

「活動名稱」

壹、教案內容

- 一、主題名稱：
- 二、設計者：台北縣永平高中 沈文俊老師
- 三、領域主題：自然科學
- 四、教學時間：8 節（1 節約 50 分鐘）
- 五、設計理念：

近代人為溫室氣體過度排放，引發全球暖化加劇，在在對於地球環境及萬物生存造成莫大的衝擊。本課程不僅使學生知道「什麼是溫室效應？」、「什麼是全球暖化？」…等科學知識外，更要明白：今日氣候變遷的重點，不在於"變"，而在於"快"。在過去需耗費數萬～數十萬年才出現的溫度變化，如今不到百年的時間卻達到了。面對如此快速變動，人類應該如何及時因應？才能避免更嚴重的環境危機發生。

故教育的意義必須落實在此：唯有學生確實瞭解暖化帶來的衝擊與災害、深刻體會暖化的嚴重及迫切，才能由衷認同、喚起警覺，決心力行「節能減碳」。

於是課程中引用最新觀測數據及研究結果，不僅引導學生吸收新知、判讀圖表、動手計算…，更透過「小組搶答」方式進行，不斷腦力激盪，釐清個人誤謬觀念，也重新建構個人對全球暖化有更清楚深入的認知。然而，誠如美國華盛頓圖書館一段誌銘：『我聽見了，但可能忘掉；我看見了，就可能記住了；我做過了，做過了，便真正理解了』。因此透過「燈具耗能實驗」及「創意競賽-廢廢之光」帶領學生深入思考、動手操作，就會發現：「只要願意發揮創意，生活上處處都能節能減碳」。

教學對象	高一學生	活動時間	自然科學社團活動時間 (400 分鐘)
教學目標	<ol style="list-style-type: none"> 1. 明白溫室效應對地球環境的貢獻。 2. 察覺近代人類活動已經加快暖化的腳步。 3. 知道全球暖化對地球環境造成的許多衝擊。 4. 了解暖化對台灣特有的島嶼環境也造成不小的影響。 		

	<p>5. 明白全球因應並減緩暖化而制訂『京都議定書』。</p> <p>6. 體會再生能源之重要性並了解未來發展趨勢。</p> <p>7. 體會改變個人行為有助於減緩暖化並培養身體力行的態度。</p> <p>8. 了解燈泡發光方式不同，耗能生熱情形也不同。</p> <p>9. 製作及組裝實驗器材並完成實驗操作與問題討論。</p> <p>10. 了解「瓦數」、「流明」等名詞之物理意義。</p> <p>11. 體會選擇合適的燈具並提升照明效能，才能落實『節能減碳』。</p> <p>12. 了解燈具可以達到『節能減碳』的方法。</p> <p>13. 將『節能減碳』觀念融入創作並完成燈具製作。</p> <p>14. 了解及欣賞創意燈具作品並提出『溫馨回饋』。</p> <p>15. 體會只要生活中發揮創意，處處都能『節能減碳』。</p>
<p>高中課程綱要</p>	<p>[必修]基礎地球科學</p> <p>1-1-2：人與環境唇齒相依：察覺人類生活脫離不了地球現有的環境，察覺人類活動已對環境產生衝擊。</p> <p>2-1-1：地球所處的太空環境：知道地球在太陽系中利於生命存在的原因包括適合的氣溫、液態水的存在、大氣層和地球磁層的保護等。</p> <p>5-1-2：短期氣候變化：知道人類歷史中的短期氣候變化，察覺氣候變化有多重時間尺度的特性。</p> <p>5-1-3：全球暖化：知道近期全球平均氣溫持續上升的變化情形與可能會出現的現象。</p> <p>[選修]基礎地球科學</p> <p>1-1-2：水力、潮汐、地熱、風能、太陽能：知道各種能源與資源、知道如何利用能源與資源的特性。</p> <p>2-2-1：慎重面對地球環境變遷：知道人類對地球環境變遷的因應有可能避免災害擴大，例如對聖嬰現象的因應；知道重大地球環境議題與國際公約的關係。</p> <p>應用地理</p> <p>4-1-4：能認識未來替代能源開發的重要性--替代能源的開發（如：風力、太陽能、地熱、海洋能、生物質能及氫燃料等）</p> <p>7-1-2：能了解人類活動及溫室氣體排放量的關係。</p> <p>7-2-1：能體認減少CO₂排放量應由個人做起，並了解如何實踐。</p> <p>7-2-3：能關切並支持國際抑制全球暖化的措施或活動--可由各國環保單位製作的CO₂排放量減量的計算公式了解如何實踐。</p> <p>基礎化學(二)</p>

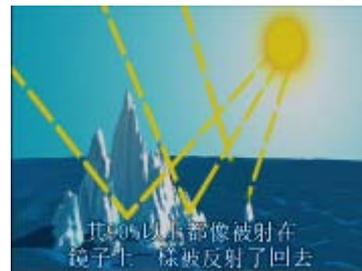
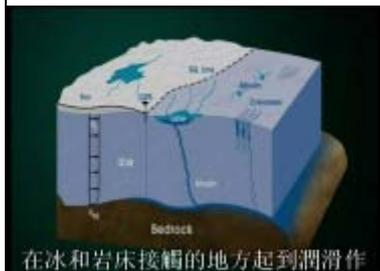
	<p>3-3-1：常用能源及替代能源，包括簡介臺灣的再生能源及附近海域能源的蘊藏與開發。</p> <p>基礎生物(一)</p> <p>6-4-1：人類對生態的影響—簡介污染、全球暖化、臭氧層破壞對生物的影響。</p> <p>公民與社會</p> <p>污染無國界、京都議定書—經濟全球化也產生了貿易利益合理分配的議題（含國內及國際），及跨國界的汙染（如：暖化）等問題。介紹「地球村」的基本理念，特別強調污染無國界、生命共同體的省思，以及京都議定書的策略和共同責任。</p>	
<p>教學材料準備</p>	<p>單槍投影機、筆記型電腦、自製教材（PPT 檔案）、教具（太陽能發電、風力能發電、手動發電、燃料電池車、史特林引擎）、實驗手冊、實驗用具（請參閱實驗手冊）、創意競賽手冊、競賽用具（請參閱競賽手冊）、學生學習單、學生評量試題、學生回饋單。</p>	
<p>教學活動</p>	<p>活動說明</p>	<p>教學時間</p>
<p>一、引起動機</p>	<p>【課前準備】</p> <p>課前數週請同學分組，老師提供學生「溫室效應」、「全球暖化」、「京都議定書」、「再生能源」…等資料與網站（請見七、參考資料），及討論題目：「暖化對地球環境及生態造成哪些衝擊或影響？」和「全球暖化可能對台灣特有的島嶼環境造成哪些衝擊及影響？」。</p> <p>在於使學生能有足夠時間理解、統整，作為課前背景知識與上課發表之準備，以期在上課過程中提高主動學習的參與度。</p> <p>【情境教學】老師先播放影片「La Maison en Petites Cubes」，內容描述因全球暖化導致海水上升的未來世界。使學生對片中呈現情景，感同身受，進而帶入「溫室效應與全球暖化」的主</p>	

