陀螺椅外型看似燈罩，實為任何方向都能讓人舒服坐躺的椅子，實用性與娛樂性十足。設計師最初為何選擇金屬板作為塑形材料？若換成其他材料是否會影響到它的安全性？

圖 5-10 歐傑斯坦與艾倫巴克 / 座檯燈 / 2005/ IKEA
瑞典工業設計師 Carl Öjerstam(1971-) 與 Magnus Elebäck 奉命為 IKEA 設計「世界上最便宜的燈」。仔細觀察燈的造型、材質和結構，設計師如何兼顧燈的價格平民化與品質細緻度？

36

三、展開活動

（一）教師搭配實物與簡報，透過工業設計界的知名範例，說明紙、木材、塑膠、金屬、布等常見工業材料的特性與加工方式。

（二）介紹教室內設置之小組實作工具推車，或小組實作工具箱，依序介紹和示範各種常見材料與接著劑的搭配和加工方式。

■ 教學資源

文中介紹之經典設計作品，教師可在 YouTube 影音平台上搜尋到組裝、使用或廣告介紹特色的動態影像，事先下載播放，搭配圖片說明，以利學生深入理解。

◎ 圖 5-8 柳宗理 / 蝴蝶椅 / 1954

日本民藝大師柳宗理 (Sori Yanagi，1915-2011) 受丹麥設計師伊姆斯夫婦 (Charles and Ray Eames) 壓模合板技術啟發，打造出僅以兩片合板及椅面下三個接點的優美「蝴蝶椅」。

◎ 圖 5-9 海澤維克 / 陀螺椅 / 2007

英國設計師海澤維克 (Thomas Heatherwick，1970-) 作品橫跨建築、設計、雕塑、家具、公共藝術等多領域，亦不斷致力於製程與材料的創新。這款可坐可玩的陀螺椅最初利用製作燈罩和定音鼓時常用的金屬旋壓技術，將鋁板按壓在芯模上同時旋轉成型的工藝品。之後設計師也嘗試與傢俱廠商合作發展出可量產的塑料版本。

◎ 圖 5-10 歐傑斯坦與艾倫巴克 / 座檯燈 / 2005

瑞典工業設計師 Carl Öjerstam(1971-) 與 Magnus Elebäck 為 IKEA 設計出「世界上最便宜的燈」。材料此用上僅以一塊射出成型塑膠降低成本，但設計師仍能以細緻打摺的燈罩外型吸引消費者目光。

教學重點

1. 能針對特定問題或材料深入探究與動手實作，並熟練工具與加工方法。
2. 能根據測試結果，反覆修正原型提案。
3. 能團隊合作進行提案簡報與自我省思。

◎ 圖 5-11

運用馬達、紙杯、彩色筆和膠帶等簡易材料也能製作出繪圖機器人的概念原型。史丹佛設計思考法中所謂的「原型速做」，強調的是隨手利用現有材料快速將腦中概念化為具體可見的實物，以供隨時討論、測試、修正之用。

◎ 圖 5-12 法蘭克如何化無形於有形設計雙魚煮水壺

◎ 圖 5-13 台北自造者工坊 FabLab Taipei 內部空間與數位自造設備配置



材料大觀園

圖 5-11 運用馬達、紙杯、彩色筆和膠帶等簡易材料亦可即時製作出繪圖機器人的原型。

原型 (prototype) 實作－概念的實驗場

設計需將概念繪成草圖，並透過原型實作不斷試驗與修正，以激發更多創新的可能性。原型可以是用現成物拼湊成型的實體作品，也可是展現新服務或新方法的簡單影片。第一個原型可能非常粗糙，但卻是構想迅速發酵的起點，構想是否創新才是重點，工具只是其次。在原型材料的選擇上，考量材料取得價格與方便性、塑形難易度和環保因素，以紙板、代木、塑膠、泡綿和黏土等最常見（圖 5-11）。

圖 5-12 法蘭克如何化無形於有形設計雙魚煮水壺

以加拿大建築暨工業設計師法蘭克．蓋瑞 (Frank O. Gehry，1929-) 的「皮托海洋生態造型壺」(Kettle, Pito 90031) 為例，蓋瑞最初以木材快速形塑雙魚煮水壺的概念原型，經不斷修正，最終才完成不鏽鋼材質為主的成品開發。（圖 5-12）。

