

十二年國民基本教育
自然科學領域教材與教學模組
研發模式與示例研發計畫
105 年成果報告
(四)

國小高年級組課程設計
【能量的種類與轉換】
「能量」大概念教學模組

委辦單位：教育部國民及學前教育署

承辦單位：國家教育研究院

計畫主持人：國立臺灣師範大學科學教育研究中心張俊彥主任

共同主持人：國立臺中教育大學科學教育與應用學系黃鴻博教授

國家教育研究院黃茂在副研究員

國家教育研究院吳文龍助理研究員

執行期程：105 年 1 月 1 日 ~ 106 年 3 月 31 日



目次

壹、基本資料	1
貳、設計理念	3
參、模組架構	5
肆、模組特色	6
伍、教學活動	7
5.1 「能量的種類與轉換」大概念教學模組教案	7
5.2 「能量的種類與轉換」大概念教學模組教材	10
能量的種類	10
能量的作用	14
能量的轉換	18
【統整活動】自然科學文章閱讀	20
陸、試教成果	29
6.1 教學活動紀錄	29
6.2 學生學習歷程	33
6.3 學生評量成果	53
6.4 教學研討會議	65
6.5 教學省思與教學回饋意見	72
柒、大概念教學模組價值與運用限制	75
捌、圖片提供者	76

圖目次

圖 1 模組架構圖-----5



國小高年級組「能量的種類與轉換」課程設計

壹、基本資料

研發團隊

黃茂在 國家教育研究院 副研究員
吳文龍 國家教育研究院 助理研究員
萬榮輝 桃園市立青溪國民小學 校長
王雅代 桃園市立青溪國民小學 教務主任
曾祥榕 國家教育研究院 研究教師
陳建智 桃園市青溪國民小學 自然科任教師

教材編撰、試教、修訂

吳文龍 國家教育研究院 助理研究員
曾祥榕 國家教育研究院 研究教師

活動名稱

活動名稱		
活動一 能量的作用	能量的概念與特性	1. 生活中能觀察到那些能量的作用 2. 能量如何產生作用
	學習後，學生可以理解	1. 能量是可以傳遞的 2. 能量是會釋放出來的 3. 能量能讓物體改變 4. 能量的種類有很多
活動二 能量的種類	能量會造成生活中許多物質的改變	1. 什麼是能量? 2. 生活中能觀察到能量的案例? 3. 自然科學研究中的能量形式有哪些?
	學習後，學生可以理解	1. 生活中的能量會產生不同的作用現象 2. 聲、光、電、熱、位、動、磁、機械、化學能等自然科學專有名詞的意義 3. 能量的型態是可以轉換的
活動三 能量的轉換	能量和物質具有流動、循環、不滅性和損耗	1. 不同能量之間可以轉換嗎? 2. 能量轉換後，形式與作用會改變嗎? 3. 能量能夠完全轉換成另一種形式嗎?

	學習後，學生可以理解	<ol style="list-style-type: none">1. 能量會由某種形式轉換為另一種形式2. 能量要產生作用，會有能量轉變的情況發生3. 能量的轉換是有循環的情況4. 能量具有不滅性，是因為損耗而不見
--	------------	--



貳、設計理念

本教學模組研發以大概念(Big idea)為設計核心理念，大概念可以是一個另類觀點、主題、活動策略、理論；大概念可以在一堆不重要的事實中分析出線索，並指引方向找出更多的事實真象以及有說服力的敘述。大概念具有以下特性：

1. 是一種概念的教導；
2. 是一種擴展和挑戰性的理解建構過程；
3. 具有工具性策略可解決問題。

教師藉由可探究關鍵的概念、議題、或引起爭議的問題、或尚未發現、或存在於課程內容做為基本問題(Essential question)，透過基本問題的提問，讓學生經歷積極審視課程內容的過程，使學生能深化其理解。所謂的基本問題是指概念、主題、持續的辯論和觀點、自相矛盾之說、理論、背後的假定、一再出現的問題、理解或原理。基本問題具有以下特性：

1. 在生活中各方面重視的重要問題(範圍廣、長期的、有爭議的)；
2. 學科內的核心概念和問題、關鍵概念、目的和價值、策略和技巧及應用的情境；
3. 學習核心學科內容的問題，能幫助學生有效探究及理解重要而複雜的概念、知識、技能。
4. 吸引一群特定而多元的學習者，並維持學生的興趣。

學習者以大概念、跨科概念的方式，進行擴展性和挑戰性的建構式領悟(comprehended)，透過基本問題來引發新的思惟(idea)，而不是將所有自然科的知識視為事實加以領會(apprehended)。

本教學模組教材以「能量種類與轉換」為單元主題，共分為「能量的作用」「能量的種類」、「能量的轉換」規劃教材學習及學生探究活動。另外，本教學模組，並以結構式的四個問題，如:a.我(看、聽、聞、感覺、嚐)到...(觀察)、b.我認為...(主張)、c.我的理由是...這樣說...(依據..已知)、d.所以我想問的問題是..(提問..想知)等，做為大概念教學的先備經驗架構，讓學生了解科學的本質與態度。而教學流程的規劃，則以美國的教育學者 Grant Wiggins 與 Jay McTighe 於 1998 年所提出 UbD(Understanding by Design)

來規劃。

UbD 模式講求「多元評量」、「學習者中心」，以及「問題解決導向」，UbD 的重要原則舉例如下四點：

一、利用大概念引導學習者積極學習

大概念(Big ideas)與主要問題(Essential questions)是 UbD 的重點之一，UbD 係將學科內容的「核心」概念或具備「可遷移到」其他學科的主題列為大概念。再依據「核心」概念或主題的大概念，提出我們生活中經常面對與解決的重要問題，與切中學科知識並能引起學習動機的問題。前述的轉化為課程核心的持續理解與主要問題。

二、協助學習者聚焦於持續理解(Enduring understanding)的六大面向

為引導學習者完成學習歷程，UbD 教學設計以六大面向來協助學者聚焦於學習內容。六大面向內容有：

1. Explanation 說明：利用學習歷程中的證據(作業與評量結果)來證明、推論、描述、設計與實證學習主題內容。
2. Interpretation 詮釋：轉化所學的新知識創造新事物。例如提出批評(建設性)、類比、隱喻、翻譯與預測等個人見解。
3. Application 應用：將所學應用於新的、獨特的，或未知情境脈絡。例如：創作、發明、解決與測試等活動。
4. Perspective 觀點：提出對事件、主題或情境的個人看法，並做出分析與結論。
5. Empathy 同理心：展現設身處地為他人著想的能力。例如參與角色扮演、解讀他人想法，以及分析、辯護他人行為等。
6. Self-Knowledge 自我認識：自我反思與評價，以及闡述反思後產生洞見為何，尤其要能持續監控與改善自我對資訊的蒐集、組織與分析的能力。

三、三階段的逆向設計(Backward design)

逆向設計意指先確認學科知識的終極學習遷移目標為何，由此展出大概念、主要知識與關鍵知識技能後(階段一)，再由階段一的關鍵產出設計實作任務，並定義需要蒐集用以評量的學習成效證據(階段二)，最後綜合階段一與二的重點設計有意義的學習活動。

四、將學習歷程是有脈絡記憶的「相簿」，而非片段式的「快照」

強調學習者要能夠事先規畫與事後整理學習歷程，並將學習歷程完整地紀錄下來，成為類似一本本依主題與脈絡建立的相簿集(album portfolio)，而非片段零散的快照(snapshots)。

參、模組架構

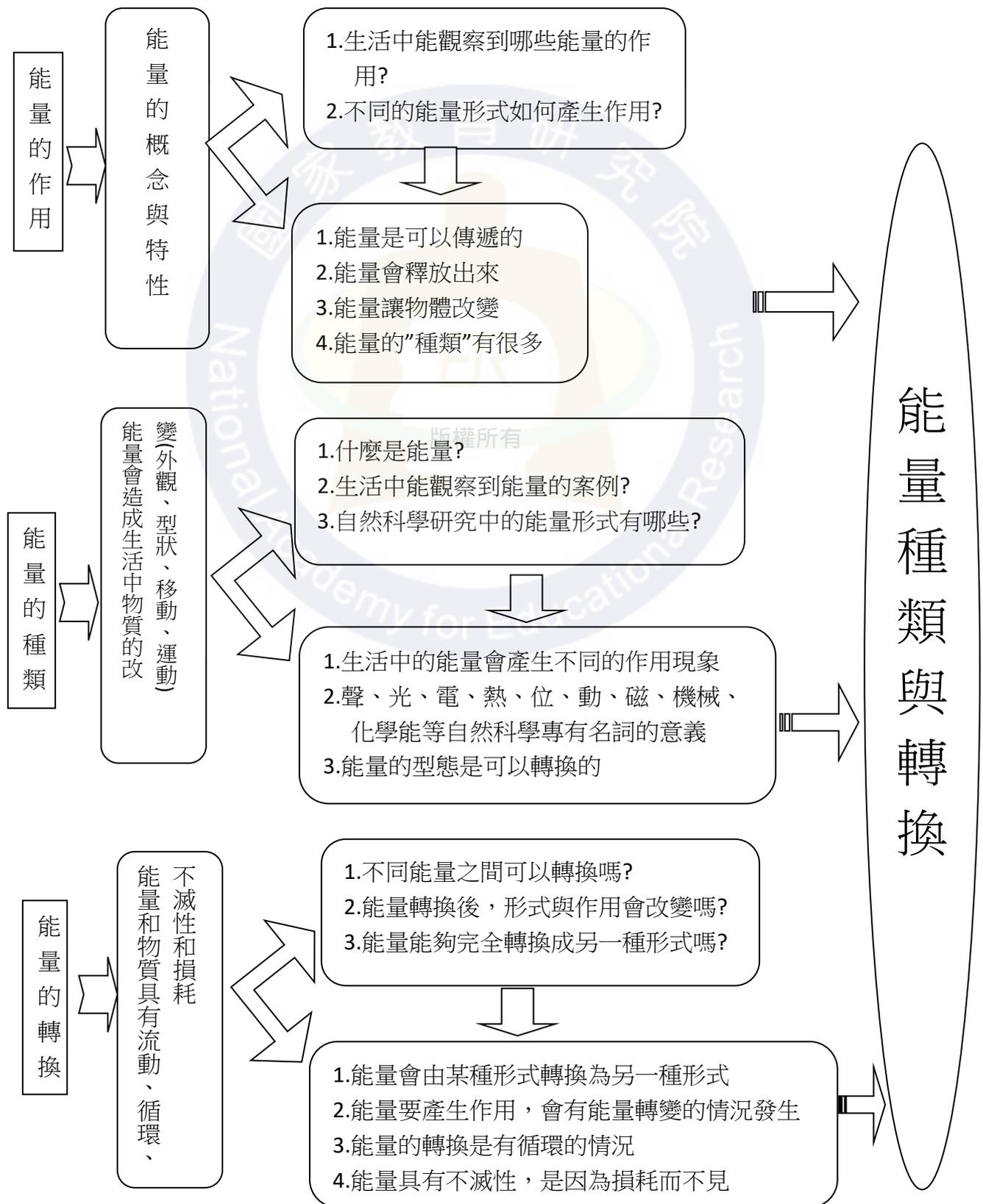


圖 1 模組架構圖

肆、模組特色

本單元教材以「能量的作用」、「能量的種類」、「能量的轉換與損耗」做為跨科大概念教學核心，並以各個活動的總括概念為教材主題，來貫穿整個教學活動。每個教學活動並以三個主要問題，作為學生學習重心。教案特色可以包括以下幾點：

- 一、以五下教科書三個單元為舊經驗起點，做為與能量概念的連結。
- 二、使用總括概念，做為三個學習內容主軸。
- 三、以主要問題做為教學活動的導入、提示與聚焦功能，並預告下一學習活動概念。
- 四、預先設定學生學習表現的評量標準，以隨時監控學生學習狀況。
- 五、學生自主學習與合作學習並重，教師以引導歸納學生思考為主要角色。
- 六、以學生心智能力發展為目標，著重 12 年基本教育自然科學領域核心素養發展，提供學生學習統整概念。
- 七、運用繪圖讓學生就實驗及現象進行科學解釋與紀錄，藉以檢核概念架構是否正確。
- 八、透過教案檢核，檢視科學素養的培養。

伍、教學活動

5.1 「能量的種類與轉換」大概念教學模組教案

教學活動一:能量的作用		階段一:期望的學習結果	
既有目標			
主題:藉由能量作用的學習,能有以下的學習表現			
1. 想像創造 ti-III-1:能運用好奇心察覺日常生活現象的規律性會因為某些改變而產生差異,並能依據已知的科學知識及科學方法想像可能發生的事情,以察覺不同的方法,也能做出不同的成品。 2. 建立模型 tm-III-1:能經由簡單的探究與理解建立模型,且能從觀察及實驗過程中,理解到有不同模型的存在。 3. 認識科學本質 ai-III-1:透過科學探索瞭解現象發生的原因或機制,滿足好奇心。			
理解事項	U(understanding)	主要問題	Q(question)
學生將會理解:		1.生活中能觀察到哪些能量的作用?	
1.本學期學過的單元中,有關能量的概念		2.不同的能量形式如何產生作用?	
2.能量具有哪些特性		3.不同能量之間有什麼關係?	
學生將知道	K(knowledge)	學生將能夠	S(skill)
1.能量是可以傳遞的		1.說出生活經驗中的能量種類	
2.能量會釋放出來		2.說出生活經驗觀察到的能量作用	
3.能量讓物體改變			
4.能量的"種類"有很多種			
教學活動一:能量的作用		階段二:評量結果的證據	
實作任務	T(tasks)	其他證據	OE(other evidences)
1.學生將能帶入素養探究技能的句型模式		1.以口頭或書面方式回答主要問題的某一題	
a 我看到... (觀察)		2.能在提問某一情境下,說出素養探究技能的句型	
b 我認為... (主張)		我看到烏魚子曬太陽後變紅	
c 我的理由是...這樣說... (依據..已知)		我認為,太陽能可以把東西變乾變硬	
d 所以我想問的問題是.. (提問..想知)		我的理由是:太陽的光(紫外線)產生熱會把水分蒸發	
2.各組提出讓小汽車移動的方法並驗證。		所以我的問題是:烏魚子怎麼會變紅?	
3.各組驗證讓小汽車移動的方法。		3.能說出物體的質性、形狀、狀態改變,是受到能量的影響(如蝦子蛋變熟是受熱能影響)	
		4.學生進行討論並畫出來讓小汽車移動的方法	
教學活動一:能量的作用		階段三:學習計劃	
學習活動		L(learning activities)	
1.觀賞北風與太陽的卡通短片,並提問問題(星期三觀賞教學活動)			
2.與學生一起檢討作業案例,提出問題討論(星期三討論教學活動)			
3.學生從太陽、空氣與燃燒、聲音等單元,所能連結到有關能量的概念(星期三講述討論活動)			
4.如何能讓小汽車移動,請各組討論提出驗證方法(星期三合作討論活動)			
5.學生分組活動實驗讓小車移動,並以素養探究技能的句型模式說出(星期五實驗活動)			
6.引導學生歸納出能量作用的特徵(星期五歸納實驗結果教學活動)			