	<p>題。</p>	
<p>二、課程內容</p> <p>●明白「溫室氣體」的貢獻。有了溫室氣體才能維持溫度及存在液態水，都是生命生存不可或缺的元素。</p> <p>●了解什麼是「溫室效應」？溫室氣體吸收地表輻射（長波輻射）使大氣具有保溫特性，減少「溫室效應」。</p> <p>●明白「溫室氣體」與「近代暖化」的關係。</p> <p>●介紹主要溫室氣體種類：CO₂、CH₄、N₂O。</p> <p>●介紹吸熱能力強的溫室氣體多來自人類的工業排放。</p> <p>●明白近代暖化的加速。工業革命後，溫室氣體大量且快速增加。</p> <p>●知道 IPCC 第四次評估報告之相關內容。</p>	<p>【單元主題一】溫室效應與全球暖化</p> <ol style="list-style-type: none"> 先比較鄰近地球的火星、金星之大氣組成與溫度，引導同學思考「為什麼地球擁有生命？」其中關鍵之一就在於「溫室效應適中」，使學生了解「溫室效應」對地球環境及萬物生命的貢獻。 以「什麼是溫室效應？」為發問，喚起學生過去對於溫室效應之觀念。再以 PPT 動畫引導學生學習「溫室效應是怎麼形成？」必須真正清楚什麼是「溫室效應」。 以「難道溫室氣體錯了嗎？」為引題，引導學生先明白人類活動足以改變氣候，再了解近代全球暖化主要起因於「人為溫室氣體過度排放」所致，並了解以下概念： <ul style="list-style-type: none"> ①主要溫室氣體有哪些？ ②這些溫室氣體所佔比例、留置大氣時間與排放來源為何？ <p>●完成學習單第一題。目的：了解 CO₂ 不是吸熱能力最好的氣體，但含量最多，故整體而言，造成溫室效應最強。</p> 判讀「CO₂、N₂O、CH₄之濃度曲線圖」使學生知道「工業革命前，溫室氣體溫度變化很小，然而工業革命後，卻急速增加」，了解近代溫室氣體增加與「人類活動」脫離不了關係。 引用觀測資料及 IPCC 第四次評估報告，引導學生察覺近代溫室氣體增加，導致「全球氣溫上升速度， 	

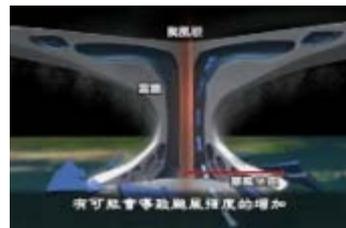
	<p>已遠遠超過以往數十萬年紀錄」，實在令人憂心不已。</p>	
<p>●全球暖化—「暖•全球化」，介紹近年來不僅暖化速度加快，同時許多地方也呈現溫度上升的情形。</p> <p>●暖化對地球環境的衝擊。</p>	<p style="text-align: center;">【單元主題二】暖化事實</p> <p>1. 比較 1901~2000 年和 1976~2000 年全球增溫情形，尤其近 25 年來，不論海洋或陸地均有快速增溫的趨勢，但值得注意：即使在暖化趨勢下，並不是全球各地都一致上升，也有溫度下降的地方。</p> <p>(1) 從 G. Tyler Miller 發表之暖化對地球造成的影響為導言，引導學生思考「暖化對地球環境及生態造成哪些衝擊或影響？」</p> <p>★課程活動：</p> <p>以『小組搶答』方式進行，老師先提出一項暖化引起的現象，再由各組進行搶答，(如：老師提出：引發海平面上升。學生回答：將造成沿海平原淹沒、海水入侵、土壤及地下水鹹化、海岸平原及生態消失…)並為正確答案的組別加分。</p> <p>(2)老師在黑板上利用「樹狀圖」統整學生的答案，再以相關的圖表、照片、影片…資料，幫助學生了解並體會全球暖化帶來的衝擊及影響。</p> <div style="text-align: center;"> <pre> graph LR A[暖化衝擊] --- B[海平面升高] A --- C[極端天氣] B --- D[海岸淹沒] B --- E[海水入侵] B --- F[土壤與地下水鹹化] B --- G[土壤鹹化] C --- H[熱浪] C --- I[暴雨] C --- J[乾旱] C --- K[颶風] C --- L[水資源管理困難] C --- M[防災救災體系崩潰] </pre> </div> <p>(3)接著老師再提另一個現象，各組再搶答。使學生知</p>	

道以下主要現象：冰山融化、海平面上升、激烈天氣增加、降水異常、冷暖差異變大、旱澇加劇及對生物生態種種衝擊…。

- 完成學習單第二題。目的：了解格陵蘭與南、北極冰山的差異，南極冰融後對全球海平面上升衝擊尤大。



播放影片「不願面對的真相」明白北極（左上圖）、南極（右上圖）冰山融化原因不同。



（左上圖）播放影片「不願面對的真相」知道暖化可能引起降水異常及旱澇加劇。（右上圖）播放公視影片「知識饗宴—遇見科學·第四集」知道暖化可能引發極端天氣。



（左上圖）播放影片「TVBS 新聞」知道暖化衝擊不只是單一物種而是整個生態系。（右上圖）播放影片「不願面對的真相」透過冰芯資料（ O^{16}/O^{18} ）可以判讀古氣候溫度變化。

●台灣不得也不願面對的真相。介紹台灣特有的海島環境面臨暖化帶來的衝擊，主要有氣溫驟升、海平面上升淹沒沿海精華地區、登革熱疫情加重、珊瑚

【單元主題三】台灣不得也不願面對的真相

- 1.由一張老師改編自「不願面對的真相」之電影海報—「台灣不得也不願面對的真相」出發，



白化、發生颱風暴雨機會增加及特有生物面臨生存危機，甚至影響糧食生產。

帶領學生討論「全球暖化可能對台灣特有的島嶼環境造成哪些衝擊及影響？」

★課程活動：

仍延續【單元主題二】之「小組搶答」方式繼續進行，以問答為主，與學生互動，老師為答案正確的組別加分。

2.介紹學者研究暖化對台灣造成的影響或衝擊，如：氣溫驟升、海平面上升、激烈天氣增加（颱風、暴雨、乾旱…）、登革熱疫情北移、珊瑚白化、櫻花鉤吻鮭滅絕、黑面琵鷺棲地消失、鳥類面臨滅絕…，引起學生對台灣遭受暖化威脅的高度關切。



播放公視影片「我們的島 2008 第十五集」(左上圖)知道海水上升可能淹沒台灣沿海精華地區。(右上圖)知道暖化也造成沿海植物-「裸花兼蓬」向北遷移 60 公里，足見暖化之嚴重性。



播放公視影片「我們的島 2008 第十五集」(左上圖)知道暖化可能危及台灣山毛櫸生存。(右上圖)知道暖化容易引發「葉稻熱病」，嚴重衝擊台灣糧食生產。

●完成學習單第三題。目的：了解全球暖化對台灣動、植物造成的衝擊影響。

【單元主題四】減緩暖化速率

●介紹京都議定書之訂立背景及各國減量目標，減量標準依據 1850~2000 年排放量，並非每個國家排放量相同。

●介紹 2009 年丹麥哥本哈根會議並未達減量共識。

●發展再生能源的重要性。

●介紹台灣目前發展再生能源形式有水力、地熱、太陽能、風力能、生質能、氫燃料電池…。

1. 京都議定書

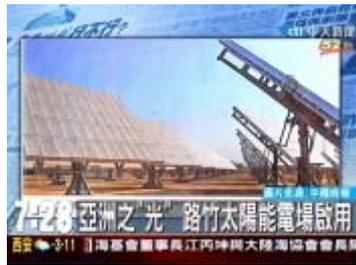
- (1) 介紹「京都議定書」之簽訂背景與減量目標。
- (2) 以「當今溫室氣體排放大國的中國及印度，為什麼沒有列入減量管制國家？」為題，介紹「京都議定書」減量標準，不是現在的排放量，而是依據 1850~2000 年之排放累積量。
- (3) 以中共總理溫家寶與美國總統歐巴馬於哥本哈根會議期間，兩人會晤照片為出發，介紹被視為延續京都議定書之「哥本哈根會議」未能達成全球減量共識的原因。
- (4) 先討論「京都議定書對台灣有什麼影響？」，再請幾位同學談談自己的看法。

2. 發展再生能源

- (1) 引用「各國使用化石燃料產生之 CO₂ 排放量」資料及現今化石燃料面臨開採枯竭窘境 (Hubbert's Peak)，引導學生思考：「台灣必須發展再生能源的重要性，以期降低對化石燃料之高度依賴。」
- (2) 運用圖片及影片，引導學生知道各種再生能源的形式，並詳細介紹太陽能、風力能、生質能、燃料電池…，並以實體教具提供學生操作體驗。
- (3) 明白「再生能源成本」遠大於「化石燃料成本」為目前最大困境之一。



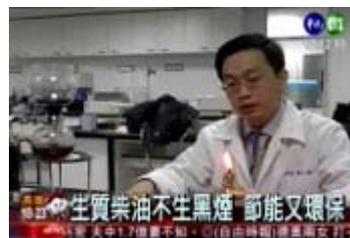
(左上圖) 播放「TVBS 新聞」影片，知道太陽能發電運作原理。(右上圖) 太陽能教具，提供學生操作體驗。