知識加油站

3D 列印為工業與建築設計快速成型的關鍵技術之一，它可在短時間內製作精確幾何的功能原型，大幅降低建模成本成為創業者利器。目前各縣市逐步推動區域性數位自造工坊，提供民眾開放、經濟、共享的動手做創意空間（圖 5-13）。

圖 5-13 台北自造者協會 (FabLab Taipei) 內部空間與數位自造設備

37

學習活動三（150 分鐘）

打開萬能的實作工具箱－分組進行燈具設計原型實作（三堂課）

一、準備活動

◎ 教師

1. 小組實作工具箱。
2. 分組設計提案企劃書。
3. 自我檢核表。
4. 同儕互評表。
5. 相機一台。
6. 錄影機一台。
7. 實物投影機一台與電腦投影設備。

◎ 學生

1. 每組自備筆記型電腦一台（或由教師向學校設備組借用資訊推車）。
2. 原型製作所需各種材料。

二、展開活動

（一）以簡易繪圖機器人的原型為例，說明原型可以不用非常精緻完美，卻是最快表達創意、測試創意、修改創意的重要依據。

（二）介紹原型 (prototype) 實作的常用材料。

（三）請同學從工具箱裡選擇適合紙、塑膠、布、金屬、木材等材料的黏著劑與上色塗料。

（四）教師以實物搭配簡報進行加工器具示範與解說。

（五）鼓勵學生利用設計巧思，減少材料使用不當或過量對地球的殘害。

（六）第十至十一堂課，連續兩週分組進行原型實作，並透過材料與結構的探索，持續修改設計概念。



材料大觀園

打開神奇的實作百寶箱

要在教室中孕育「Maker」文化並不難，只要提供便於隨時討論、工作、發表的彈性空間，並準備原型製作所需工具、材料與充足的電力配置即可。教室內可設置實作工作推車或小組工作箱，以便透過原型實作，熟悉各種材料特性與加工方法（圖 5-14）。

1. 活動式工具推車或小組實作箱可含：
   (1) 原始材料：紙材、木板、珍珠板等板材，和鋁線、鐵絲、麻繩等線材。
   (2) 尺規工具：15 及 30 公分鐵尺各一、捲尺、圓規、量角器、切割墊等。
   (3) 塑形工具：剪刀、美工刀、線鋸、老虎鉗、訂書機、熱熔槍、簡易雕塑工具、電鑽、鐵鎚、螺絲釘、棉手套。
   (4) 接合材料：白膠、保麗龍膠、瞬間膠、透明膠帶、雙面膠帶、泡綿膠帶、導電膠帶等。
   (5) 上色工具：油性簽字筆、色鉛筆、彩色筆、水彩或壓克力顏料、水彩筆粗細皆具、噴漆等。
2. 提供可供查資料的電腦或平板數位設備。
3. 巧妙使用活動白板或懸掛螢幕分隔開放空間，以利分組討論與展示活動。
4. 鼓勵廢物再利用，減少材料使用不當或過量對地球的殘害。

圖 5-14 教室內設置實作材料與工具區

燈的原型實作範例

學生為改善寫字時常因光擋住手產生陰影而設計出在筆管內加裝 LED 小燈的「光之筆」(light pen)。專題製作歷程（圖 5-15）：1. 概念草圖→ 2. 企劃書→ 3. 電路實作→ 4. 外觀加工→ 5. 測試修正→ 6. 簡報發表。

圖 5-15 學生專題製作歷程

38

■ 建議事項

1. 設計專題分組活動以每組 3 ～ 4 人為限。
2. 材料認識課程可搭配實際走訪工設材料街區兼原型製作材料採買的校外教學活動進行。
3. 實作課至少需科學及藝術教師各一位同時入班指導，以利隨時解決學生製作實務問題。

■ 教學資源

1. 本單元除了各在專科教室內實施外，亦可引進各縣市區域自造者空間的人力師資與設備，補強校內資源之不足（請以關鍵字搜尋：《自造世代電影預告片》）

◎ 圖 5-14 教室內設置實作材料與工具推車

◎ 圖 5-15 學生專題製作歷程

以學生從日常需求發想的「光之筆」(light pen) 燈具設計實作過程照片為例，說明專題實作課程歷程：1. 概念草圖→ 2. 企劃書→ 3. 電路實作→ 4. 外觀加工→ 5. 測試修正→ 6. 簡報發表的完整設計流程。