教學活動二:能量的種類		階段一:期望的學習結果	
<p>既有目標</p> <p>主題: 藉由能量種類的學習, 能有以下的學習表現</p> <p>1. 分析與發現 pa-III-2:能從(所得的)資訊或數據, 形成解釋、發現新知、獲知因果關係、解決問題、或是發現新的問題。並能將自己的探究結果和他人的結果(例如來自同學)比較對照, 檢查相近探究是否有相近的結果。</p> <p>2.養成應用科學思考與探究的習慣 ah-III-1:利用科學知識理解日常生活觀察到的現象。</p>			
<p>理解事項</p> <p>學生將會理解</p> <p>1.生活中的各種改變(運動、移動、型狀、外觀)是與能量有關</p> <p>2.聲、光、電、熱等亦是能量的展現</p>	U	<p>主要問題</p> <p>1.什麼是能量?</p> <p>2.生活中能觀察到能量的案例?</p> <p>3.自然科學研究中的能量形式有哪些?</p>	Q
<p>學生將知道</p> <p>1.生活中的能量會產生不同的作用現象</p> <p>2.聲能、光能、電能、熱能、位能、機械能等自然科學專有名詞的意義</p> <p>3.能量的型態是可以轉換的</p>	K	<p>學生將能夠</p> <p>1.舉例說明生活中的能量現象</p> <p>2.以自然科學的專有名詞來說明生活現象</p> <p>3.以概念圖說明能量的作用</p> <p>4.以概念圖畫出能量轉換</p>	S
教學活動二:能量的種類		階段二:評量結果的證據	
<p>實作任務</p> <p>1.引導學生回顧上一周能量的素養探究技能句型模式</p> <p>2.教師引導學生討論, 請學生設定要討論及實驗證明的能量作用現象</p> <p>3.引導學生歸納實驗及討論</p>	T	<p>其他證據</p> <p>1.能回答主要問題中的任一題</p> <p>2.學生能說出能量的素養探究技能句型</p> <p>3.學生能從各種不同能量作用結果, 歸結出作用現象(如:型狀改變、位置改變……)</p>	OE
教學活動二:能量的種類		階段三:學習計劃	
<p>學習活動</p> <p>1.帶領學生進行實作以下各種能量作用, 並提出問題。著重在能量所作用出來的現象, 避免進度超前到能量的轉換。(星期三實驗示範或學生動手實驗教學)</p> <p>聲:音叉實驗音響前面放汽球打鼓震動光:太陽能車</p> <p>電:電產生光(手電筒)和熱(保麗龍切割器)熱:溫度計的應用或蠟燭燃蛇讓紙蛇旋轉</p> <p>力學:回力車風能:電風扇吹動小汽車</p> <p>化學能:課本有二氧化碳推擠保麗龍球的實驗</p> <p>2.學生依據前一活動, 寫出生活中能量作用與轉換的概念圖(星期三討論教學)</p> <p>化學能→電能→熱能</p> <p>熱:爆米花(熱導致食物變形或熟透)</p> <p>3.學生討論規劃進行能量二次轉換的計劃模型(星期三回家作業與星期五討論教學)</p>		L	

教學活動三:能量的轉換與損耗		階段一:期望的學習結果	
<p>既有目標</p> <p>主題:藉由能量的耗損,能有以下的學習表現</p> <p>推理論證 tr-III-1 能將自己及他人所觀察、記錄的自然現象與習得的知識互相連結,察覺彼此間的關係,並提出自己的想法及知道導與他人的差異。</p> <p>計劃與執行 pe-III-2 能正確安全操作適合學習階段的物品、器材儀器、科技設備與資源。</p> <p>討論與傳達 pc-III-2 能利用簡單形式的口語、文字、繪圖或實物、科學名詞、模型等,表達探究之過程、發現或成果。</p>			
<p>理解事項 U</p> <p>學生將會理解</p> <p>能量和物質具有流動、循環、不滅性和損耗</p>		<p>主要問題 Q</p> <p>1.不同能量之間可以轉換嗎?</p> <p>2.能量轉換後,形式與作用會改變嗎?</p> <p>3.能量能夠完全轉換成另一種形式嗎?</p>	
<p>學生將知道 K</p> <p>1.能量會由某種形式轉換為另一種形式</p> <p>2.能量要產生作用,會有能量轉變的情況發生</p> <p>3.能量的轉換是有循環的情況</p> <p>4.能量具有不滅性,是因為損耗而不見</p>		<p>學生將能夠 S</p> <p>1.瞭解能量的形式多元,產生的作用也不相同</p> <p>2.追溯能量的源頭</p> <p>4.理解能量能夠轉換,但是會有損失</p>	
教學活動三:能量的轉換與損耗		階段二:評量結果的證據	
<p>實作任務 T</p> <p>1.教師與學生做能量轉換的實驗</p> <p>2.學生實驗能量二次轉換的計劃模型,證明能量是可以轉換的</p>		<p>其他證據 OE</p> <p>1.能回答上述問題中的任一題</p> <p>2.學生能說出該組的實驗設計或畫出概念圖</p>	
教學活動三:能量的轉換與損耗		階段三:學習計劃	
<p>學習活動</p> <p>1.回想上一周的實驗內容及實驗結果,藉以引發學生學習動機(星期三討論教學)</p> <p>2.學生做單一實驗(就以下案例進行挑選,在老師引導下進行實驗活動)(星期三實驗教學)</p> <p>光:太陽驅動太陽能車(光能轉動能)</p> <p>電:電動機的製作(電能或化學能轉動能)</p> <p>動能:手搖發電手電筒(動能轉光能)、驅動風力車(動能轉動能)</p> <p>化學能:課本有二氧化碳推擠瓶口保麗龍球的實驗、電池電扇(化學能轉動能)</p> <p>風能:電風扇吹動小汽車</p> <p>3.引導學生討論並列舉出在生活中產生能量轉換的型態(汽車會動飛機會飛輪船航行是什麼原因,並要求各組就設定要實驗證明的能量轉換實驗開始實做(星期三討論教學))</p> <p>4.學生實作二次能量轉換的實驗(星期三及五實作教學)</p>			

5.2 「能量的種類與轉換」大概念教學模組教材

《能量的種類》

重要語詞

能量、傳遞、作用、轉換

各位同學還記得本學期剛開學，我們學過也練習寫過的自然科學探究句型模式嗎？就是下面這四個句型。這次我們要用這四個句型來看一個我們非常熟悉的故事，並說一說你看到什麼？

a 我(看、聽、聞、感覺、嚐)到... (觀察)

b 我認為..... (主張)

c 我的理由是...才這樣說... (依據..已知)

d 所以我想問的問題是..... (提問..想知)

例如：我看到烏魚子曬太陽後變紅

我認為，太陽能可以把東西變乾變硬

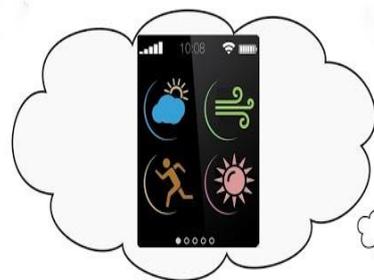
我的理由是太陽的光（紫外線）產生熱會把水分蒸發，我才這樣說

所以我想問的問題是：烏魚子怎麼會變紅？



小時候我們都聽過北風與太陽的故事，大家都知道最後是暖暖的太陽讓路人把大外套脫掉。這個故事你學到什麼？如果我們從自然科學的方式來看這個故事，我們可以學到什麼？就讓我們一起從頭來看這個非常熟悉的故事。

各位同學在看過故事後，請同學按照之前我們學過、也練習寫過作業的自然科學探究句型模式，說一說你看到什麼？



北風與太陽相爭...

那路人怎麼辦？



從太陽、空氣與燃燒、聲音的探討等三個單元，哪些內容是可以利用能量的方式來說明呢？



敲打音叉後，將音叉放到耳朵邊可以清楚聽到音叉振動時產生的聲音。



敲打音叉後，馬上將音叉接觸水面，音叉產生的振動會使水面濺起水花。



敲打音叉後，用吸管吸一些水滴在音叉上，音叉產生的振動會使水滴被彈開，成為更小的水珠。
敲打音叉後，將水滴在音叉上。



敲打音叉後，馬上放在撒上許多碎紙片的白紙下方，音叉產生振動會使白紙上方的碎紙片不停的跳動。
敲打音叉後，將音叉接觸紙張

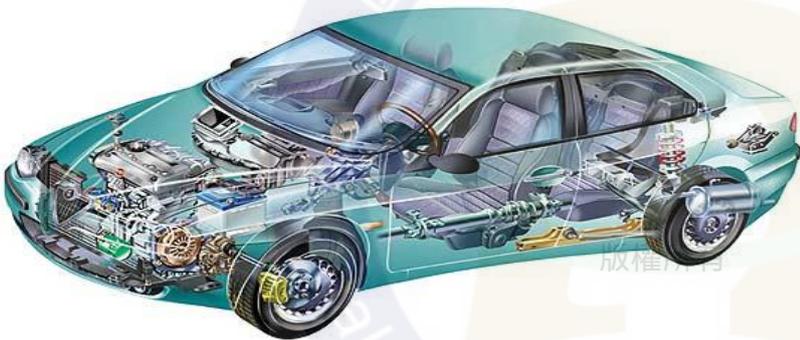


請你再想想看，還有哪些生活經驗，可以用能量的自然科學探究句型模式來思考呢？

我想到的有：

接下來，老師要請同學共同設計一個活動，題目叫做:如何讓車子移動。

各位同學都知道，汽車和摩托車因為有裝設引擎，將能量傳遞到輪胎，它們才會移動；而腳踏車會移動是人踩動踏板，帶動鍊條，將能量傳到輪胎才會移動。





現在，請各位同學每三人一組，利用學過不同種類的能量，想辦法讓左邊圖片中的車子移動。請利用以下空白的地方，用很熟悉的自然科學探究句型模式，寫出要探討的問題；並畫出你們這一組的設計圖。

- a 我看到.....（觀察）
- b 我認為.....（主張）
- c 我的理由是...才這樣說...（依據..已知）
- d 所以我想問的問題是.....（提問..想知）

上完這個活動，你能回答或畫圖說明以下的問題嗎？(任何一題都可以)

1. 生活中能觀察到哪些能量的作用？
2. 不同的能量形式如何產生作用？
3. 不同能量之間有什麼關係？

《能量的作用》

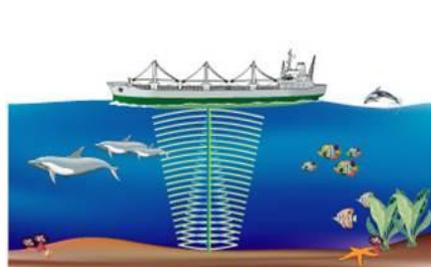
重要語詞

能量種類、能量作用、能量儲存、位能、彈力位能、能量轉換

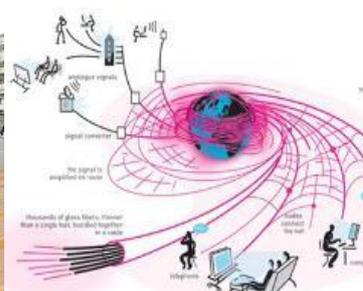
在「能量的種類」活動中，已經知道在日常生活會有不同種類的能量；我們也透過小車子移動的實驗設計與驗證，發現不同能量都會產生車子移動的作用。本單元「能量的作用」這個活動，有兩個目標：第一個目標是針對不同的能量，產生不同作用現象，做一個整理。第二個目標是知道在自然科學世界中，這些能量種類的命名。

這學期已經從課本學到許多有關能量的知識，包括：第一單元「太陽」，學到陽光會產生作用，讓太陽能車移動。第三單元「空氣與燃燒」，看到燃燒產生的熱，會讓食物表面和內部產生改變；以及寶特瓶裡面的化學反應，讓保麗龍球從瓶口噴飛起來。第四單元「聲音的探討」，看到音叉振動後，會產生聲音，放進水盆裡面，也會有許多小水珠噴濺出來。以上這些都是觀察到的能量種類與作用現象。接下來，我們要針對聲音、光、熱、電、風等不同的能量，進行能量作用的實驗證明。

聲音的作用



光的作用



電的作用

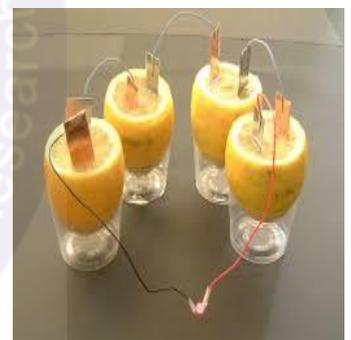


風的作用

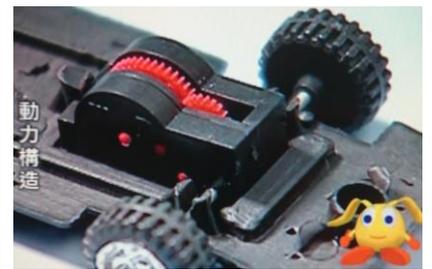


化學反應的作用

版權所有



???? 的作用



對於最後一項的能量作用，各位同學你會如何稱呼呢？研究自然科學的專家又會用什麼來稱呼？我們先不管要如何稱呼這樣的能量作用，重要的是讓各位同學能親自動手做一部回力車。

材料：廢棄光碟片 2 片，紙筒 1 個，寶特瓶蓋 1 個，螺帽 1 個，竹筷 1 雙，橡皮筋 2 條。



做完回力車實驗後，我們整理一下從這個學習活動到底學到什麼。請利用下列表格，寫出各種能量作用是由哪種能量轉換成另一種能量形式；這種能量的作用讓物體產生怎樣的改變。

能量的作用	能量的轉換	有什麼現象發生
例：音響前面的氣球	(聲)能 → (動)能	氣球往前面動或振動
A.太陽能車實驗	()能 → ()能	
B.紙蛇實驗	()能 → ()能	
C.風車轉動	()能 → ()能	
D.凸透鏡聚光燃燒	()能 → ()能	
E.保麗龍切割器	()能 → ()能	
F.水果數字鐘	()能 → ()能	
G.迴力車	()能 → ()能	
H.實驗小車子從斜坡往下滑	()能 → ()能	
I.吹風機	()能 → ()能	
J.彈弓	()能 → ()能	
K.雙手摩擦	()能 → ()能	
L.電土炮(衝天炮)	()能 → ()能	

結論:

從表格內各種能量作用的學習活動，我們知道生活中物品的

()、()、()、()、()

會改變，是與能量作用能量有關。

為了讓下一個學習活動進行順利，請各位同學三個人一組，大家一起討論下一次上課的重要內容—能量的二次轉換。現在老師將步驟寫出來，並利用作業簿進行討論畫圖。

第一個步驟:開始討論要做哪些能量的二次轉換

例如: 風能→ 電能 → 動能

第二個步驟:將這樣的構想，以概念圖畫出來

第三個步驟:評估成功的可能性。(請注意老師提供的能量轉化器具，是否可以達到妳們的目的)

本實驗僅能提供:

風 能: 馬達與風扇

化學能: 電池

動 能: 馬達

電 能: 電池串並聯

另外還有以下材料:齒輪、橡皮筋、電線、實驗用玩具車

結束這個學習活動後，請妳回答或畫圖說明以下的任何一個問題。

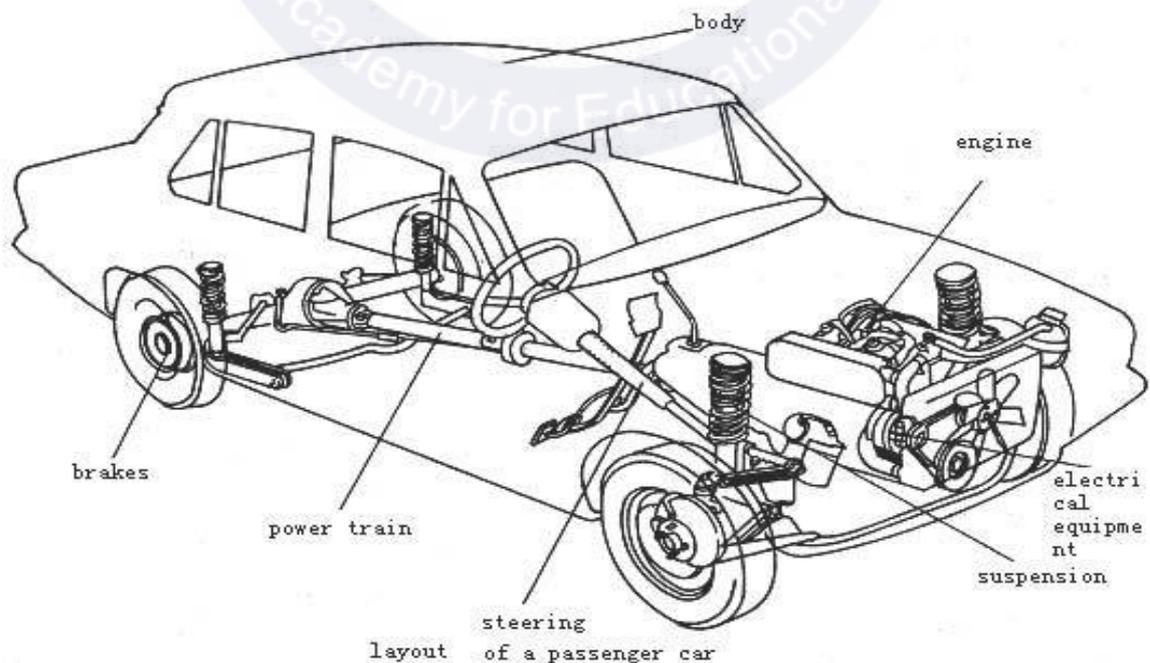
1. 什麼是能量?
2. 生活中能觀察到能量的案例?
3. 自然科學研究中的能量形式有哪些?