(左上圖) 播放「中天新聞」影片，報導高雄路竹建立亞洲最大之太陽能發電示範廠。(右上圖) 播放英國 Kitegen 發展風力發電影片，提供另一種風力發電的思考 (取自：<http://www.kitegen.com>)。



(左上圖) 風力發電教具，提供學生操作體驗 (右上圖) 播放「年代新聞」影片，報導空氣能源車，可望取代目前使用化石燃料的車輛。



(左上圖) 播放「華視新聞」影片，報導台灣利用家庭廢食用油，製成生質柴油取代化石柴油。(右上圖) 生質汽柴油教具，提供學生操作體驗。



(左上圖) 播放影片「年代新聞」台灣發展生氫燃料電池車。(右上圖) 燃料電池車教具，提供學生操作體驗。



(左上圖) 手動發電教具、(右上圖) 史特林引擎教具。提供學生操作體驗，明白它們也再生能源運用的形式。

- 完成學習單第四題。目的：了解水電解之逆反應，可製成氫燃料電池之原理。

3. 節能減碳愛地球

- 從食、衣、住、行節能減碳的方式。

- 介紹 CO₂ 封存技術。

- 介紹碳足跡計算，並上網下載溫室氣體計算器。

- 以教室資源回收為題，提供學習單讓學生計算班級資源回收之碳足跡。

- 分享討論結果

(1) 以圖片及影片介紹從日常生活如何落實節能減碳。如：減少食物里程、家用電器正確選擇及使用、綠建築概念、搭乘大眾運輸、建立共乘網、...

(2) 以圖片及影片介紹發展二氧化碳回收與封存技術 (CCS)，以求有效降低大氣中二氧化碳濃度。

(3) 提供各組一部筆記型電腦，引導學生上網 <http://www.envi.org.tw/cooltaiwan/index.htm> 下載溫室氣體計算器 (GHC) 並安裝完畢，老師介紹碳足跡意義及計算，並利用影片引導學生思考「如果改變的生活習慣，如多走路，少搭電梯，可以幫助地球，您願不願意呢？」

- 完成學習單第五題。目的：能利用溫室氣體計算器完成碳足跡計算。

(4) 就第五題的第 4 小題進行小組討論：「個人節約及回收的小動作對減緩二氧化碳排放量有什麼意義？若人人節約、力行回收，對節能減碳有什麼重要性？」

(5) 請學生上台分享各組討論結果，並引導學生察覺

●介紹力行「節能減碳」的方法，培養「節能減碳」的生活態度。

「改變個人的小行為卻是改變未來的大關鍵」。

(6) 老師引述台南市忠孝國中發表之溫室氣體減量行動，並傳達平日必須培養「節能減碳」的生活態度。



(左上圖) 播放二氧化碳封存技術影片，了解全球對降低二氧化碳的努力(取自：<http://www.youtube.com>)。(右上圖) 播放北投圖書館導覽影片，透過介紹北投圖書館了解「綠建築」的含意。



播放公視影片「我們的島 2008 第十五集」知道改變個人小習慣，卻是節能減碳的大進步。播放公視影片「預約綠色未來(設計新思維)」知道從生活上發揮創意改變設計也能達到「節能減碳」。

●在生活上如何節能減碳？以「燈泡耗能」為例，進行探究與體會。

【單元主題五】燈泡耗能生熱實驗



(左上圖) 攝自特力屋看板，內容強調：省電燈泡 5W 亮度 = 白熾燈泡 25W 亮度；(右上圖) 攝來自 LED 燈泡包裝，內容也強調：LED 燈泡 1.4W 亮度 = 白熾燈泡 25W 亮度。

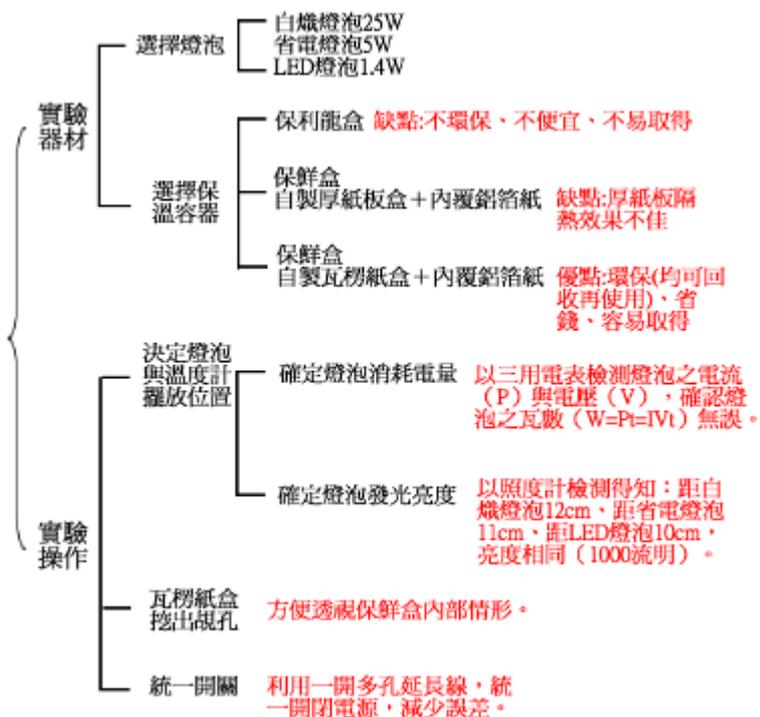
疑問：「為什麼這些燈泡發出相同的亮度，但消

●復習「亮度」、「瓦數」之名詞意義再探討燈泡發光生熱原因。

●討論實驗器材之來源及可行性與實驗操作步驟之正確性及合理性。

耗電量卻大大不同呢？」引起同學思考動機。

1. 老師引導同學先釐清「亮度」、「瓦數」等名詞之物理意義，再討論「白熾燈泡、省電燈泡、LED 燈泡發出相同亮度，消耗電量卻不同」的可能原因，進而引導學生設計實驗，探討這三種燈泡耗能生熱的情形。
2. 老師在黑板上以『樹狀圖』帶領學生探究實驗所需器材及操作步驟，並與學生一一分析器材來源及可行性（如：保利龍盒、厚紙板盒、瓦楞紙盒之優缺點），及步驟的正確性及合理性（如：實驗前先確認燈泡標示瓦數、檢測燈泡亮度、紙盒挖出視孔、統一開閉電源...）。





(左上圖) 保利龍盒效果雖好，但不環保，故不採用。
 (右上圖) 以「三用電表」檢測三種燈泡之電壓及電流，再利用國中理化公式 $W=Pt=IVt$ ，確認燈泡標示之瓦數無誤。



(左上圖) 燈泡與照度計距離相同時，發現亮度略有差異。
 (右上圖) 為了使溫度計都能接受相同亮度，並考量保鮮盒尺寸，故決定距白熾燈泡 12 公分、省電燈泡 11 公分、LED 燈泡 10 公分處放置溫度計，亮度均為 1000 流明。



(左上圖) 白熾燈泡與溫度計相距 12 公分。
 (右上圖) 紙盒挖出規孔，方便觀測內部燈泡發光情形。

- 利用瓦楞紙、鋁箔、雙面膠等材料製作實驗器材。
- 組裝實驗器材。

3. 老師提供學生基本材料製作實驗器材。
4. 學生將白熾燈泡、省電燈泡、LED 燈泡等三組實驗器材分別組裝完畢。

◆ 另有其餘實驗器材 (詳情請參「實驗手冊」)



●進行「燈具耗能生熱」實驗，參閱「實驗手冊」依步驟操作實驗。

●進行問題討論

1. 針對實驗進行討論，了解白熾燈泡利用燈絲高熱發光，故最容易發熱，也容易消耗電能。
2. 選購燈據必須了解「流明/瓦數」、「流明」之意義。
3. 選擇燈具，除了壽命、價錢更要考慮適用性。
4. 選擇合適燈具也要提升照