三、評量活動

（一）第十二堂課各組進行原型實物展示和企劃案簡報口頭發表，成員可透過或各種方式進行產品簡介與行銷，報告內容須含以下三重點：
1. 設計概念來由。
2. 作品功能或特色。
3. 創作歷程心得分享：加工遇到的困難、不同材料的處理方式、設計概念修正等。

（二）觀眾組可針對設計提案進行提問，並與設計組互動對話。

（三）所有提案發表完畢後進行同儕互評與教師總評。

（四）學習歷程檔案的建置：請同學們廣泛收集專題發展過程中所有的文字、圖像、影片檔案，以展現完整的創作過程、作品成果與自我省思，並提供完整檔案給所有小組成員備存。

■ 評量重點

1. 分組專題設計提案成果發表
   概念草圖、原型實物、企劃提案簡報 PPT 與口頭報告。
2. 學習歷程檔案
   小組企劃書、自我檢核表、同儕互評表的撰寫，以及最後專題製作學習檔案的建置是否完整。
3. 課堂參與度
   教師須隨時觀察學生在分組討論、實作與發表過程中，學生的參與度與投入情形。

書　　名：十二年國民基本教育藝術領域高中階段
《就是那道光！-「燈」的設計思考》教師手冊
發 行 人：郭工賓
計畫主持人：洪詠善、黃祺惠
作　　者：十二年國民基本教育藝術領域教材及教學模組研發編輯小組
編 者 群：國家教育研究院課程及教學研究中心洪詠善副研究員
國家教育研究院課程及教學研究中心黃祺惠助理研究員
臺北市立第一女子高級中學美術科簡伯如教師
臺北市立第一女子高級中學美術科張素卿教師
臺北市立第一女子高級中學健康與護理科徐錦香教師
臺北市立第一女子高級中學數學科鄭凱鐘教師
臺北市立第一女子高級中學物理科陳正源教師
執行編輯：郭榕庭、王斐貞
出版機關：國家教育研究院
地　　址：23703 新北市三峽區三樹路 2 號
出版年月：107 年 11 月
版　　次：初版
電子全文可至國家教育研究院
教育資源 >【協力同行】認識新課綱課綱 > 實施支持資源
> 十二年國教領域課綱素養導向教材教學模組　免費下載
https://www.naer.edu.tw/files/11-1000-1587-1.php?Lang=zh-tw
插　　畫：朱珈儀
美術編輯：伊果文創印刷庇護工場 郭姿君設計師
印 刷 者：尚暐文化事業有限公司
ISBN：978-986-05-7192-9
GPN：1010701824

本院保有所有權，欲利用本書全部或部分內容，需徵求同意或書面授權

圖片資料來源

圖 號	提供 / 拍攝
第一單元封面	簡伯如拍攝
圖 1 - 1	朱珈儀繪製
圖 1 - 2	徐錦香拍攝
圖 1 - 4	朱珈儀繪製
圖 1 - 5	朱珈儀繪製
圖 1 - 7	徐錦香拍攝
圖 1 - 8	徐錦香拍攝、朱珈儀修圖
圖1-10	徐錦香拍攝、朱珈儀修圖
圖1-11	徐錦香拍攝
圖1-13	徐錦香拍攝
圖1-14	徐錦香拍攝、朱珈儀修圖

圖 號	提供 / 拍攝
第三單元封面	張素卿拍攝
表3-1	張素卿拍攝
圖3-1	張素卿拍攝
圖3-2	黃祺惠拍攝
圖3-3	張素卿拍攝
圖3-4	張素卿拍攝
圖3-5	張素卿拍攝
圖3-6	張素卿拍攝
圖3-7	簡伯如拍攝
圖3-8	和碩設計公司提供
圖3-9	張素卿拍攝

圖 號	提供 / 拍攝
第五單元封面	簡伯如拍攝
圖 5 - 1	朱珈儀繪製
圖 5 - 2	朱珈儀繪製
圖 5 - 4	朱珈儀繪製
圖 5 - 5	朱珈儀繪製
圖 5 - 6	朱珈儀繪製
圖 5 - 7	品展設計提供
圖 5 - 8	簡伯如拍攝
圖 5 - 9	簡伯如拍攝
圖5-10	簡伯如拍攝
圖5-12	朱珈儀繪製
圖5-13	簡伯如拍攝
圖5-14	黎曉鵑拍攝，中山女中場地提供
圖5-15	學生黃馨逸、王映勻提供