《能量的轉換》

重要語詞

能量轉換、二次轉換、系統

人類利用機械，目的就是不要讓自己太勞累，生活過得舒服一點。所以，在日常生活中會使用到不同能量來操作機械。例如：為了有涼涼的風吹來，研發出電風扇；為了移動速度更快更省力，開發出腳踏車；為了到遠處去旅行或載運貨物，發明飛機、汽車、輪船；為了…而發明…等。這些機械使用了聲能、光能、電能、風能、熱能、化學能、位能…等，省下不少時間和金錢，也提供許多生活的方便。我們也從前面的學習活動知道許多能量的知識與簡單機械的操作，例如：汽車就是利用很多種能量作用，才成為一種安全、快速又便利的交通工具。



「能量的轉換」這個活動，就是將前面「能量的種類」與「能量的作用」所學習到的知識，應用到我們所要做出來的簡單機械系統。舉個例子來說：汽車會動，是它有四個輪子的原因嗎？如果不是四個輪子的關係，那車子為什麼會在

馬路上跑。汽車它是利用哪些種類的能量?不同種類的能量產生什麼作用?才會讓汽車跑得順利又快速!我們可以參考下面汽車的簡單系統結構圖，就能了解汽車是很多種能量的轉換，才成為我們理想中的交通工具。



在上一次上課，同學們已經有討論過「**能量的二次轉換**」，現在就請各組做一個簡單的介紹。介紹完後，我們就會開始進行實際的能量轉換的實際操作。

【統整活動】自然科學文章閱讀

結束三個實驗活動，同學們對能量概念與轉換應該都有相當程度的了解。

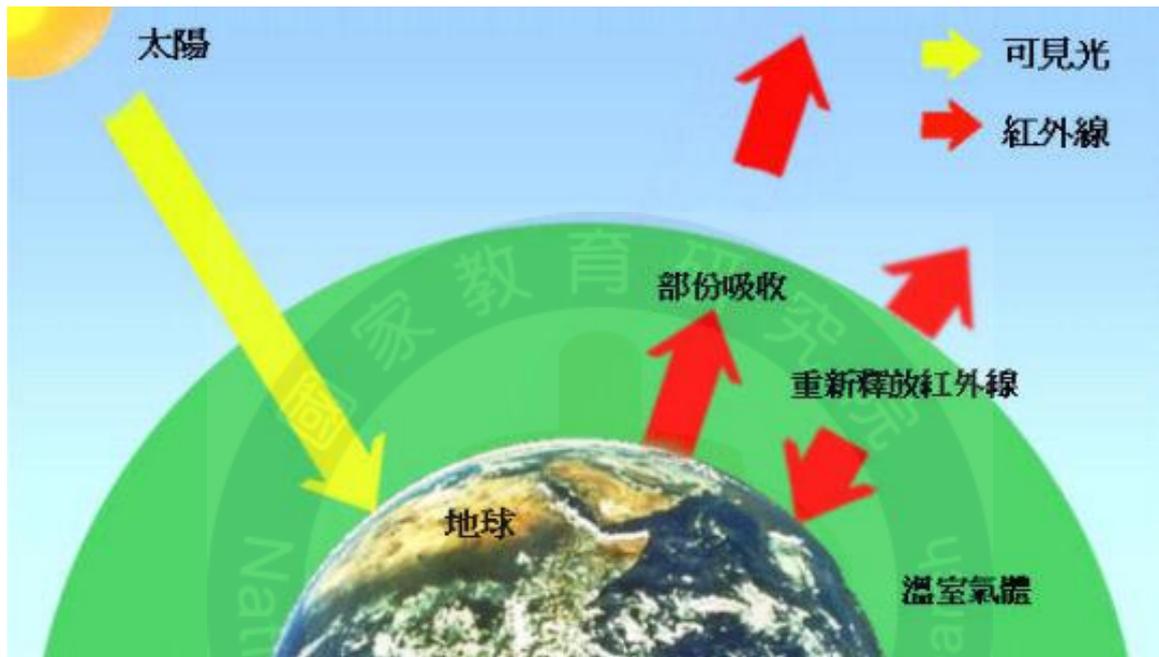
為了更完整的了解能量與轉換，需要讓同學進行自然科學文章的閱讀。期待同學發揮你的語文閱讀能力，透過閱讀 1~2 篇的自然科學文章，對「能量概念與轉換」有更深入更寬廣的了解。文章有點長，慢慢看，不懂的地方可以問老師。

《把太陽光轉變成化學能》

在這篇文章中將介紹如何效法植物的光合作用，把太陽光能轉成化學能，就可以解決人類過度使用能源和溫室氣體的問題。

第一節 溫室效應與解決方法

當太陽照射地球時，大約只有一半的太陽光能穿透大氣層，到達我們所居住的地球表面。而太陽光被大氣層吸收的過程中，有一部分會轉變成紅外線，直接再反射回外太空，但是大氣層中的二氧化碳，卻將原本要反射回外太空的紅外線，再一次反射回大氣層，太陽能又再一次被轉變成熱能。這些能量（熱能）無法從地球表面釋出，就造成了溫室效應，其中二氧化碳就被叫作溫室氣體。特別在工業革命後，人類大量燃燒煤炭、石油、天然氣等燃料，因此排放更大量的二氧化碳進入大氣層，加劇溫室效應，因此我們所生活地球就像是蓋上厚厚的棉被，也就愈來愈熱。

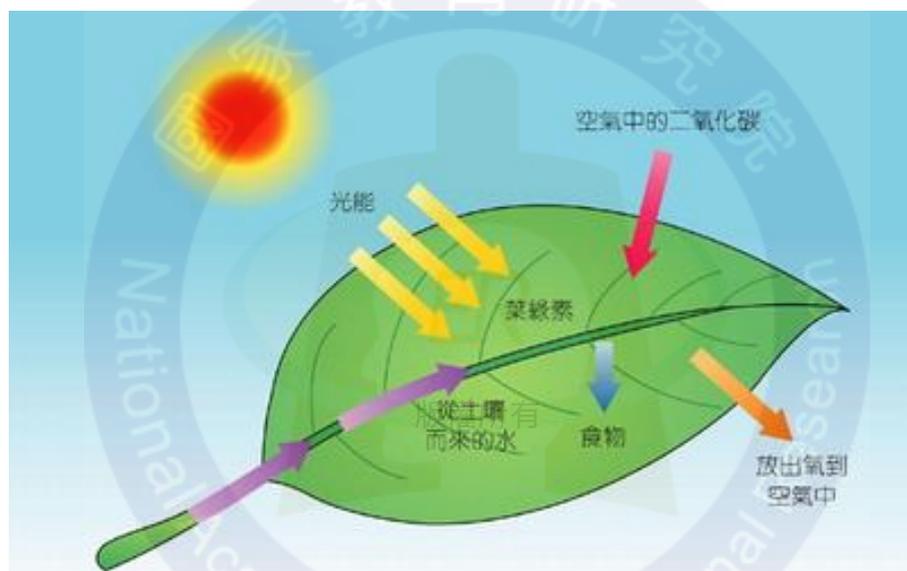


自然界的植物進行光合作用時會利用二氧化碳和水，再吸收太陽光轉化成一種叫作「碳水化合物」的物質，而這種透過化學反應所儲存能量，就叫作化學能。下一節我們就會詳細介紹光合作用。

因此，許多科學家得到一個結論—「光合作用能處理溫室氣體—二氧化碳」，不但可以將太陽能儲存為化學能，也能減少二氧化碳的濃度。不過，令人很灰心的事情就是全球植物光合作用的速度，仍比不上燃燒燃料的速度，以致越來越多的二氧化碳累積在大氣層中，過度的溫室效應更加重了全球暖化的現象。

第二節 光合作用是什麼

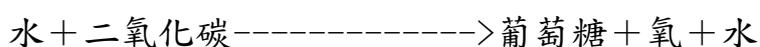
光合作用是植物在太陽照射時，透過葉綠素把二氧化碳和水轉化為碳水化合物，同時釋放出氧氣，這個過程就將太陽能儲存為化學能。



簡單來說，光合作用可分兩個過程：第一階段因為需要太陽光所以就叫作光反應，在這個過程中水會被分解而產生氧氣；第二階段因為不需要太陽光所以就叫暗反應，在這個過程中二氧化碳會轉化成葡萄糖，同時也會產生一部份的水，其中化學能就是儲存在葡萄糖中。

光合作用的第一階段光反應會吸收太陽的光能，得到分解水所需要的能量，而分解水的過程中也會排出大量的氧氣，提供自然界的生物呼吸。整個光合作用的反應，可用下列的反應式表示：

葉綠體



太陽光

我們把上面的內容用能量的說法做一個整理，也就是說植物的光合作用就是把光能轉換成化學能。

第三節 結論—光觸媒

現在我們回頭來看看文章一開始所碰到的問題，人類產生大量的溫室效應氣體—二氧化碳。為了解決問題，科學家如何利用植物這麼奇特的光合作用呢？

科學家在實驗過程中發現到一種材料—光觸媒，它是一種具有吸收光能，且能增加反應速率的新材料，加速光能轉變成為化學能的過程，這種功能就如同植物的光合作用一樣，可以把光能轉換成化學能。

科學家所進行的科學方法有兩步驟：(1) 第一步驟：以光照射水之後，分解成氧和氫，氧氣可以供生物呼吸，而氫將參與下一個步驟的反應，以及提供所需要的能量；(2) 第二步驟：空氣中吸收的二氧化碳被氫還原成碳水化合物，產生與植物進行光合作用的相同產物。

由上述可知，光觸媒運用取之不盡、用之不竭的太陽光做為能源，將二氧化碳變成碳水化合物的燃料，不僅可降低二氧化碳濃度對地球造成的影響，更是生產能源最環保的途徑。

(本文章改編自 科學發展 2015 年 4 月 508 期 吳紀聖 臺灣大學化學工程學系)

《能量的概念與轉換》

任何物體做一個動作，都必然與能量有關。以人類來說，吃飯、睡眠要消耗能量，開車或跑步同樣也要消耗能量。由此可知能量對萬物的運作十分重要，在這篇文章中我們將介紹有關能量的重要概念，以及它們是如何轉換的。



第一節 生活中的各種能量

能量是什麼？就科學家來說，只要是對物體產生作用就稱為能量。有以下的例子可以讓大家參考：

例子一：當我們用手推動玩具小車時，手會把能量傳遞給車子，讓車子離開原來的位罝。以這個例子來說，車子移動就是能量的作用。

例子二：漁民曬烏魚子時，太陽光照射在烏魚子上，這種能量不僅讓烏魚子的表面顏色改變，原本軟軟的烏魚子也變為硬硬的。以這個例子來說，烏魚子的外觀改變就是能量的作用。

例子三：老師把汽球放在音響前面，重低音的音樂讓氣球不斷地晃動。以這個例子來說，氣球晃動就是能量的作用。

例子四：小智和小芯兩個人面對面以手互推對方，結果力量大的小智把力量弱的小芯推倒。以這個例子來說，小芯的位置改變就是能量的作用。

綜合上述四個例子可知：我們給物體能量，物體被移動到其他位置、又或物體的顏色被改變、又或物體的形體被改變、又或物體的軟硬本質被改變，這些現象就是外加的能量對物體生了能量作用。

第二節 各種形態的能量-力學能

我們要使物體產生作用時，一定要給這物體能量，但能量的種類有很多種，
以下就讓我們來認識不同的能。

「**力學能**」包括有**動能**、**位能**及**聲能**等三種。打樂樂棒球時，拿樂樂棒把球用力打出去，球從不動靜止變成飛出去的狀態，這是因為球獲得了能量，我們稱這種能量為**動能**。

其次，**位能**又分為**重力位能**、**彈力位能**。當我們抬高木板的其中一端，如果放開玩具小車，它就會從高的一邊滑下來。接下來，小朋友可以想想看玩具小車的高度增加，是不是也是一種能量的作用呢？

沒錯，答案和你想的一樣，這當然也是一種能量的作用。科學家把這種能量叫作**重力位能**，隨著高度增加就會有愈多的位能被儲存起來，玩具小車舉得越高，重力位能越大。

小朋友可以再想看看用橡皮筋也可以讓車移動或飛出去，而且橡皮筋拉的愈長，玩具小車的速度也愈快，那這是不是一種能量的作用呢？

答案和上一題一樣，這當然也是一種能量的作用。橡皮筋的長度增加時，就會有愈多的位能被儲存在橡皮筋中，科學家把這種能量叫作**彈力位能**，玩具小車的橡皮筋拉的愈長，**彈力位能**越大。

最後一種力學能是**聲能**，**聲能**可以透過聲音的現象將能量傳遞出去，常常會造成物體振動，因此聲音也是一種特殊的「力學能」，例如我們看到音響前面的氣球，在音樂聲中不斷地振動，這是聲音給氣球能量，產生能量作用。



第三節 各種形態的能量-化學能與熱能

某些物質會因為化學組成的不同，而擁有潛在的能量，這些能量可以透過化學反應釋放出來，這種儲存起來的能量就叫做「**化學能**」。例如：植物光合作用會產生葡萄糖，被動物消化吸收後可以提供動物運動時的能量。

當物體發生化學變化時，通常是以熱能出現，但有時也會以光能或電能方式出現，例如：我們做水果發電時，銅棒及鋅棒插在檸檬中會產生化學反應，發電後可以讓數字鐘運作與 LED 燈發亮，也就是化學能轉換為電能，電能再讓 LED

燈發光產生光能，以上都是能量的轉換與作用。



最後，「**熱能**」會從高溫的物體傳到低溫的物體，或者從一個物體的高溫部分傳到低溫部分，之後再對物體產生了能量作用，例如：曬烏魚子、曬棉被、烤肉、燒開水等都是熱能所產生能量作用。

第四節 能量守恆原理

在前面三小節的內容中，我們可以知道能量有各種不同形態，產生不同的作用，但能量不會無中生有，也不會自行消失，科學家就稱之為「**能量守恆**」。但小朋友可以想看看，能量轉換時是不是能達到完全的轉換，科學家有辦法讓某一種能量完完全全轉變成另一種能量嗎？