(左上圖) 學生製作實驗器材。

(右上圖) 組裝完成之實驗器材 (內部)。



(左上圖) 組裝完成之實驗器材 (外觀)。

◆實驗步驟如下：

- (1) 確認白熾燈泡、省電燈泡、LED 燈泡等三組實驗器材準備就緒。
- (2) 記錄三組溫度計之初始溫度。
- (3) 統一開啟電源並計時，每隔 5 分鐘，記錄一次溫度。
- (4) 連續 20 分鐘，完成實驗，關閉電源。
- (5) 完成實驗紀錄與分析。

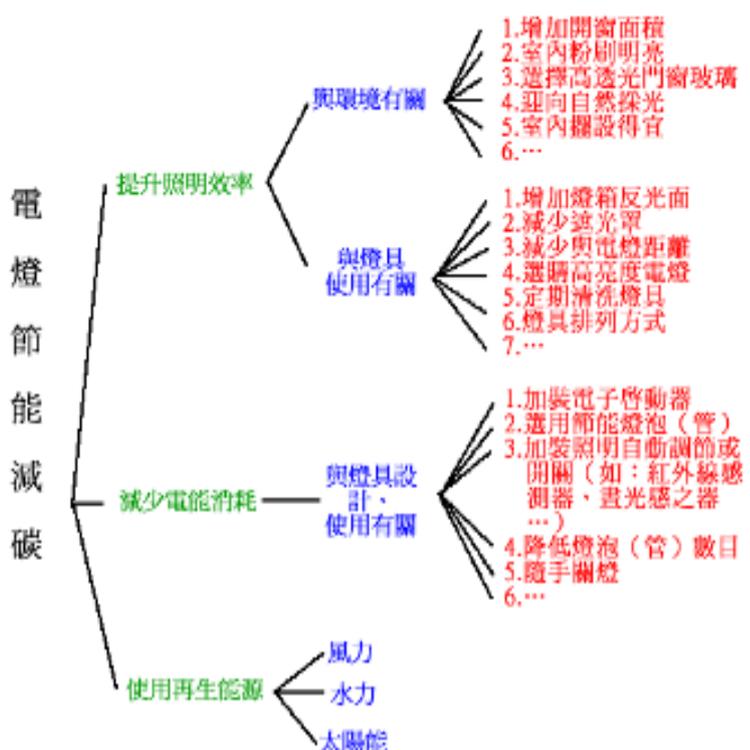


(左上圖) 使用「一開多孔」之延長線，方便統一開閉電源。

(右上圖) 學生進行「燈泡耗能生熱實驗」。

◆進行問題討論

- (1) 詳細內容請參「實驗手冊」
- (2) 老師採問答方式與同學互動。
- (3) 在討論過程中，必須引入：溫度上升與消耗電能關係；解釋「流明/瓦數」、「流明」之物理意義；要選擇適合使用的燈具，並非一定要選擇 LED 燈泡；除了燈具外，也應該想辦法提升照明效能，

<p>明效能，才能落實「節能減碳」。</p>	<p>才能真正達到「節能減碳」。</p> <p>(4) 第2題老師必須解釋白熾燈泡、省電燈泡及LED燈泡之發光原理不同，才能使學生真正明白它們耗能生熱的情形也不同。</p> <p>(5) 第7題盡量引導同學發揮，將成為下一單元「創意競賽-廢廢之光」的學習動機。</p>	
<p>●將「節能減碳」觀念引入創作，製作一個兼顧環保、節能又實用的燈具。</p> <p>●探討達到『節能減碳』的方法。</p>	<p>【單元主題六】創意競賽-廢廢之光</p> <p>1. 從上一單元『燈具耗能生熱實驗』之「問題與討論」第7題出發，老師先引導學生從生活例子去探究燈具「節能減碳」的方法，例如：老師可以提出：「教室日光燈箱內側為什麼要加裝反光面呢？」、「午休關燈一小時是不是能達成減少電能消耗的目標呢？」等等，引導學生去深入思考「節能減碳」的方法。</p> <p>2. 老師再輔以「樹狀圖」，幫助學生形成擴散性思考，架構出完整概念，使學生對「節能減碳」的方法有清楚的概念。</p> 	

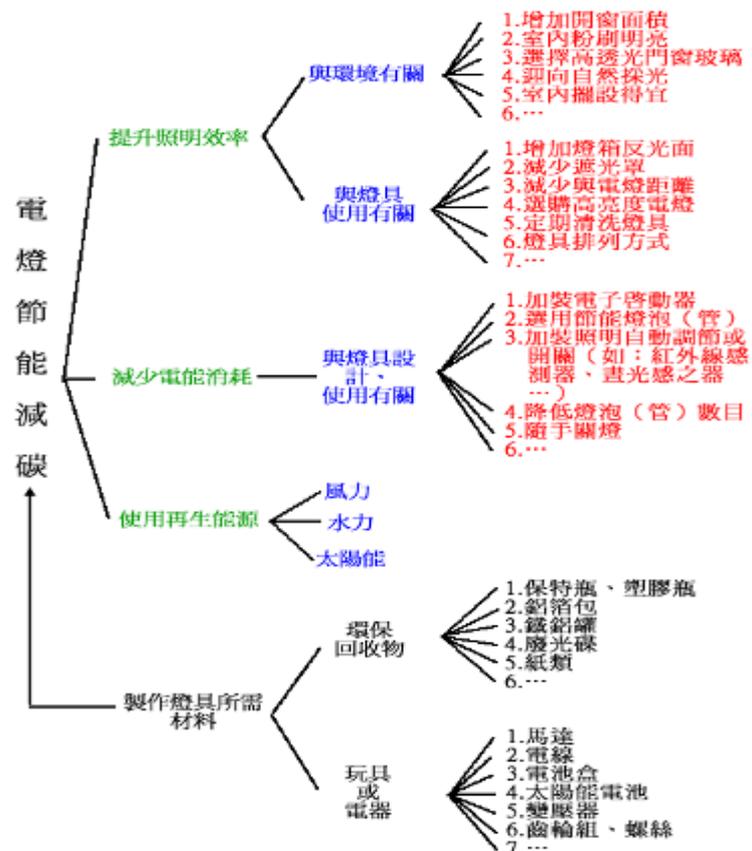
3. 接著，老師以下圖燈具說明，此燈具不僅外型饒富創意，有很好的照明效果，若使用「環保材質」及「節能燈泡」，就理想了，因此燈具材料很重要。



(攝自 HOLA 賣場)

● 探討燈具所需材料。

4. 老師繼續引導同學探究製作燈具所需的材料，延伸先前之樹狀圖，構成完整想法，成為學生創作燈具的指南。提醒學生必須把握以上概念，即可創作兼顧環保、節能又實用的燈具。



● 完成「作品設計單」

5. 完成「作品設計單」(詳情請參閱「創意競賽手冊」)

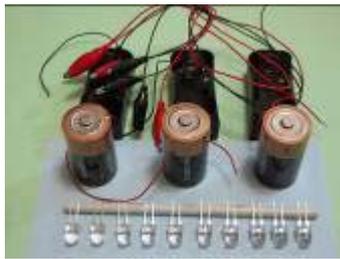
6. 老師檢視各組「作品設計單」，了解同學設計構想有無不妥；或提供同學思考線索；或多多提鼓勵同學發

●「創意競賽—廢廢之光」
進行燈具創作、評分及回饋。

揮創意動手試試盡情創作，將想法付諸實現。使學生在不斷嘗試、不斷思考、不斷動手試作過程中，也將「提升照明效能」、「減少電能浪費」、「使用再生能源」、「使用環保材料」…，烙印在腦海中，有助落實「節能減碳」的生活方式。

7. 創意競賽步驟如下：

- (1) 提供基本工材料。
 - (2) 說明競賽規則及評分方式。(請見創意競賽手冊之三、四、五、六)
 - (3) 完成作品設計單。(請見創意競賽手冊之七)
 - (4) 製作燈具。
8. 評分：各組作品進行亮度評分及創意評分。
9. 投票：將選票投給總分最高的一組。
10. 溫馨回饋。