答案可能和大家想的不太一樣，原因是能量轉換的過程中，往往不會只轉換成另一種的能量，而是很多不同種類的能量。當然所有轉換後的能量總合仍然是遵守能量守恆，但部份種類的能量可就不一定是我們想要的能量，例如推動玩具小車時，我們提供動能給玩具小車，但有一部份卻被摩擦力抵銷，造成玩具小車很快就停下來，部份能量因為摩擦生熱而轉變成熱能，這種能量損失不見的現象就稱為「**能量的逸散**」。可知玩具小車停下來的現象並不是動能消失

了，而是轉換成我們所不需要的熱能。

「能量的逸散」最好的例子就是汽車引擎運轉。引擎運轉主要是把化學能轉換成動能來用，通常是燃燒汽柴油來產生化學能，但在這一過程裡無法避免地會使引擎發熱，而這個熱能對車子沒有用處，只能任它逐漸傳遞到空氣中，這一部分能量便損耗了。

由上述可知，各種形態的能量可以互相轉換，而且我們為了使用方便，也往往故意把某種形態的能量轉換成另一種形態。當能量的形態改變時，其中總會有一部分的能量是我們沒有辦法使用的，就會損失掉這部分的能量。

(本篇文章改寫自科學發展 2004 年 5 月，377 期 蔡信行 能量的概念與轉換)

陸、試教成果

6.1 教學活動紀錄

6.1.1 素養探究技能的句型模式

(1)教師請學生以自然科學探究句型，探討教材第四頁的「如何讓車子移動」



(2)各組發表該組如何探討與操作「如何讓車子移動」

學生說明以手推動車子移動



學生說明以斜坡讓車子移動



6.1.2.1 能量的種類

(1) 教師說明上課重點內容

- A. 什麼是能量？
- B. 生活中能觀察到能量的案例
- C. 自然科學中的能量種類有哪些？

(2) 教師示範與指導

教師示範風能讓扇葉轉動產生電



教師指導水果發電



教師示範熱水讓風扇轉動



(3) 教師提示主要問題

- A. 生活中能觀察到那些能量的現象？
- B. 不同的能量形勢如何產生作用？
- C. 不同的能量之間有什麼關係？

教師提示主要問題並示範聲能轉動能



教師示範光能產生動能實驗



學生操作電能變熱能切割保麗龍實驗



學生操作熱產生能的紙蛇實驗



6.1.2.2 能量的作用

(1) 學生製作迴力車



6.1.3 能量的轉換

(1) 教師說明教材內容中的能量轉換案例



(2) 學生利用教材設計能量轉換的模型並操作實驗



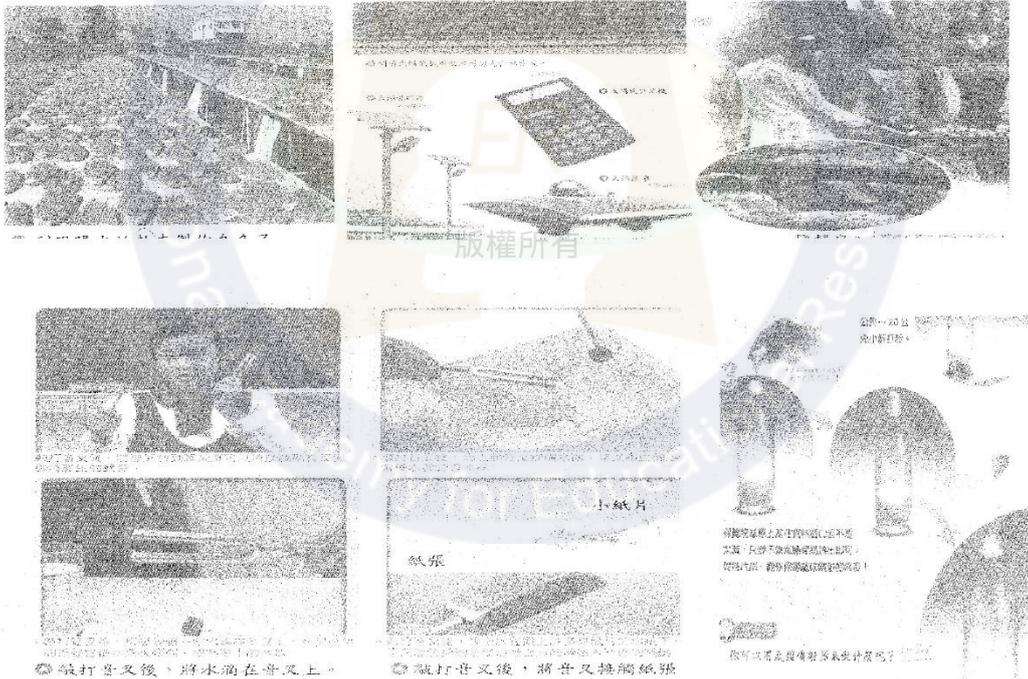
6.2 學生學習歷程

6.2.1 能量的種類

6.2.1.1 能量的探究句型

作用引起改變

從太陽、空氣與燃燒、聲音的探討等三個單元，哪些內容是可以用能量的方式來說明呢？



請再想想看，在你的生活經驗當中，還有哪些種類的能量，可以用自然科學探究句型模式來思考呢？請利用以下空白地方寫出一種能量的探究句型。

我想到的有：我聽到你在叫
我認爲是電之後讓你在動才會叫
我的理油是電就會叫
所以我想問的問題是電之後怎麼讓你在
動？

從太陽、空氣與燃燒、聲音的探討等三個單元，哪些內容是可以用能量的方式來說明呢？

作用才看到改變



請再想想看，在你的生活經驗當中，還有哪些種類的能量，可以用自然科學探究句型模式來思考呢？請利用以下空白地方寫出一種能量的探究句型。

我想到的有：

我看到電風扇在轉動
 我認為電風扇獲得電能在以電能轉為動能
 有的理由是——如果沒有電源，電風扇就不會轉
 我想問的問題是：電風扇如何轉換能量

從太陽、空氣與燃燒、聲音的探討等三個單元，哪些內容是可以用能量的方式來說明呢？作用⇒看到改變



請再想想看，在你的生活經驗當中，還有哪些種類的能量，可以用自然科學探究句型模式來思考呢？請利用以下空白地方寫出一種能量的探究句型。

我想到的有：我看到燈泡亮了
 我認為按下開關，它就會變亮或不亮。
 我的理由是會產生電力。
 我的問題是：燈泡裡面是否有電力？

25

從太陽、空氣與燃燒、聲音的探討等三個單元，哪些內容是可以用能量的方式來說明呢？



請再想想看，在你的生活經驗當中，還有哪些種類的能量，可以用自然科學探究句型模式來思考呢？請利用以下空白地方寫出一種能量的探究句型。

我想到的有：我看指北(原)針在動
 我認為是南北極的力場始它動
 我的理由是用力鐵在它旁邊它會動
 所以我的問題是地球那個部位產生力場始指北原針動。

從太陽、空氣與燃燒、聲音的探討等三個單元，哪些內容是可以用能量的方式來說明呢？



請再想想看，在你的生活經驗當中，還有哪些種類的能量，可以用自然科學探究句型模式來思考呢？請利用以下空白地方寫出一種能量的探究句型。

我想到的有：

作用 → 看到改變

我看到水果電池可發電

我認為水果電池的電力比乾電池的電力還小

我的理由是我用電壓表測量水果電池的正極用

鐵釘負極用碳棒結果測出來是0.65伏特乾

電池是1.5伏特，所以證明一顆水果電池比一

顆乾電池電力還小

我提問的問題是如果用串聯LED燈炮發電會不

會比用一顆乾電池更亮

如果正極用鐵釘
負極用碳棒的

從太陽、空氣與燃燒、聲音的探討等三個單元，哪些內容是可以用能量的方式來說明呢？



請再想想看，在你的生活經驗當中，還有哪些種類的能量，可以用自然科學探究句型模式來思考呢？請利用以下空白地方寫出一種能量的探究句型。

我想到的有：窗戶上有露珠

因為氣候潮濕使得窗戶上有很多露珠

這是水蒸氣吸負在窗戶上

為什麼會有水蒸氣

從太陽、空氣與燃燒、聲音的探討等三個單元，哪些內容是可以用能量的方式來說明呢？作用 \Rightarrow 看到改變



請再想想看，在你的生活經驗當中，還有哪些種類的能量，可以用自然科學探究句型模式來思考呢？請利用以下空白地方寫出一種能量的探究句型。

我想到的有：我看到當同學被躲避球打到時球會反彈出去。
我認為這是作用力與反作用力的作用。
我的理由是當同學被打到時會向後退而球會往前彈。
我的問題是真的有這個作用力嗎？

從太陽、空氣與燃燒、聲音的探討等三個單元，哪些內容是可以用能量的方式來說明呢？

作用 → 看到改變



請再想想看，在你的生活經驗當中，還有哪些種類的能量，可以用自然科學探究句型模式來思考呢？請利用以下空白地方寫出一種能量的探究句型。

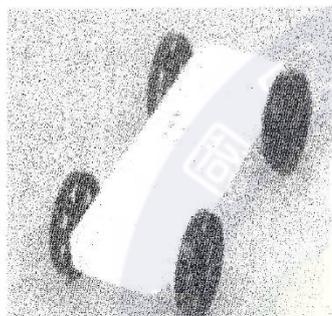
我想到的有：太陽能車 → 熱能變動能，它要有太陽能才能
綠茶

- 我看到太陽能車可以動
- 我認為它是利用太陽能發動的
- 我的理由是因為太陽能車需要靠熱能，這樣說如果沒有了熱能，太陽就不能動了。
- 所以我想問的問題是如果沒有了太陽，它是不是就不能動了。

2

(12)

6.2.1.2 能量探究句型與實驗設計操作



現在，請各位同學每三人一組，利用學過不同種類的能量，想辦法讓左邊圖片中的車子移動。請利用以下空白的地方，用很熟悉的自然科學探究句型模式，寫出要探討的問題；並畫出你們這一組的設計圖。

a 我看到..... (觀察)

b 我認為..... (主張)

c 我的理由是...才這樣說... (依據..已知)

d 所以我想問的問題是..... (提問..想知)

我看到車子在動
 我認為車子會動是因為
 橡皮筋拉動(橡皮筋)會動
 我的理由是可以用橡皮筋
 為什麼可以讓車子動

鐵??
 橡皮筋
 車

生活經驗中，能觀察到那些能量的作用?
 不同種類的能量，如何產生作用?
 不同種類的能量，它們之間有什麼關係?



現在，請各位同學每三人一組，利用學過不同種類的能量，想辦法讓左邊圖片中的車子移動。請利用以下空白的地方，用很熟悉的自然科學探究句型模式，寫出要探討的問題；並畫出你們這一組的設計圖。

- a 我看到..... (觀察)
- b 我認為..... (主張)
- c 我的理由是...才這樣說... (依據..已知)
- d 所以我想問的問題是..... (提問..想知)

我看到車子在動
 我認為氣球中排出氣體產生
 風傳遞到車輪而使車子前進
 我的理由是：把手放在
 氣孔感覺得到涼涼的
 所以我想知道：車子向前
 之後，能量跑到
 哪裡去了？



生活經驗中，能觀察到那些能量的作用？
 不同種類的能量，如何產生作用？
 不同種類的能量，它們之間有什麼關係？



現在，請各位同學每三人一組，利用學過不同類型的能量，想辦法讓左邊圖片中的車子移動。請利用以下空白的地方，用很熟悉的自然科學探究句型模式，寫出要探討的問題；並畫出你們這一組的設計圖。

※將風能傳遞到整台車子，它才會移動。

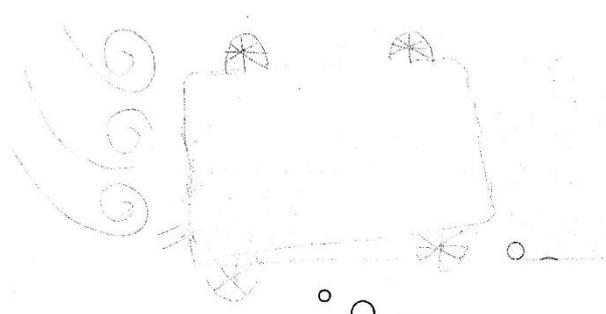
a 我看到..... (觀察) 我看到車子正在移動。

b 我認為..... (主張) 我認為用嘴巴吹可以使

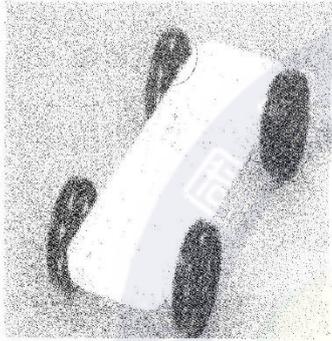
c 我的理由是...才這樣說... (依據..已知) 我的理由是風力會轉成

d 所以我想問的問題是..... (提問..想知) 我的問題是：動力。

為什麼風可以使車子移動？



生活經驗中，能觀察到那些能量的作用？
不同種類的能量，如何產生作用？
不同種類的能量，它們之間有什麼關係？



現在，請各位同學每三人一組，利用學過不同種類的能量，想辦法讓左邊圖片中的車子移動。請利用以下空白的地方，用很熟悉的自然科學探究句型模式，寫出要探討的問題；並畫出你們這一組的設計圖。

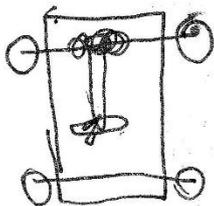
- a 我看到..... (觀察)
- b 我認為..... (主張)
- c 我的理由是...才這樣說... (依據..已知)
- d 所以我想問的問題是..... (提問..想知)

(我看到車子動了)

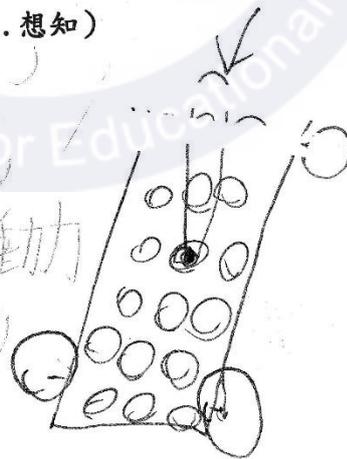
(我認為橡皮筋綁好正在為產生動力)

我的理由是拉動

輪軸



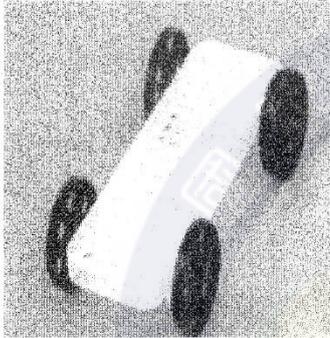
他的速度變快嗎



生活經驗中，能觀察到那些能量的作用?
 不同種類的能量，如何產生作用?
 不同種類的能量，它們之間有什麼關係?

9

哦MG.



現在，請各位同學每三人一組，利用學過不同種類
的能量，想辦法讓左邊圖片中的車子移動。請
利用以下空白的地方，用很熟悉的自然科學探究句
型模式，寫出要探討的問題；並畫出你們這一組的
設計圖。

- a 我看到..... (觀察)
- b 我認為..... (主張)
- c 我的理由是...才這樣說... (依據..已知)
- d 所以我想問的問題是..... (提問..想知)



手的力量傳遞到⊕ ⊕產生了運動的作用
c理由:手推動車子,使⊕產生能量,所以車子會動.