(左上圖) 基本材料。

(右上圖) 學生製作創意燈具。



(左上圖) 作品置於照度計前 20 公分測量亮度，進行亮度評分。

(右上圖) 學生作品進行投票

5. 柯林斯等著. 邱淑慧譯：全球暖化背後的科學依據－IPCC 報告科普版（民 96）
科學人 2007.09 P38～P47
6. 貝爾著 姚若潔譯：南極冰原蠢蠢欲動（民 97）科學人 2008.03 P60～P71
7. 趙丰著：海平面，總隱藏了多少秘密（民 97）科學人 2008.05 P68～P72
8. 劉雅章著 顏兆輝譯：全球暖化問題的科學認識（民 96）二十一世紀雙月刊 2007.05
P15～P24
9. 顧洋著：全球暖化的因應（民 97）科學發展 2008.01 P6～P11
10. 蘇慧貞等著：氣候變遷對公共衛生的衝擊（民 97）科學發展 2008.01 P12～P17
11. 黃啟峰著：二氧化碳與全球暖化（民 96）科學發展 2007.05 P6～P12
12. 羅新衡等著：減少二氧化碳排放由日常生活著手（民 96）科學發展 2007.05 P13
～P17
13. 吳俊傑著：颱風與氣候變遷（民 95）科學發展 2006.07 P76～P78
14. 鍾崇燊 向曼菁著：春天的花兒秋天開—都是溫室效應惹的禍（民 94）科學發展
2005.04 P66～P71
15. 吳明進著：氣候變遷的預測（民 97）科學發展 2008.08， P6～P11
16. 陳雲蘭著：百年來台灣氣候的變化（民 97）科學發展 2008.04，P6～P11
17. 李培芬著：氣候變遷對生態的衝突（民 97）科學發展 2008.04，P34～P43。
18. 林憲德著：省電燈泡其實不省電（民 98）科學月刊 2009.09，P712～P713。
19. 韓選棠著：綠房子在台大（民 98）科學月刊 2009.03，P202～P207。
20. 蕭富元、彭昱融著：預警 6°C 食物大逃亡（民 98）天下雜誌 2009.12.02，P201～
P230。
21. 徐仁全著：影響未來最關鍵的會議、改變台灣的機會，就在哥本哈根（民 98）遠
見雜誌 2009.12，P244～P312。
22. 楊志忠、林頌恩、韋文誠（92 年 07 月）燃料電池的發展現況，科學發展，367
期，P30～P33。
23. 許寧逸、顏溪成（92 年 07 月）由碳能朝向氫能的燃料電池，科學發展，367 期，
P6～P11。

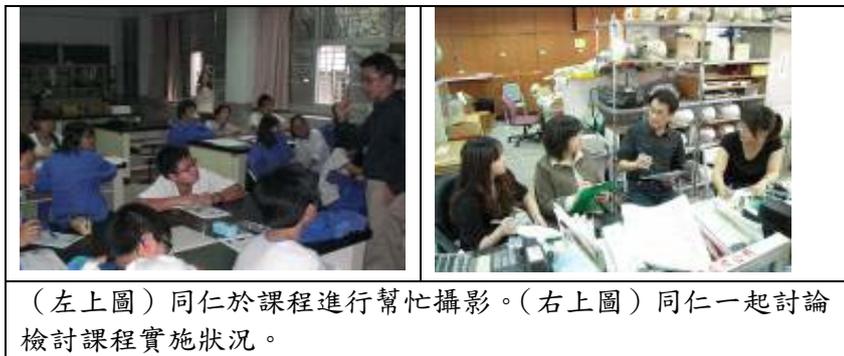
媒體類

1. 高爾，「不願面對的真相」影片。
2. 英國 Kitegen 「風力發電」影片。
3. 公視「預約綠色未來（設計新思維）」影片。
4. 公視「知識饗宴—遇見科學•第四集」影片。
5. 公視「我們的島 2008 第十五集」影片。
6. 「TVBS 新聞」—「暖化衝擊整個生態系影片」、「太陽能發電運作原理」。
7. 「中天新聞」—「高雄路竹亞洲最大太陽能發電示範廠」影片。
8. 「華視新聞」—「生質柴油」影片。
9. 「年代新聞」—「空氣能源車」、「生氫燃料電池車」影片。
10. 北投圖書館導覽影片。
11. 「二氧化碳封存技術」影片，取自：<http://www.youtube.com>。
12. 英國風力發電 Kitegen，取自：<http://www.kitegen.com>。

貳、試教成果與討論

1. 全球暖化不僅對地球環境及人類造成影響，對生態環境、大地環境更是如此，若時間允許，應該協同生物老師及地理老師一起參與課程設計與實地教學會更好。相信如此能帶給學生更多不同的觀點，不僅能更全方位深入了解全球暖化的問題，也培養學生在面對問題時，能有面面觀的思考格局，跨越領域門檻的思考，對學生而言一定大有幫助。
2. 「全球暖化」屬於全球變遷中眾多議題的一環，由於近年來人類感受氣候變遷明顯，復以媒體關注焦點，「不願面對的真相」，對高中生而言應該不陌生，同時，國內外研究報告也不少，不難取材用於教學，實在是一個很棒的教學主題，十分有助於培養學生"關心地球環境"，"珍惜有限地球資源"，"永續經營地球環境"的觀念。
3. 深入去探討全球暖化的問題，演變到最後可能是個政治議題、經濟議題、甚至是道德議題，不單單純粹只是環境議題。例如：(1) 先進國家擁有足夠資金技術開發綠色能源(德國大力發展太陽能工業)，但落後國家必須使用過時設備從事國內開發建設，

當然會排放更多的溫室氣體。在面對先進國家主導全球減碳的壓力下，這些國家往往視「全球暖化議題」為先進國家阻撓他們發展的工具之一。(2) 現代人造成全球暖化的問題卻會留給後代人去承擔更大的後果。(3) 溫室氣體排放量少的國家卻必須共同承擔環境惡化帶來的威脅及傷害？甚至更嚴重…。因此，全球暖化是個牽連甚廣的問題，迫切性及嚴重性前所未有，就深度及廣度也遠遠超乎過去，令一向自詡聰明的人類所難以想像。因為全球暖化導致未來地球環境會如何變化，任誰都無法精確預測，這是人們該認真而謙卑地傾聽大地的時候了。



學 習 單

班級：_____ 組別：_____

組員姓名：_____

1. 科學家定義溫室因數 (green

house factor) 以區別不同溫室氣體的溫室效應能力。

方法是將 1 莫耳溫室氣體，在一定時間內，測定其所能吸收的總輻射能量，並且將 CO₂ 溫室效應因數訂為 1，再決定其他溫室氣體的相對數

溫室氣體	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CFC-11	CFC-12
大氣中的濃度 (ppm)	350	1.7	0.31	0.00026	0.00024
溫室因數	1	30	160	21000	25000
溫室因數 × 濃度					
對溫室效應貢獻 (%)					

值。右表列有大氣中主要的溫室氣體及其濃度 (ppm)。請完成右表並找出對地球溫室效應貢獻較多的氣體：_____、_____、_____。

【資料來源：清大化學系 鍾崇榮、向曼菁】

2. 全球暖化導致冰層融化引發全球

海平面上升效應，根據右表資料，請分析南、北極與格陵蘭冰融造成全球海平面上升的高度，為什麼會有如此懸殊的差異？

	北極	格陵蘭	南極
涵蓋面積 ($\times 10^8 \text{km}^2$)	19-27	1.7	12.3
冰層體積 ($\times 10^8 \text{km}^3$)	0.015-0.025	2.9	24.7
預估海平面上升高度 (m)	0	7.3	63.9

【資料來源：IPCC 第四次評估報告】



3. 氣候變遷、全球暖化，衝擊不是在遙遠的未來，更不是在海角天涯，就在您我咫尺生活的台灣，下圖列有台灣面臨環境變遷的物種，請閱讀完文字說明後，在文字方格中，填上該物種的名稱。



台灣最主要的糧食作物，氣溫上升，產量跟產值明顯下降，此外，容易導致病蟲害防治困難，同時增加農藥使用量，威脅人民健康。



海水升溫導致藻類生態改變原本屬於東北角養殖業的高價值貝類，年產量從 1500 公噸一路下滑到 2007 年不到 1 / 10。



巢穴溫度若超過 30°C，往往孵化出雌性個體，一旦持續孵化，可能導致族群



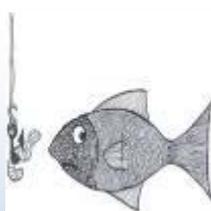
屬於高山冷水魚類，水溫往往決定族群分佈及物種延續與否。一旦水溫超過 17°C，就無法生存。目前僅存於七家灣溪。



冬天不冷不再以蟲卵越冬直接孵化成蟲，氣溫上升 1°C，數量增加約 10 倍，也加重登革熱疫情。



珍貴稀有之冰河孑遺的水青岡屬植物，氣溫上升被迫往高海拔遷移，若再上升個幾度，僅存的就可能消失不見！

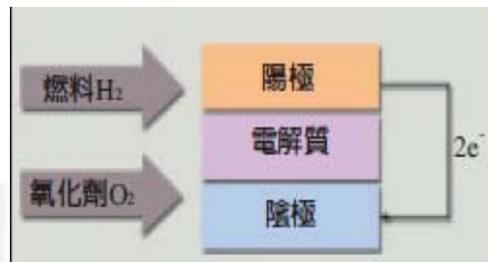


俗稱「烏金」，冬季沿中國沿岸流迴游至澎湖水域產卵，若水溫持續上升，就不再南下。

4. 1839年，英國威廉·葛羅夫（William R. Grove，1811~1896）利用水電解的逆向反應，將 H_2 和 O_2 變回 H_2O ，並產生直電流，因而發明燃料電池。請上網或查閱以下參考資料回答下列問題。

(1) 右圖為氫燃料電池，陰、陽兩極分別以 O_2 、 H_2 為原料，透過化學反應產生電流，請寫下兩極半反應式及總反應式。

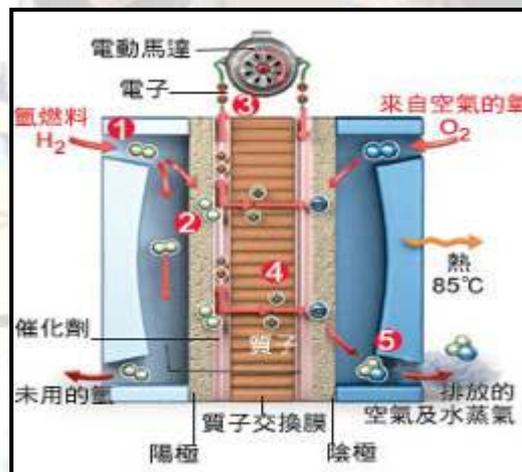
{ 陽極反應：
 陰極反應：
 總反應：



(2) 右圖分別為傳統內燃機與氫燃料電池運作示意圖，請您就燃料來源、運轉情形、廢氣排放、使用成本及用途特性...，進行小組討論，寫下兩者優缺點。



(內燃機)



(氫燃料電池)



參考資料

1. 氫燃料電池車 (fuel cell) <http://greentransport.iot.gov.tw/>
2. 台灣燃料電池資訊網，FC 介紹，<http://tfc.org.tw/>
3. 寧逸、顏溪成 (92年07月) 由碳能朝向氫能的燃料電池，科學發展，367期，P6~11。
4. 楊志忠、林頌恩、韋文誠 (92年07月) 燃料電池的發展現況，科學發展，367期，P30~33。

5. 根據環保署統計，2005 年台灣CO₂總排放量為 25,598 萬公噸（現在可能超過 27,000 萬公噸左右，占全球總量的 1%，全球排名為第 22 位。若以人均排放量排名，我國則高居第三名，達到 11.9 公噸，僅次於美國的 19.9 公噸和澳洲的 19.4 公噸，遠超過全世界 3.9 公噸之人均排放量。意思是說，台灣其實也是全球暖化的「元兇」之一。利用電腦上網至<http://www.envi.org.tw/cooltaiwan/index.html> 下載溫室氣體計算器，完成下列問題。

- (1) 數一數教室共有 _____ 支日光燈管？計算一天使用八小時用電量總共 _____ 度？
- (2) 每天午休關燈一小時，計算全校可減少用電量 _____ 度？相當於 _____ 公斤 CO₂ 排放量？推算下來，一個月全校可減少 _____ 公斤 CO₂ 排放量？一年又可減少 _____ 公斤 CO₂ 排放量。

(3) 下表列有我們學校一個資源回收箱（桶）所能容納各類資源回收物重量，試算一個班級進行資源回收時，可減少 _____ 公斤 CO₂ 排放量，當全校師生共同齊心力行資源回收時，又可減少 _____ 公斤 CO₂ 排放量。

資源回收物	一個資源回收箱（桶）容納量(公斤)
紙類	
玻璃罐	
鋁罐	
鐵罐	
塑膠罐	
廚餘	

- (4) 進行小組討論：個人節約及回收的小動作對減緩 CO₂ 排放量有什麼意義？若人人節約，力行回收對「節能減碳」有什麼重要性？



2010/3/19



永平高中

燈具耗能生熱 實驗手冊

永平高中 | 沈文俊 製

一、實驗目的：

1. 藉由市售三種可以發出相同亮度的燈泡，即白熾燈泡 25 瓦、省電燈泡 5 瓦、LED 燈泡 1.4 瓦 探討燈泡消耗電能產生熱量的情形。
2. 進一步了解「瓦數」、「流明」等意義，有助日後正確選擇適當燈具，並同時力行提升使用能源效率的方法，才能真正落實「節能減碳」。

二、實驗原理：

各種燈泡發光原理不盡相同，白熾燈泡利用電流通過燈絲產生熱效應發光；省電燈泡與日光燈發光原理相同，利用氣體放電發光；LED 燈泡則是利用半導體的電子與電洞結合發光。所以，電燈消耗電能除了用以發光，也會產生廢熱，消散在空氣中。因此，如果電燈發出亮度均相同，則發散熱量越多者，消耗電能也越多。

三、實驗器材：

- | | |
|--|-------|
| (1) 自製瓦楞紙盒（內覆鋁箔紙） | 3 個 |
| (2) 6.5L 保鮮盒（31.3cm×20.5cm×13.5cm） | 3 個 |
| (3) 白熾燈泡 25W、省電燈泡 5W、LED 燈泡 1.4W..... | 各 1 枚 |
| (4) E27 燈座..... | 3 個 |
| (5) 電線附插頭..... | 3 條 |
| (6) 數位溫度計..... | 3 支 |
| (7) 計時器或碼錶..... | 1 只 |