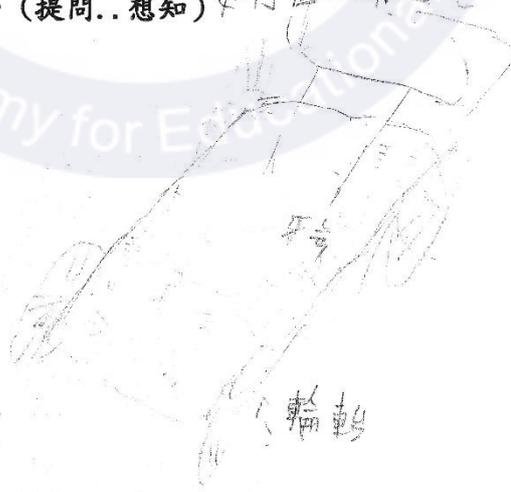
問題:動能是如何產生呢?

生活經驗中，能觀察到那些能量的作用?
不同種類的能量，如何產生作用?
不同種類的能量，它們之間有什麼關係?



現在，請各位同學每三人一組，利用學過不同類型的能量，想辦法讓左邊圖片中的車子移動。請利用以下空白的地方，用很熟悉的自然科學探究句型模式，寫出要探討的問題；並畫出你們這一組的設計圖。

- a 我看到..... (觀察) 我看到車子在工作
- b 我認為..... (主張) 車子會移動是因為風力
- c 我的理由是...才這樣說... (依據..已知) 車子受風後產生動力
- d 所以我想問的問題是..... (提問..想知) 如何產生動能

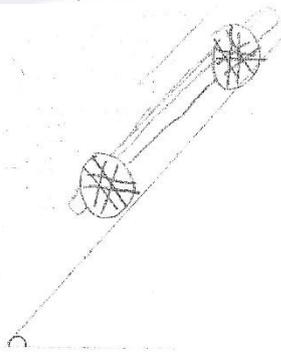


生活經驗中，能觀察到那些能量的作用？
 不同種類的能量，如何產生作用？
 不同種類的能量，它們之間有什麼關係？

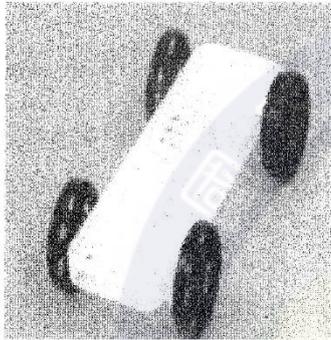


現在，請各位同學每三人一組，利用學過不同類型的能量，想辦法讓左邊圖片中的車子移動。請利用以下空白的地方，用很熟悉的自然科學探究句型模式，寫出要探討的問題；並畫出你們這一組的設計圖。

- a 我看到..... (觀察) 我看到車往下衝了。
- b 我認為..... (主張) 我認為車子會因位能向下衝。
- c 我的理由是...才這樣說... (依據..已知) 我的理由是我看到車子向下衝。
- d 所以我想問的問題是..... (提問..想知) 為什麼位能和動能會讓車子移動。

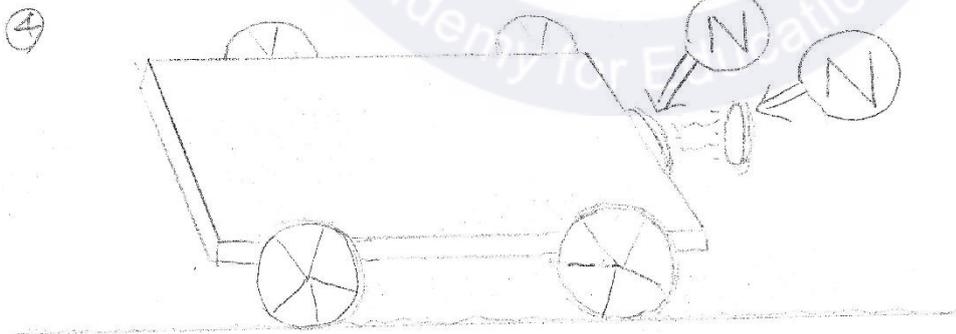


生活經驗中，能觀察到那些能量的作用?
 不同種類的能量，如何產生作用?
 不同種類的能量，它們之間有什麼關係?



現在，請各位同學每三人一組，利用學過不同種類的能量，想辦法讓左邊圖片中的車子移動。請利用以下空白的地方，用很熟悉的自然科學探究句型模式，寫出要探討的問題；並畫出你們這一組的設計圖。

- a 我看到..... (觀察)
- b 我認為..... (主張)
- c 我的理由是...才這樣說... (依據..已知)
- d 所以我想問的問題是..... (提問..想知)



生活經驗中，能觀察到那些能量的作用？
不同種類的能量，如何產生作用？
不同種類的能量，它們之間有什麼關係？

6.2.2 能量的作用

6.2.2.3 自然科學中能量專有名詞與轉換

洪智浩

做完回力車實驗後，我們整理一下從這個學習活動到底學到什麼。請利用下列表格，寫出各種能量作用是由哪種能量轉換成另一種能量形式；這種能量的作用讓物體產生怎樣的改變。

能量的作用	能量的轉換	有什麼現象發生
例:音響前面的氣球	(聲)能 → (動)能	氣球往前面動或振動
A.太陽能車實驗	(光)能 → (動)能	車往前走
B.紙蛇實驗	(熱)能 → (動)能	紙蛇轉動
C.風車轉動	(風)能 → (動)能	風車轉動
D.凸透鏡聚光燃燒	(光)能 → (熱)能	起火
E.保麗龍切割器	(電)能 → (熱)能	切保麗龍
F.水果數字鐘	(化學)能 → (電)能	可以看鐘
G.迴力車	(彈力)能 → (動)能	位置不同
H.實驗小車子從斜坡往下滑	(位)能 → (動)能	位置不同
I.吹風機	(電)能 → (風)能	有風
J.彈弓	(彈力)能 → (動)能	彈射出去
K.雙手摩擦	(動)能 → (熱)能	很熱
L.電土炮(衝天炮)	(化學)能 → (動)能	很好看

王廷宇

做完回力車實驗後，我們整理一下從這個學習活動到底學到什麼。請利用下列表格，寫出各種能量作用是由哪種能量轉換成另一種能量形式；這種能量的作用讓物體產生怎樣的改變。

能量的作用	能量的轉換	有什麼現象發生
例:音響前面的氣球	(聲)能 → (動)能	氣球往前面動或振動
A.太陽能車實驗	(光)能 → (動)能	車前進
B.紙蛇實驗	(熱)能 → (動)能	紙蛇可以定車
C.風車轉動	(風)能 → (動)能	風車轉動
D.凸透鏡聚光燃燒	(光)能 → (熱)能	火燒起來了
E.保麗龍切割器	(電)能 → (熱)能	保麗龍切開
F.水果數字鐘	(化學)能 → (電)能	數字鐘動了
G.迴力車	(彈力)能 → (動)能	車子往前
H.實驗小車子從斜坡往下滑	(動)能 → (位)能	車子往前
I.吹風機	(電)能 → (熱)能	
J.彈弓	(彈力)能 → (動)能	
K.雙手摩擦	(動)能 → (熱)能	手很熱
L.電土炮(衝天炮)	(化學)能 → (動)能	衝天炮飛上天

江昱臻

做完回力車實驗後，我們整理一下從這個學習活動到底學到什麼。請利用下列表格，寫出各種能量作用是由哪種能量轉換成另一種能量形式；這種能量的作用讓物體產生怎樣的改變。

能量的作用	能量的轉換	有什麼現象發生
例:音響前面的氣球	(聲)能 → (動)能	氣球往前面動或振動
A.太陽能車實驗	(光)能 → (動)能	車子前進
B.紙蛇實驗	(熱)能 → (動)能	紙往上
C.風車轉動	(風)能 → (動)能	風車轉了
D.凸透鏡聚光燃燒	(光)能 → (熱)能	衛生紙起火
E.保麗龍切割器	(電)能 → (熱)能	保麗龍被切斷
F.水果數字鐘	(化學)能 → (電)能	時鐘開始動
G.迴力車	(彈力)能 → (動)能	迴力車前進
H.實驗小車子從斜坡往下滑	(位)能 → (動)能	小車子往下滑
I.吹風機	(電)能 → (熱)能	
J.彈弓	(彈力)能 → (動)能	彈弓飛出去
K.雙手摩擦	(動)能 → (熱)能	雙手變熱
L.電土炮(衝天炮)	(化學)能 → (動)能	電土炮往天上飛

江柏毅

做完回力車實驗後，我們整理一下從這個學習活動到底學到什麼。請利用下列表格，寫出各種能量作用是由哪種能量轉換成另一種能量形式；這種能量的作用讓物體產生怎樣的改變。

能量的作用	能量的轉換	有什麼現象發生
例:音響前面的氣球	(聲)能 → (動)能	氣球往前面動或振動
A.太陽能車實驗	(太陽)能 → (重力)能	使車子重力
B.紙蛇實驗	(熱)能 → (重力)能	使紙蛇車轉動
C.風車轉動	(風)能 → (重力)能	使風車轉動
D.凸透鏡聚光燃燒	(光)能 → (熱)能	使東西燃燒
E.保麗龍切割器	(電)能 → (熱)能	使保麗龍被切
F.水果數字鐘	(化學)能 → (電)能	使鐘開始改變數字
G.迴力車	(彈力)能 → (重力)能	使迴力車重力
H.實驗小車子從斜坡往下滑	(位)能 → (重力)能	使車子往下滑
I.吹風機	(電)能 → (風)能	使它可以吹東西
J.彈弓	(彈力)能 → (重力)能	使它可以彈出東西
K.雙手摩擦	(動)能 → (熱)能	使手變熱
L.電土炮(衝天炮)	(化學)能 → (動)能	使衝天炮飛

李豐如

做完回力車實驗後，我們整理一下從這個學習活動到底學到什麼。請利用下列表格，寫出各種能量作用是由哪種能量轉換成另一種能量形式；這種能量的作用讓物體產生怎樣的改變。

能量的作用	能量的轉換	有什麼現象發生
例:音響前面的氣球	(聲)能 → (動)能	氣球往前面動或振動
A.太陽能車實驗	(光)能 → (動)能	車子會動
B.紙蛇實驗	(熱)能 → (動)能	紙蛇旋轉
C.風車轉動	(風)能 → (動)能	風車動了
D.凸透鏡聚光燃燒	(光)能 → (熱)能	衛生紙燒掉了
E.保麗龍切割器	(電)能 → (熱)能	保麗龍被切成碎片的樣子
F.水果數字鐘	(化學)能 → (電)能	數字鐘動了
G.迴力車	(彈力)能 → (動)能	迴力車動了
H.實驗小車子從斜坡往下滑	()能 → ()能	
I.吹風機	(電)能 → (動)能	吹風機可以使用了
J.彈弓	()能 → ()能	
K.雙手摩擦	()能 → ()能	
L.電土炮(衝天炮)	(化學)能 → (動)能	衝天炮飛上天空

陳宥均

做完回力車實驗後，我們整理一下從這個學習活動到底學到什麼。請利用下列表格，寫出各種能量作用是由哪種能量轉換成另一種能量形式；這種能量的作用讓物體產生怎樣的改變。

能量的作用	能量的轉換	有什麼現象發生
例:音響前面的氣球	(聲)能 → (動)能	氣球往前面動或振動
A.太陽能車實驗	(光)能 → (動)能	會跑
B.紙蛇實驗	(熱)能 → (動)能	會旋轉
C.風車轉動	(風)能 → (動)能	風車的輪始轉動
D.凸透鏡聚光燃燒	(光)能 → (熱)能	起火
E.保麗龍切割器	(電)能 → (熱)能	會發熱
F.水果數字鐘	(化學)能 → (電)能	時鐘開始運動
G.迴力車	(彈力)能 → (動)能	往前
H.實驗小車子從斜坡往下滑	(位)能 → (動)能	往前動
I.吹風機	(電)能 → (熱)能	吹氣
J.彈弓	(彈力)能 → (動)能	把東西射出去
K.雙手摩擦	(動)能 → (熱)能	產生熱
L.電土炮(衝天炮)	(熱)能 → (化學)能	會爆炸

萬逸帆

做完回力車實驗後，我們整理一下從這個學習活動到底學到什麼。請利用下列表格，寫出各種能量作用是由哪種能量轉換成另一種能量形式；這種能量的作用讓物體產生怎樣的改變。

能量的作用	能量的轉換	有什麼現象發生
例:音響前面的氣球	(聲)能 → (動)能	氣球往前面動或振動
A.太陽能車實驗	(光)能 → (動)能	車子前進
B.紙蛇實驗	(熱)能 → (動)能	紙蛇轉了
C.風車轉動	(風)能 → (動)能	風車轉了
D.凸透鏡聚光燃燒	(光)能 → (熱)能	起火了
E.保麗龍切割器	(電)能 → (熱)能	保麗龍斷了
F.水果數字鐘	(化學)能 → (電)能	鐘動了
G.迴力車	(彈位)能 → (動)能	車動了
H.實驗小車子從斜坡往下滑	(位)能 → (動)能	車移動了
I.吹風機	(電)能 → (熱)能	吹出風了
J.彈弓	(彈位)能 → (動)能	彈出去了
K.雙手摩擦	(動)能 → (熱)能	變熱了
L.電土炮(衝天炮)	(化學)能 → (動)能	飛起來了

廖文瑜

做完回力車實驗後，我們整理一下從這個學習活動到底學到什麼。請利用下列表格，寫出各種能量作用是由哪種能量轉換成另一種能量形式；這種能量的作用讓物體產生怎樣的改變。

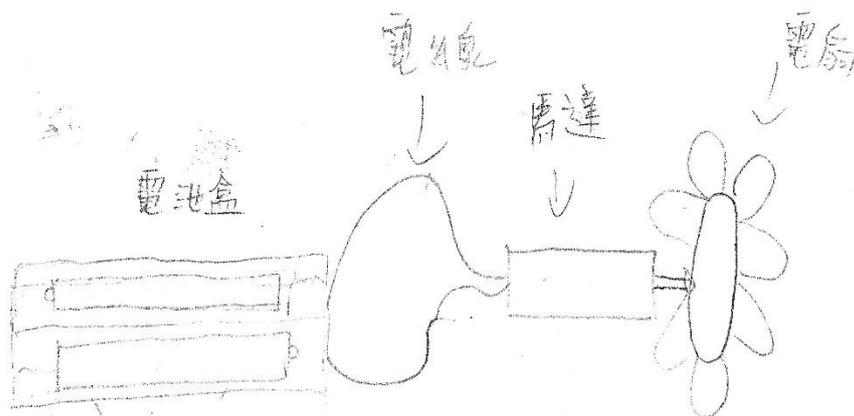
能量的作用	能量的轉換	有什麼現象發生
例:音響前面的氣球	(聲)能 → (動)能	氣球往前面動或振動
A.太陽能車實驗	(光)能 → (動)能	車子前進
B.紙蛇實驗	(化學)能 → (動)能	它開始旋轉
C.風車轉動	()能 → ()能	
D.凸透鏡聚光燃燒	(光)能 → (熱)能	它可燒破東西
E.保麗龍切割器	(電)能 → (熱)能	它可切割保麗龍
F.水果數字鐘	(化學)能 → (電)能	它開始動
G.迴力車	()能 → ()能	
H.實驗小車子從斜坡往下滑	()能 → ()能	
I.吹風機	(電)能 → (熱)能	它可吹乾頭髮
J.彈弓	()能 → ()能	
K.雙手摩擦	()能 → ()能	
L.電土炮(衝天炮)	(化學)能 → (動)能	它會飛上天