四、實驗步驟：

- (1) 確認白熾燈泡、省電燈泡、LED 燈泡等三組實驗器材準備就緒。
- (2) 記錄三組溫度計之初始溫度。



(3) 統一開啓電源並計時，每隔 5 分鐘，記錄一次溫度。

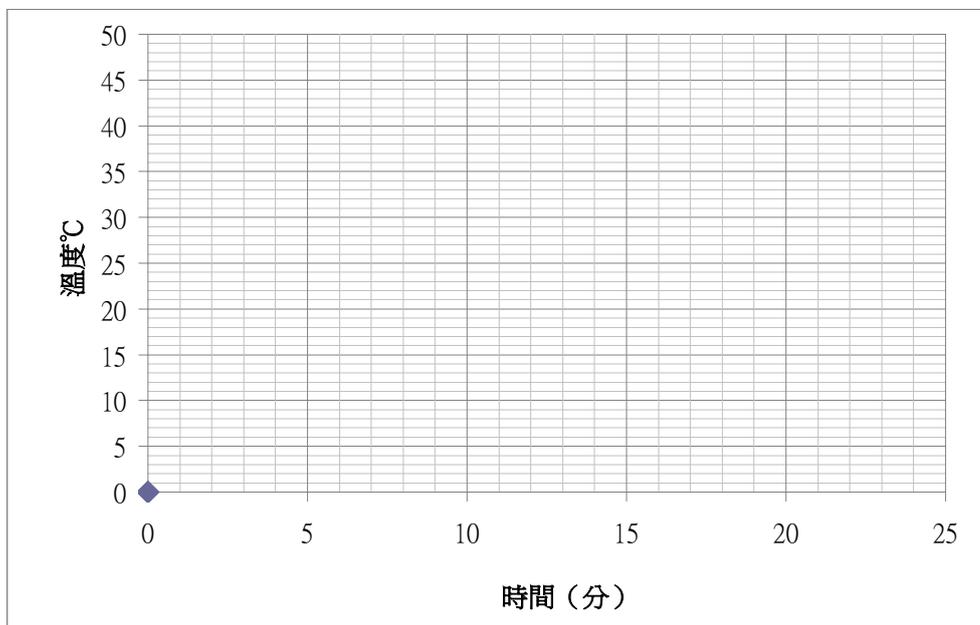
(4) 連續 20 分鐘，完成實驗，關閉電源。

(5) 完成實驗紀錄與分析。



五、實驗紀錄與分析：

時間(分) \ 溫度(°C)	0	5	10	15	20
白熾燈泡 25W					
省電燈泡 5W					
LED 燈泡 1.4W					



六、問題與討論：

(1) 三支溫度計均接受相同亮度的照射，然而溫度上升情形卻不同。根據結果，哪一支溫度計上

升速度最快？哪一支最慢？

答：_____



(2) 承上，溫度上升越快，代表什麼意義？這與消耗電能有什麼關係？

答：_____

(3) 找一找，您從家中帶來的燈具包裝上是否載明『流明/瓦數』(Lm/w)？請問這是什麼意思呢？

答：_____



(4) 若將『流明/瓦數』×該燈泡的『瓦數』，就是該燈泡的『流明』。請問『流明』代表什麼意義呢？

答：_____

(5) 明白以上資訊後，您會如何選擇燈具呢？

答：_____

(6) 參考下表，若再考慮價格及壽命，您又會如何選擇呢？

	白熾燈泡 25W	省電燈泡 5W	LED 燈泡 1.4W
壽命 (倍)	x1	x6	x300
價格 (元)	20	238	399

答： _____

(7) 選擇合適的燈具，同時也要提升照明效能，才能達到『節能減碳』。請問您會怎麼做？

答： _____



創意競賽手冊

廢廢之光

廢廢之光

經過一連串腦力激盪，您已經學習不少可以提升電燈照明效能的方法。請利用實驗室提供的『基本材料』、隨手可得的『環保回收物』以及無法使用的玩具、家電、…之零件，小組成員一起發揮創意，學以致用，製作一個兼顧環保、節能又實用的燈具，並在第 3 頁之「作品設計單」上表達您們的作品。

一、基本材料：

- (1) LED 燈泡 0.5W.....10 顆
- (2) 1 號電池.....3 個
- (3) 1 號電池盒.....3 個
- (4) 紅、黑色鱷魚夾電線.....各條 2 條

二、基本工具：

- (1) 美工刀.....1 把
- (2) 剪刀.....1 把
- (3) 長尺 30 公分.....1 把
- (4) 透明膠帶.....1 捲

三、競賽規則：

- (1) 材料來源：必須來自『基本材料』、家中或學校之『環保回收物』、拆解已廢棄或損壞的玩具、電器、...的零件。
- (2) 成品必須完全由以上材料自製而成，切勿購買現成品或半成品加以組合參賽，違者取消競賽資格。

四、評分方式：

- (1) 亮度計分：將作品置於照度計前 20 公分處（如右圖），測



量作品發出的亮度（單位：流明）。依亮度高低給分，最高得 8 分，依序為：6 分、4 分、2 分。

- (2) 創意計分：每位同學均參與評分，唯不得為本組作品評分。仔細聆聽他組同學作品發表，依節能裝置、創意造型、實用性、表達內容、...給分。最高得 8 分，最低得 1 分。
- (3) 評選結果：將您個人評分結果填入下表，並選出得分最高的一組。

	亮度計分（由照度計測量）	創意計分（由同學互評）	總得分
第一組			
第二組			
第三組			
第四組			

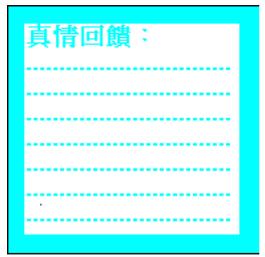
五、投票：

- (1) 各組拿到選票顏色不同（避免自己投票給自己組）。

正面：印有自己所屬『組別』；

背面：印有給同學的『真情回饋』。

- (2) 將選票投給得分最高的一組，並在背面寫上給該組同學的『真情回饋』，內容可以是：作品對『節能減碳』的意義、您對同學團隊精神或創意點子的讚賞、您對作品的建議或讚美等等。

選票（正面）	選票（背面）
	

六、開票與頒獎：

- (1) 開票、唱票，將各組得票數填入成績公告欄

（如右圖），並將選票貼在『溫馨回饋』欄中。

- (2) 先由第一組取下該組選票，並大聲唸出選票背面之『真情回饋』。接著再輪第二組，依此類推。



	票數	溫馨回饋	組別
第一組			
第二組			
第三組			
第四組			

- (4) 統計票數，得票數最多者為優勝。可獲頒精美環保餐飲用具乙份及嘉獎乙支。

七、作品設計單：

(1) 想一想，您要做成什麼？主題：_____

(2) 再想想，您可能需要再收集哪些東西？材料：_____

(3) 之後，您可能需要準備哪些工具？工具：_____

(4) 最後，您要如何完成這件可能改變地球未來命運之大作？請以文字及繪圖在以下框框中表達您的作品，同時註明作品中可以提高照明效率、達到節能減碳目的的設計及理由。



組別：_____

成員：_____、

_____、

學生課程學習回饋單

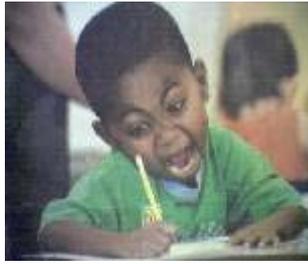
由不得您的真相—全球暖化	非常同意	同意	尚可	不同意	非常不同意
1.我了解『溫室效應』的成因及對地球環境的影響。					
2.我了解近代暖化加劇，除自然因素外，更起因人為溫室氣體過度排放。					
3.我知道透過樹木年輪、極區冰芯、地層沉積物..可以了解地球氣候長久以來就有冷暖震盪的週期變化。					
4.我明白未來暖化程度是趨向嚴重或逐漸緩和，端看現在溫室氣體排放量而定。					
5.我明白暖化正以令人訝異的速度加快，將對地球環境及萬物生存造成種種不可挽回的衝擊。					
6.我能了解即使蕞爾小國的台灣，對於暖化危機也一樣無法置身事外。					
7.我能了「京都議定書」簽訂的背景，並體認台灣必須採取溫室氣體減量的重要性。					
8.我能了解發展再生能源，不但有助減緩暖化速度，更可能開啓人類未來文明嶄新的一頁。					
9. 我能了解各類環保標章的意義，並作為選購或使用商品之依據。					
10.我能了解每個人都可以力行『節能減碳』的生活方式。					
11.我喜歡『由不得您的真相—全球暖化』的課程。					
我還有話要說：					

 燈泡耗能生熱實驗	非常 同意	同意	尚可	不同意	非常不 同意
1.我了解實驗原理及設計構想。					
2.我親手製作實驗器材不僅有趣，也清楚實驗本質。					
3.透過課程，有助於我日後正確選擇合適的燈具。					
4.透過課程，有助於我日後力行提升燈具照明的方法。					
5.從今天開始，我有力行提高能源使用效率的意願。					
6.我喜歡『燈泡耗能生熱實驗』的課程。					


 我還有話要說：

 創意競賽－『廢廢之光』	非常 同意	同意	尚可	不同意	非常不 同意
1.我能學以致用，發揮創意，創造兼顧環保、節能又實用的燈具。					
2.在競賽過程中，我能與小組成員達成友善溝通、充分協調、及通力合作的精神。					
3.我能與同學分享心得，並給予中肯的建議和真誠的讚美。					
4.我能明白發揮創意，就能創造『節能減碳』的種種可能性。					
5.我願意向家人、朋友、同學推廣『節能減碳』的生活態度。					
6. 我喜歡『創意競賽－廢廢之光』的課程。					


 我還有話要說：



學生評量試題

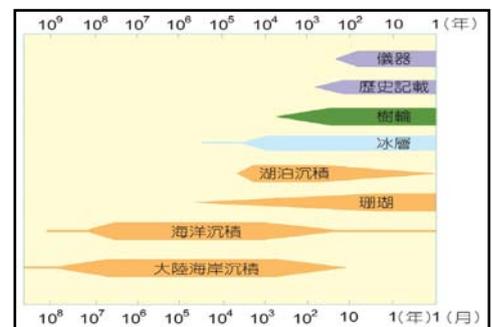
班級：_____ 組別：_____

組員姓名：_____

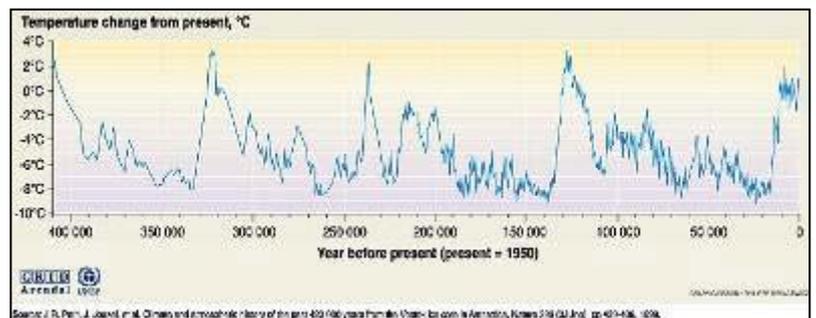
(每題 5 分，測測你有多愛  ?)

- () 1. 下列何者是『溫室氣體』對地球環境最主要的貢獻？
(A) 地球具有四季變化 (B) 維持地表恆溫 (C) 大氣存在臭氧層 (D) 有效吸收太陽輻射。
- () 2. 近代全球暖化主要是下列何種因素引起？
(A) 太陽表面活動持續增強 (B) 人為溫室氣體排放過多
(C) 地球黃道面與赤道面交角變小 (D) 人類過度砍伐熱帶雨林。
- () 3. 以下溫室氣體中，何者是目前造成地球氣溫異常上升最主要的關鍵？
(A) 二氧化碳 (CO₂) (B) 甲烷 (CH₄) (C) 氮氧化物 (N₂O) (D) 氟氯碳化物 (CFCs)。

- () 4. 在各種探究古氣候的方法中，何者較適合幫助我們了解地球『千萬年』時間尺度的變動？
(A) 樹木年輪資料 (B) 湖泊沉積資料
(C) 珊瑚資料 (D) 大陸海岸沉積物資料。



- () 5. 參考右圖，米蘭科維奇提出：
長久以來，地球氣溫呈現十萬年震盪週期。然而，為什麼近代氣溫上升，卻引起全球高度關切與警覺？



- (A) 現在應該屬於『冰室氣候』時期，氣溫不應該上升 (B) 氣溫以罕見之快的速度上升 (C) 出現地球有史以來最高溫度 (D) 全球各地氣溫同步升高。

- () 6.關於近代暖化對地球環境造成的衝擊，下列敘述何者正確？
(A) 導致所有極端天氣發生 (B) 海水上升淹沒臨海陸地及島嶼
(C) 所有生物遭受另一次大滅絕 (D) 南極冰融開啓歐亞新航路。
- () 7.海平面上升對三角洲及島嶼地區威脅尤大，哪一事件最有可能導致全球海平面大幅上升？
(A) 北冰洋海冰融化 (B) 南極大陸冰原融化
(C) 格陵蘭冰川融化 (D) 青藏高原萬年冰河融化。
- () 8.除北極熊面臨生存危機外，暖化對其他生態也造成不小衝擊，下列敘述何者正確？
(A) 公海龜孵化機率增大 (B) 珊瑚骨骼增生速度加快 (C) 病媒蚊引起傳染病盛行
(D) 低海拔生物進入高海拔地區形成生物多樣性。
- () 9.愈來愈多證據顯示，許多動、植物可能淪為氣候變遷下的『環境難民』。關於暖化對台灣物種造成衝擊的敘述何者正確？
(A) 櫻花鉤吻鮭因水溫太高無法生存 (B) 烏魚因黑潮流速減慢不再南下洄游產卵
(C) 山毛櫸因氣溫升高已向低海拔地區分布 (D) 綠蠵龜因沙灘溫度過高導致孵化困難。
- () 10.暖化對台灣自然環境造成的影響及危機，下列敘述何者『不正確』？
(A) 近百年來氣溫上升倍於全球 (B) 海水上升威脅西部沿海低窪地區
(C) 瞬間暴雨容易引發山崩、洪水、土石流等災害 (D) 北部冬旱情形明顯加重。
- () 11. 有關「京都議定書」的敘述，下列何者『正確』？
(A) 人類第一次共同限制溫室氣體排放量 (B) 減量多寡乃依據目前各國二氧化碳排放量
(C) 美國以『傷害未開發國家經濟』為由拒絕簽署
(D) 在 2009 年哥本哈根會議上，全球已達成減量具體共識並簽署和約。
- () 12.關於台灣發展或使用的能源敘述，下列何者正確？
(A) 北部終年盛行東北季風，深具開發風力發電的潛力 (B) 太陽能發電是利用電子與電洞的移動，產生電流 (C) 東部黑潮流速大、潮差大，可以發展潮汐發電 (D) 核能不會排放二氧化碳，也不會造成環境污染，屬於綠色能源。
- () 13.有關『生質能源』的敘述，下列何者『不正確』？
(A) 二氧化碳可以不斷循環利用，形成封閉系統 (B) 含有醣類、澱粉或纖維素等農作物將用來製成『生質酒精』(C) 台灣中油生產 E3 就是 3%汽油加入 97%生質酒精所製成(D) 石蓴等大型藻類可望開發成新一代生質能源。

- () 14.在食、衣、住、行落實『節能減碳』的作法，下列何者『錯誤』？
 (A) 選擇當地時令食物，既新鮮又可增加食物里程 (B) 化學纖維材質的衣物製作過程需要耗費大量化石原料 (C) 屋頂遍種植物能減少太陽光直射，降低室內空調負擔 (D) 搭乘大眾運輸工具，推行共乘制度及車輛反怠速，也能減少能源浪費。
- () 15.有關家用電器之正確使用，下列何者敘述為真？
 (A) 冷氣機溫度應該設定在 38°C 左右 (B) 冰箱食物儲量應該儘量裝滿為宜 (C) 使用除濕機必須要保持室內與室外通風 (D) 白熾燈泡耗電量比省電燈泡或日光燈為高。
- () 16.台灣為推廣綠色商品，已設計環保類型的各類標章。下列有關標章圖示及詮釋意義何者『不正確』？

選項	標章名稱	標章圖示	詮釋意義
(A)	節能標章		節約省油、省氣、省電 提高能源使用效率
(B)	省水標章		提高用水效率 珍惜愛護水資源
(C)	綠色地球 環境標章		珍惜地球資源 創造綠色地球
(D)	台灣 碳標籤		用心減碳愛地球 落實綠色消費

- () 17.有一個標示 5W，65 流明/瓦特的省電燈泡，若通以電流，則每秒鐘發光強度多少流明？
 (A) 5 (B) 13 (C) 65 (D) 325
- () 18.下列燈泡材料，均通以 110v 電壓，產生同樣亮度，何者可能消耗最少電能？
 (A) 白熾燈泡 (B) 省電燈泡 (C) 日光燈 (D) LED 燈
- () 19.下列那一種方法『無法』提高燈具的發光效率？
 (A) 選用瓦數高的燈具 (B) 選用具有電子安定器的燈具
 (C) 選用光衰較少的燈具 (D) 選用具有節能標章的燈具。
- () 20.有關發光二極體 (Light Emitting Diode, LED) 發光原理的敘述，下列何者正確？
 (A) 利用高溫物體能發光的原理製成 (B) 在低壓條件下激發惰性氣體發光
 (C) 利用電子與電洞結合釋出能量發光 (D) 利用氣體放電產生紫外線照射管壁螢光粉發光