6.3 學生評量成果

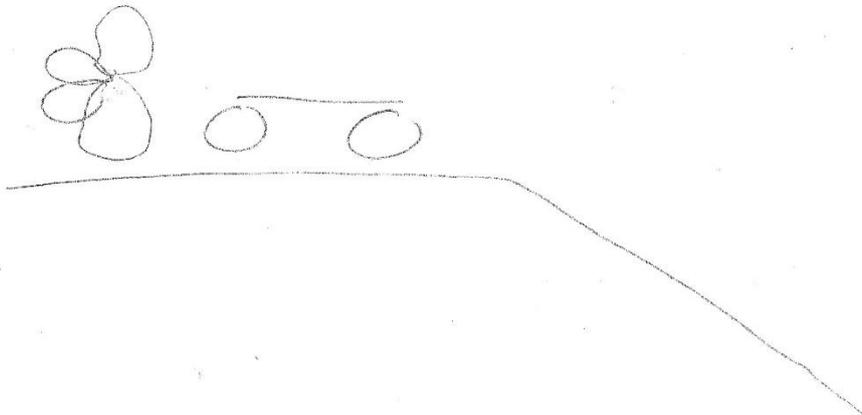
學生閱讀完「能量的概念與轉換」文章後，對自然科學能量專有名詞的再認識與實驗操作概念的後測。

洪智浩

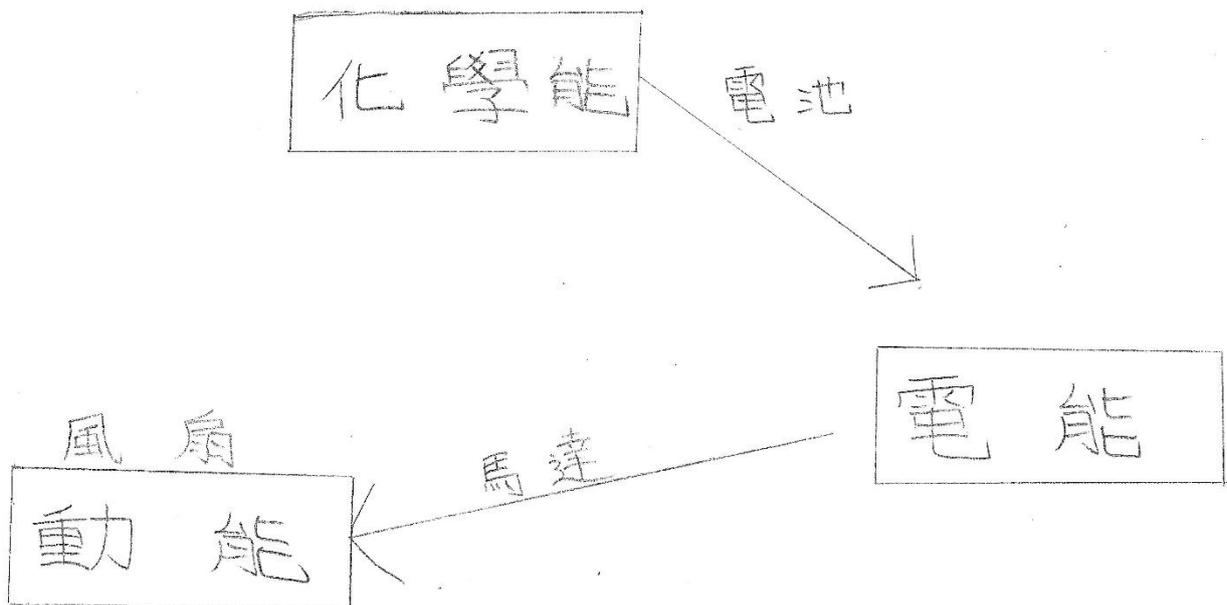
能量的作用	能量的轉換	有什麼現象發生
例:音響前面的氣球	(聲)能 → (動)能	氣球往前面動或振動
A.太陽能車實驗	(光)能 → (動)能	會前進
B.紙蛇實驗	(熱)能 → (動)能	會旋轉
C.風車轉動	(風)能 → (重力)能	會慢慢轉動
D.凸透鏡聚光燃燒	(光)能 → (熱)能	會把紙燒掉
E.保麗龍切割器	(電)能 → (熱)能	會發熱
F.水果數字鐘	(化學)能 → (電)能	會開始計時
G.迴力車	(彈力位)能 → (動)能	會前進
H.實驗小車子從斜坡往下滑	(位)能 → (動)能	會下滑
I.吹風機	(電)能 → (風)能	會吹出熱氣
J.彈弓	(彈力位)能 → (動)能	可以把東西彈出去
K.雙手摩擦	(動)能 → (熱)能	會產生熱
L.電土炮(衝天炮)	(化學)能 → (動)能	衝上天



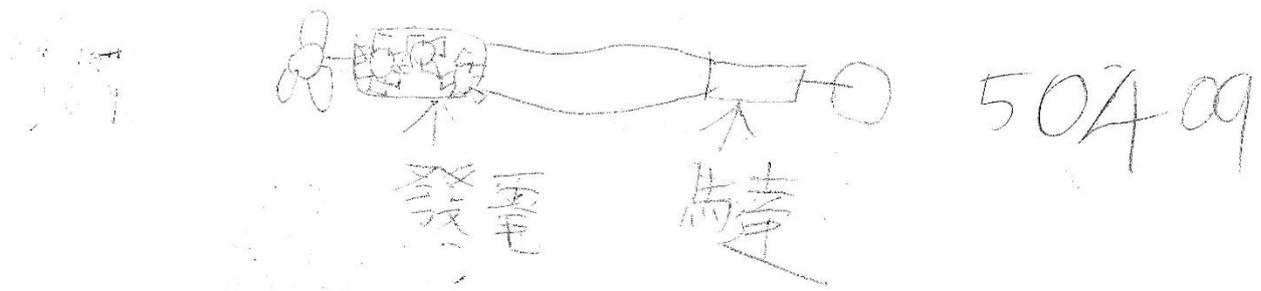
能量的作用	能量的轉換	有什麼現象發生
例:音響前面的氣球	(聲)能 → (動)能	氣球往前面動或振動
A.太陽能車實驗	(光)能 → (電力)能	太陽能車動了
B.紙蛇實驗	(熱)能 → (動)能	紙蛇動了
C.風車轉動	(風)能 → (動)能	風車動了
D.凸透鏡聚光燃燒	(光)能 → (熱)能	紙火燒起來
E.保麗龍切割器	(電)能 → (熱)能	保麗龍分開
F.水果數字鐘	(化學)能 → (電)能	數字鐘亮了
G.迴力車	(彈力)能 → (動)能	車前進
H.實驗小車子從斜坡往下滑	(重力)能 → (位)能	車前進
I.吹風機	(電)能 → (風)能	吹出風來
J.彈弓	(彈力)能 → (動)能	弓往前進
K.雙手摩擦	(動)能 → (熱)能	手暖了
L.電土炮(衝天炮)	(化學)能 → (動)能	衝上天



能量的作用	能量的轉換	有什麼現象發生
例:音響前面的氣球	(聲)能 → (動)能	氣球往前面動或振動
A.太陽能車實驗	(光)能 → (動)能	車子前進
B.紙蛇實驗	(熱)能 → (動)能	紙往上
C.風車轉動	(風)能 → (動)能	風車轉了
D.凸透鏡聚光燃燒	(光)能 → (熱)能	衛生紙起火
E.保麗龍切割器	(電)能 → (熱)能	保麗龍被融化
F.水果數字鐘	(化學)能 → (電)能	數字鐘運行
G.迴力車	(彈力)能 → (動)能	迴力車前進
H.實驗小車子從斜坡往下滑	(位)能 → (動)能	車子往下跑
I.吹風機	(電)能 → (風)能	吹風機吹出風
J.彈弓	(彈力)能 → (動)能	彈弓彈出去
K.雙手摩擦	(動)能 → (熱)能	手變熱
L.電土炮(衝天炮)	(化學)能 → (動)能	電土炮往上飛



能量的作用	能量的轉換	有什麼現象發生
例:音響前面的氣球	(聲)能 → (動)能	氣球往前面動或振動
A.太陽能車實驗	(光)能 → (動)能	使車子走
B.紙蛇實驗	(熱)能 → (動)能	使紙蛇它轉動
C.風車轉動	(風)能 → (動)能	使風車重力
D.凸透鏡聚光燃燒	(光)能 → (熱)能	使紙燃火燒
E.保麗龍切割器	(電)能 → (熱)能	使保麗龍被切
F.水果數字鐘	(化學)能 → (電)能	使鐘動
G.迴力車	(彈力)能 → (動)能	讓車子往前
H.實驗小車子從斜坡往下滑	(位)能 → (重力)能	讓車子往下衝
I.吹風機	(電)能 → (風)能	讓它可吹東西
J.彈弓	(彈力)能 → (動)能	讓子彈彈出
K.雙手摩擦	(動)能 → (熱)能	使手變熱
L.電土炮(衝天炮)	(熱)能 → (動)能	讓炮飛上天

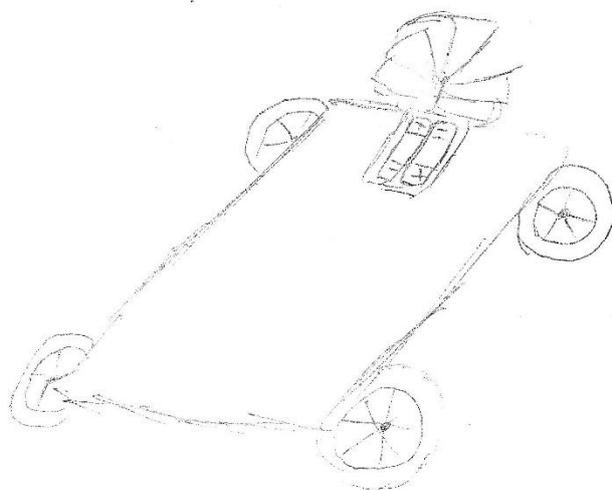


風能 → 電能 → 重力能

李豐如

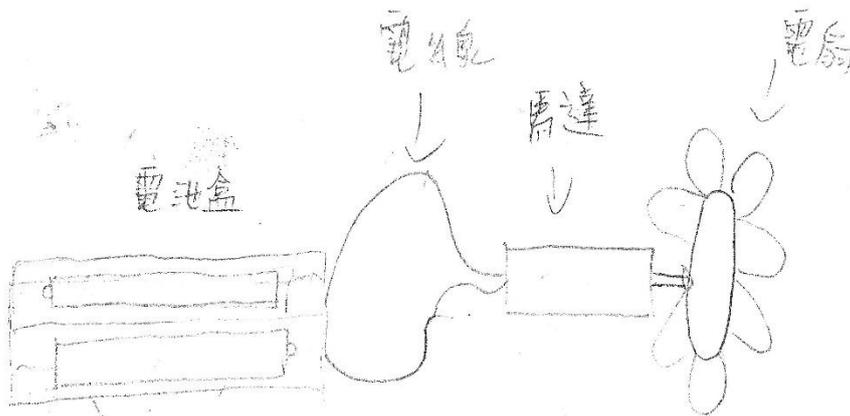
能量的作用	能量的轉換	有什麼現象發生
例:音響前面的氣球	(聲)能 → (動)能	氣球往前面動或振動
A.太陽能車實驗	(光)能 → (動)能	車子會動
B.紙蛇實驗	(熱)能 → (動)能	紙蛇旋轉
C.風車轉動	(風)能 → (動)能	風車動了
D.凸透鏡聚光燃燒	(光)能 → (熱)能	衛生紙燒掉了
E.保麗龍切割器	(電)能 → (熱)能	保麗龍被切成許多不同的樣子
F.水果數字鐘	(化學)能 → (電)能	數字鐘動了
G.迴力車	(彈力位)能 → (動)能	迴力車動了
H.實驗小車子從斜坡往下滑	(位)能 → (動)能	車子動了
I.吹風機	(電)能 → (動)能	吹風機可以使用了
J.彈弓	(彈力位)能 → (動)能	發了把球彈出去
K.雙手摩擦	(動)能 → (熱)能	双手變熱了
L.電土炮(衝天炮)	(化學)能 → (動)能	衝天炮飛上天

化學能 → 風能 → 動能



陳宥均

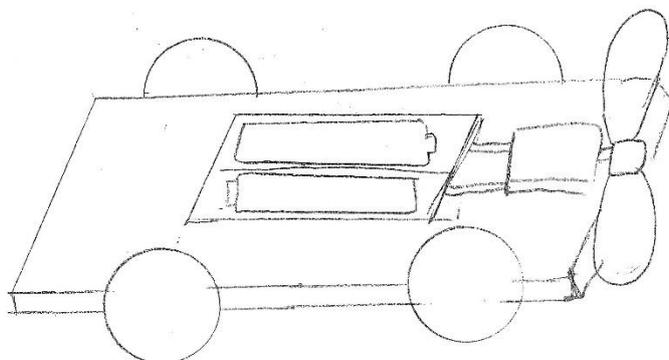
能量的作用	能量的轉換	有什麼現象發生
例:音響前面的氣球	(聲)能 → (動)能	氣球往前面動或振動
A.太陽能車實驗	(光)能 → (動)能	會前進
B.紙蛇實驗	(熱)能 → (動)能	會旋轉
C.風車轉動	(風)能 → (動)能	會慢慢轉動
D.凸透鏡聚光燃燒	(光)能 → (熱)能	會把紙燒掉
E.保麗龍切割器	(電)能 → (熱)能	會發熱
F.水果數字鐘	(化學)能 → (電)能	會開始計時
G.迴力車	(彈力位)能 → (動)能	會前進
H.實驗小車子從斜坡往下滑	(位)能 → (動)能	會下滑
I.吹風機	(電)能 → (風)能	會吹出熱氣
J.彈弓	(彈力位)能 → (動)能	可以把東西彈出去
K.雙手摩擦	(動)能 → (熱)能	會產生熱
L.電土炮(衝天炮)	(化學)能 → (動)能	衝上天



萬逸帆

能量的作用	能量的轉換	有什麼現象發生
例:音響前面的氣球	(聲)能 → (動)能	氣球往前面動或振動
A.太陽能車實驗	(光)能 → (動)能	車子移動了
B.紙蛇實驗	(熱)能 → (動)能	紙蛇轉動
C.風車轉動	(風)能 → (動)能	風車轉動
D.凸透鏡聚光燃燒	(光)能 → (熱)能	紙張著火
E.保麗龍切割器	(電)能 → (熱)能	保麗龍斷了
F.水果數字鐘	(化學)能 → (電)能	鐘面亮了
G.迴力車	(彈力位)能 → (動)能	車子移動了
H.實驗小車子從斜坡往下滑	(位)能 → (動)能	車子移動了
I.吹風機	(電)能 → (風)能	吹出風了
J.彈弓	(彈力位)能 → (動)能	彈出物體
K.雙手摩擦	(動)能 → (熱)能	手掌變熱
L.電土炮(衝天炮)	(化學)能 → (動)能	風上天了

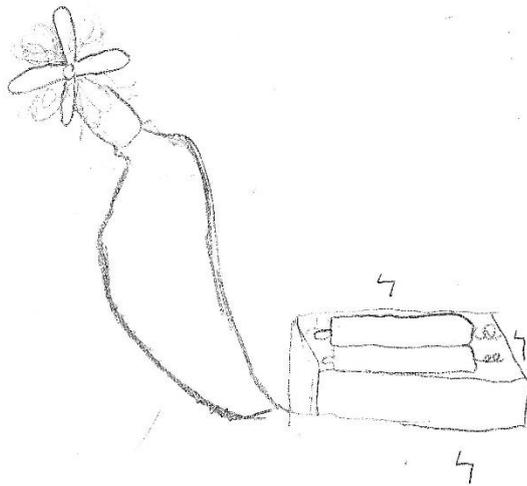
電能轉換成動能



廖文瑜

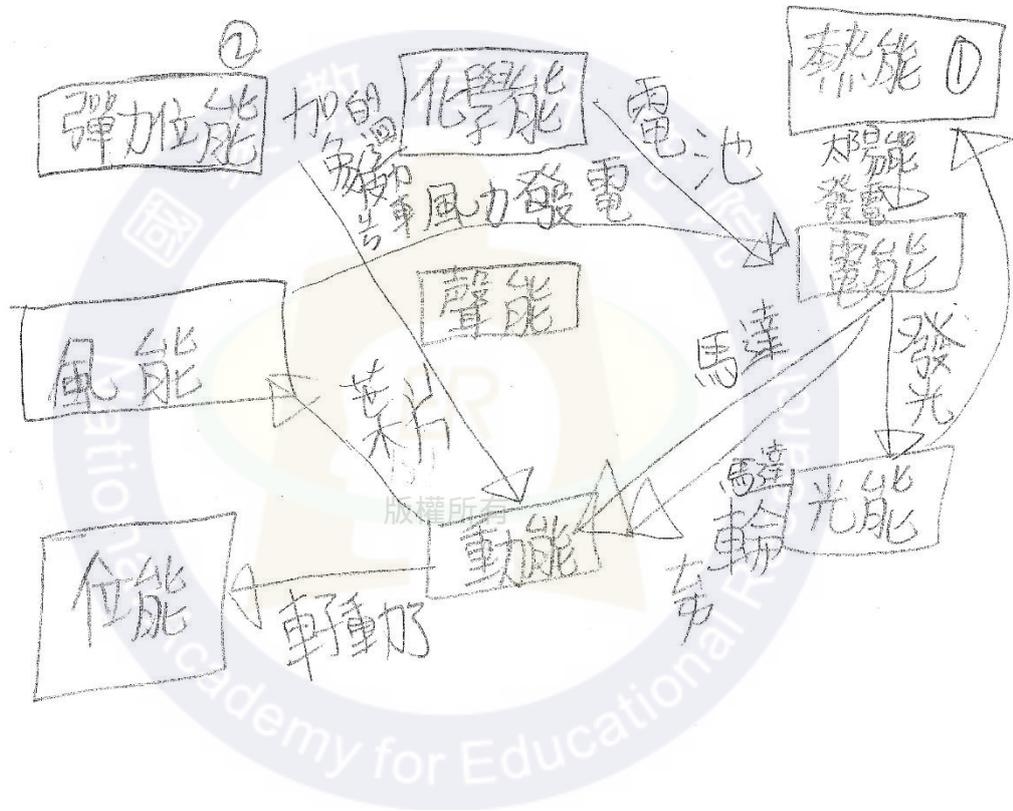
能量的作用	能量的轉換	有什麼現象發生
例:音響前面的氣球	(聲)能 → (動)能	氣球往前面動或振動
A.太陽能車實驗	(光)能 → (動)能	它會往前面動
B.紙蛇實驗	(熱)能 → (動)能	它會旋轉
C.風車轉動	(風)能 → (動)能	它會轉動
D.凸透鏡聚光燃燒	(光)能 → (熱)能	它能燒破東西
E.保麗龍切割器	(電)能 → (熱)能	能切割保麗龍
F.水果數字鐘	(化學)能 → (電)能	能讓它的時間走動
G.迴力車	(彈力位)能 → (動)能	它能往前動
H.實驗小車子從斜坡往下滑	(位)能 → (動)能	它能往下滑
I.吹風機	(電)能 → (風)能	它能吹乾物體
J.彈弓	(位)能 → (動)能	它能彈出物品
K.雙手摩擦	(動)能 → (熱)能	讓手變熱
L.電土炮(衝天炮)	(化學)能 → (動)能	能讓她往上衝

50413

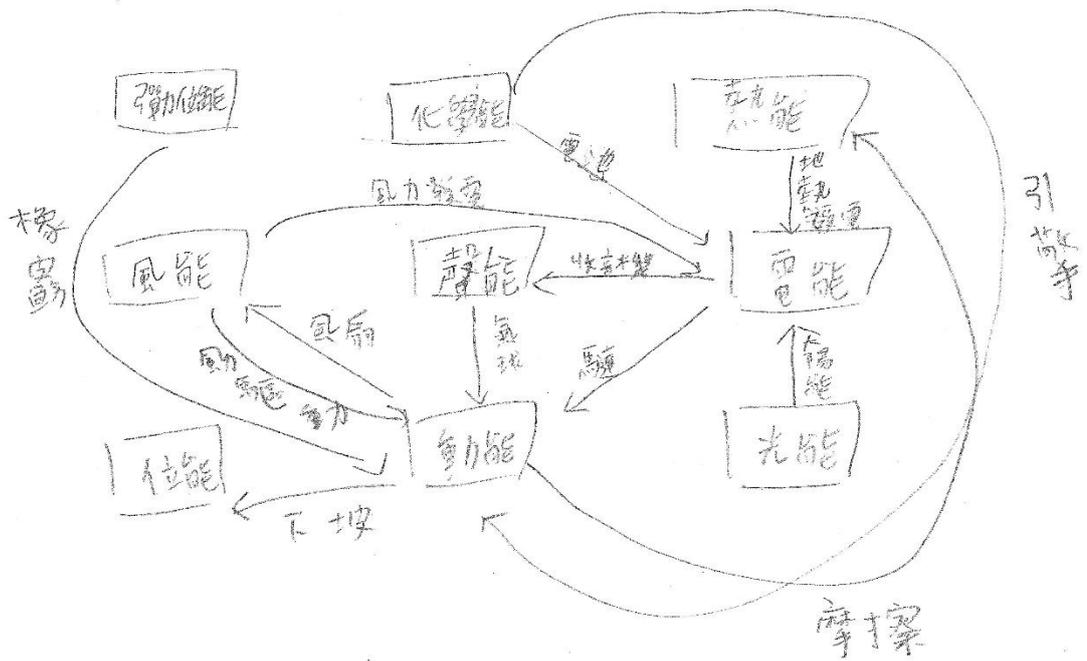


6.3.1 能量的轉換概念後測

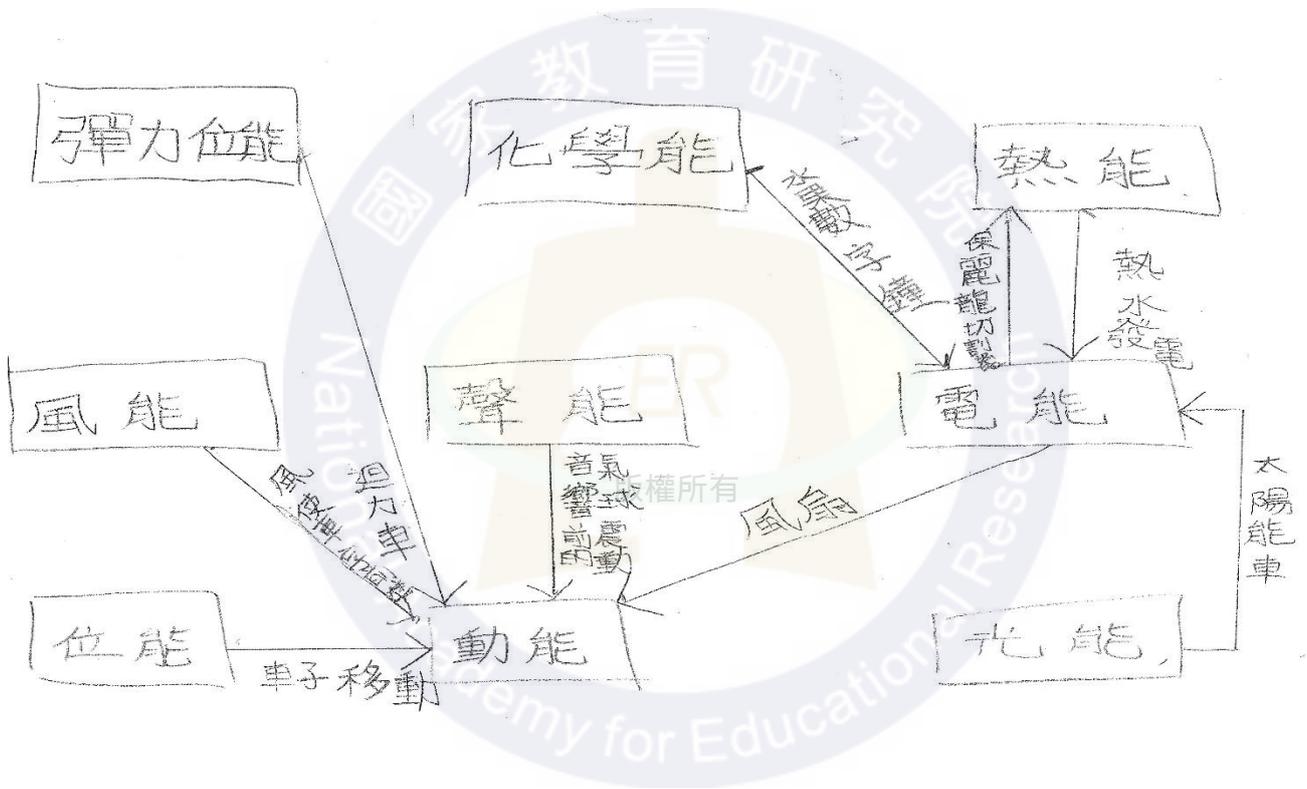
1 凌智浩



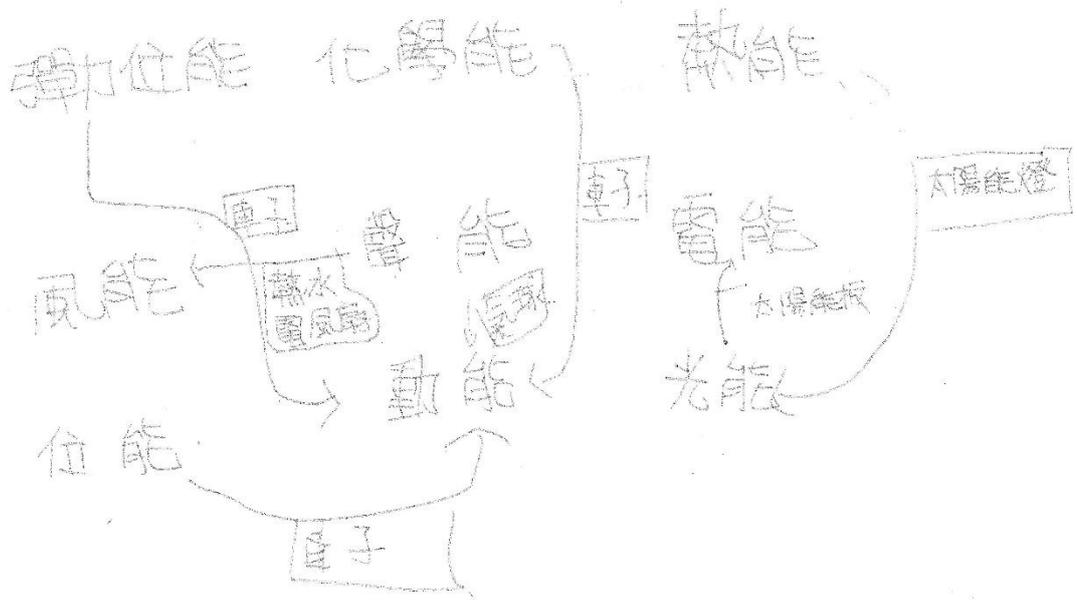
3 王廷宇



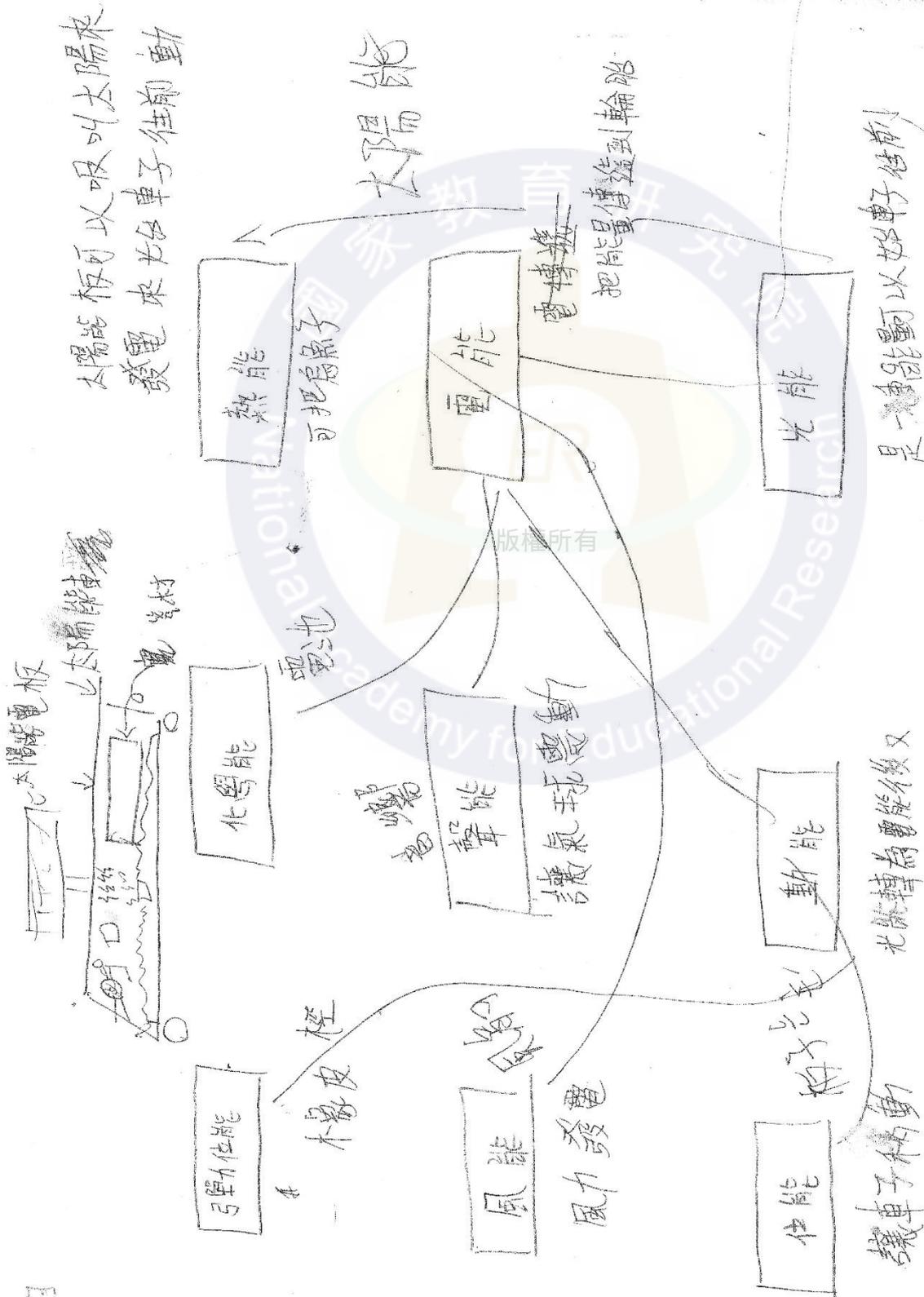
>> 訂呈稿



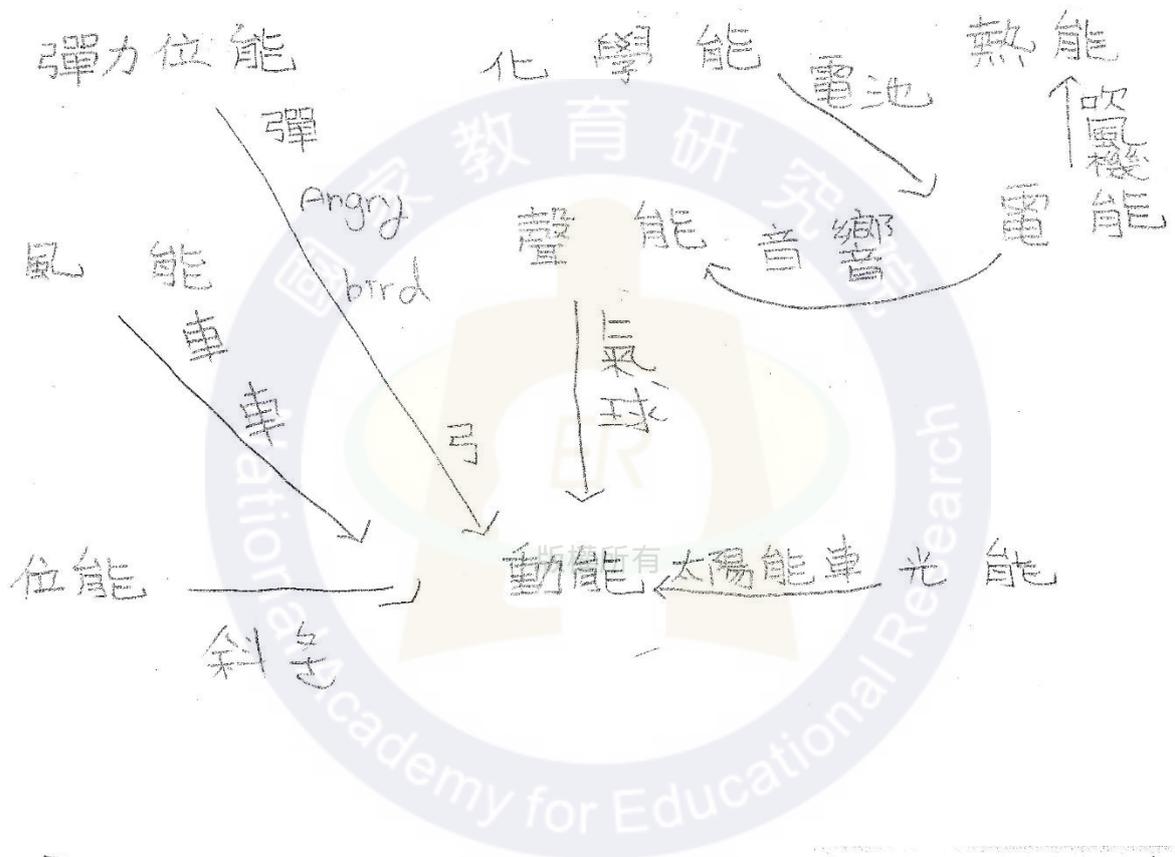
>> 本題如



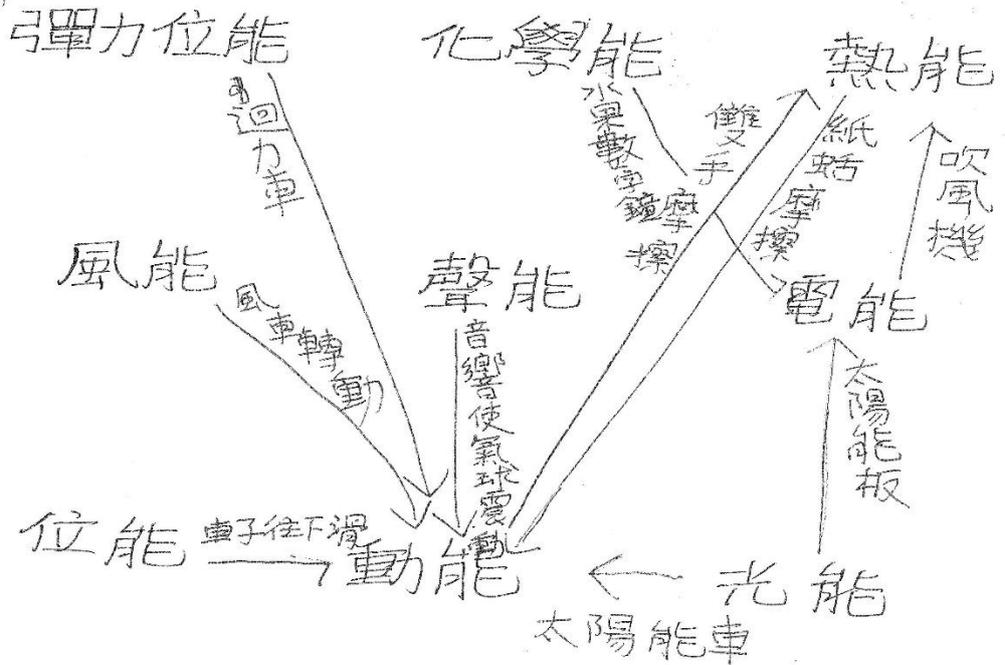
8 陳晉廷



> 萬能板



13 萬能板



6.4 教學研討會議

國家教育研究院課程及教學研究中心 「104 年十二年國民基本教育自然科學領域教學模組研發計畫」 國小組(桃園團隊 II)第 1 討論會議紀錄

時間：105 年 1 月 21 (星期三) 下午 13 時 30 分

地點：桃園市桃園區青溪國民小學會議室

主席：本院黃茂在副研究員、青溪國民小學黃榮輝校長 記錄：劉怡君專案助理

與會人員：青溪國民小學王雅代主任、青溪國民小學簡慧娟教師、青溪國民小學陳建智教師、青溪國民小學王詩博教師、青溪國民小學張綺芯教師、吳文龍助理研究員、曾祥榕商借教師、劉怡君專案助理

壹、主席報告(略)

貳、提案討論

【案由一】關於 105 年十二年國民基本教育自然科學領域教學模組研發計畫國小組(桃園團隊 II)試教活動，提請討論。

說明：

1. 經與校方協調後，本學期仍採用能量單元進行換班方式之試教活動，並安排於 3 月底開始進行 8 節課之試教，試教者為國家教育研究院曾祥榕商借教師。
2. 有關試教教材是否調整以及觀課方式，提請討論。

討論：

1. 在去年年底的 10 堂試教活動，曾祥榕老師在課堂中帶入素養探究技能句型模式【a. 我看到…(觀察)、b. 我認為(主張)…、c. 我的理由是…(依據已知)、d. 我想問的是…(提問想知)】後，亦發現別於其他班級，有參與試教活動的學生在邏輯與表達方面，有很大的進步，這套模式有助於增進學生對閱讀能力以及邏輯能力。而在學生所記錄的日誌上也發現學生在文字敘述上有很大的改變。
2. 本學期仍請曾祥榕老師針對能量單元進行 8 堂課之試教，但現場老師需協助進行觀課、填寫觀課紀錄表及共同備課。藉由觀摩 8 堂的試教活動讓現場老師以能精進大概念教學方式，並規劃在下學期時挑選課本中其一個單元，發展規劃出一套大概念教材內容，並實際進行教學。
3. 有關觀課紀錄表可參考吳文龍助理研究員所提供的「學習共同體公開觀課紀錄表」，此表主要是在備課時，可以針對每堂課不同的教學內容進行設計，在觀課時可針對所設計的內容進行紀錄，最後針對所紀錄的內容進行回饋分享，並藉此調整教材內容與上課方式。但由於此紀錄表還很初略，需再進行試教前安排會議進行備課討論。
4. 有關本次試教教材內容與方式之相關建議調整與增加內容如下：
(1)化學能部分：除水果發電外，亦可增加使用硬幣、醋、舒跑、小蘇打等工具方式進行

化學能的發電實驗。

- (2)熱能部分：可考慮用溫度計進行熱能實驗。
- (3)聲能部分：上次試教是用 CD 音響喇叭發出的聲音導致氣球飄動之聲能實驗，但實際操作後發現效果不彰，可考慮改用貝斯較強的音響與音樂較能突顯聲能效果。
- (4)熱能部分：蠟燭可換成大隻的，而紙蛇不需太大，才能有明顯的轉動。
- (5)第一堂課可先針對能量做初步的定義，最後一堂課也仍須用能量相關內容做結尾。
- (6)加入科學閱讀的文章，以增進學生的閱讀能力。但礙於課堂時間受限，建議不放入本次試教課程中，亦可在其餘時間進行補充閱讀。
- (7)加入前後測的部分，以評量學生是否有進步，並需安排在上課前幾天與上課後幾天實施測驗。
- (8)3/30(三)進行第一堂試教課程後，將安排小組討論的課後作業(可讓車子移動的設計圖)，但由於 4/1(五)學校進行補假又碰清明連假，連假後第一天上課日即進行第二堂試教，為了能讓小組能充分討論以及方便準備相關實驗材料，需額外安排一堂課時間讓小組進行討論。但由於小組進行討論時，常常出現學生有天馬行空無法聚焦的狀況，建議能提供原則性(設定範圍)讓學生能聚焦討論後以形成小組的設計圖。

決 議：

1. 本學期仍請曾祥榕老師進行能量單元試教活動，而擬請王詩博老師、張綺芯老師與陳建智老師進行觀課，並請王詩博老師將觀課後的資料進行整理。
2. 有關攝影部分，擬請劉怡君助理協助準備二台攝影機，一台進行固定攝影，另一台進行機學生討論、互動之機動性攝影。
3. 有關能量轉換，擬請王詩博老師針對每種能量轉換，設計至少二種實驗範例。
4. 有關上次試教後學生所撰寫的日誌，擬請簡慧娟老師協助提供一份給國教院，以作為試教後的回饋紀錄之一。
5. 為配合試教所實施的前後測，將安排於上課前(暫定 3/28)進行前測，上課後(暫定期中後)進行後測。
6. 為能讓學生進行可讓車子移動的設計圖之小組討論，將安排於 3/31(四)第二節課進行討論，屆時擬請曾祥榕老師一同協助參與，並提供原則性(設定範圍)讓學生能更為聚焦討論，並將各小組所完成之設計圖帶回，以俾能準備下次上課所需之材料。
7. 下次會議安排於 3/23(三)下午 1 時 30 分召開第三次討論會議，屆時將進行備課及觀課之相關討論。

肆、臨時動議(無)

伍、散會(16:20)

國家教育研究院課程及教學研究中心
「105年十二年國民基本教育自然科學領域教學模組研發計畫」
國小組(桃園團隊II)第2次討論會議紀錄

時間：105年3月9日(星期三)下午13時30分

地點：桃園市桃園區青溪國民小學會議室

主席：本院黃茂在副研究員、青溪國民小學黃榮輝校長

記錄：劉怡君專案助理

與會人員：青溪國民小學王雅代主任、青溪國民小學簡慧娟教師、青溪國民小學陳建智教師、青溪國民小學王詩博教師、青溪國民小學張綺芯教師、吳文龍助理研究員、曾祥榕商借教師、劉怡君專案助理

參、主席報告(略)

肆、提案討論

【案由一】關於105年十二年國民基本教育自然科學領域教學模組研發計畫國小組(桃園團隊II)試教活動，提請討論。

說明：

3. 經與校方協調後，本學期仍採用能量單元進行換班方式之試教活動，並安排於3月底開始進行8節課之試教，試教者為國家教育研究院曾祥榕商借教師。
4. 有關試教教材是否調整以及觀課方式，提請討論。

討論：

5. 在去年年底的10堂試教活動，曾祥榕老師在課堂中帶入素養探究技能句型模式【a.我看到…(觀察)、b.我認為(主張)…、c.我的理由是…(依據已知)、d.我想問的是…(提問想知)】後，亦發現別於其他班級，有參與試教活動的學生在邏輯與表達方面，有很大的進步，這套模式有助於增進學生對閱讀能力以及邏輯能力。而在學生所記錄的日誌上也發現學生在文字敘述上有很大的改變。
6. 本學期仍請曾祥榕老師針對能量單元進行8堂課之試教，但現場老師需協助進行觀課、填寫觀課紀錄表及共同備課。藉由觀摩8堂的試教活動讓現場老師以能精進大概念教學方式，並規劃在下學期時挑選課本中其一個單元，發展規劃出一套大概念教材內容，並實際進行教學。
7. 有關觀課紀錄表可參考吳文龍助理研究員所提供的「學習共同體公開觀課紀錄表」，此表主要是在備課時，可以針對每堂課不同的教學內容進行設計，在觀課時可針對所設計的內容進行紀錄，最後針對所紀錄的內容進行回饋分享，並藉此調整教材內容與上課方式。但由於此紀錄表還很初略，需再進行試教前安排會議進行備課討論。
8. 有關本次試教教材內容與方式之相關建議調整與增加內容如下：
(9)化學能部分：除水果發電外，亦可增加使用硬幣、醋、舒跑、小蘇打等工具方式進行化學能的發電實驗。

- (10) 熱能部分：可考慮用溫度計進行熱能實驗。
- (11) 聲能部分：上次試教是用 CD 音響喇叭發出的聲音導致氣球飄動之聲能實驗，但實際操作後發現效果不彰，可考慮改用貝斯較強的音響與音樂較能突顯聲能效果。
- (12) 熱能部分：蠟燭可換成大隻的，而紙蛇不需太大，才能有明顯的轉動。
- (13) 第一堂課可先針對能量做初步的定義，最後一堂課也仍須用能量相關內容做結尾。
- (14) 加入科學閱讀的文章，以增進學生的閱讀能力。但礙於課堂時間受限，建議不放入本次試教課程中，亦可在其餘時間進行補充閱讀。
- (15) 加入前後測的部分，以評量學生是否有進步，並需安排在上課前幾天與上課後幾天實施測驗。
- (16) 3/30(三)進行第一堂試教課程後，將安排小組討論的課後作業(可讓車子移動的設計圖)，但由於 4/1(五)學校進行補假又碰清明連假，連假後第一天上課日即進行第二堂試教，為了能讓小組能充分討論以及方便準備相關實驗材料，需額外安排一堂課時間讓小組進行討論。但由於小組進行討論時，常常出現學生有天馬行空無法聚焦的狀況，建議能提供原則性(設定範圍)讓學生能聚焦討論後以形成小組的設計圖。

決 議：

8. 本學期仍請曾祥榕老師進行能量單元試教活動，而擬請王詩博老師、張綺芯老師與陳建智老師進行觀課，並請王詩博老師將觀課後的資料進行整理。
9. 有關攝影部分，擬請劉怡君助理協助準備二台攝影機，一台進行固定攝影，另一台進行機學生討論、互動之機動性攝影。
10. 有關能量轉換，擬請王詩博老師針對每種能量轉換，設計至少二種實驗範例。
11. 有關上次試教後學生所撰寫的日誌，擬請簡慧娟老師協助提供一份給國教院，以作為試教後的回饋紀錄之一。
12. 為配合試教所實施的前後測，將安排於上課前(暫定 3/28)進行前測，上課後(暫定期中考後)進行後測。
13. 為能讓學生進行可讓車子移動的設計圖之小組討論，將安排於 3/31(四)第二節課進行討論，屆時擬請曾祥榕老師一同協助參與，並提供原則性(設定範圍)讓學生能更為聚焦討論，並將各小組所完成之設計圖帶回，以俾能準備下次上課所需之材料。
14. 下次會議安排於 3/23(三)下午 1 時 30 分召開第三次討論會議，屆時將進行備課及觀課之相關討論。

肆、臨時動議(無)

伍、散會(16:20)

國家教育研究院課程及教學研究中心
「105年十二年國民基本教育自然科學領域教學模組研發計畫」
國小組(桃園團隊II)第3次討論會議紀錄

時間：105年3月23日(星期三)下午13時30分

地點：桃園市桃園區青溪國民小學會議室

主席：本院黃茂在副研究員、青溪國民小學黃榮輝校長 記錄：劉怡君專案助理

與會人員：青溪國民小學王雅代主任、青溪國民小學簡慧娟教師、青溪國民小學陳建智教師、青溪國民小學王詩博教師、青溪國民小學張綺芯教師、吳文龍助理研究員、曾祥榕商借教師、劉怡君專案助理

伍、主席報告(略)

陸、提案討論

【案由一】關於105年十二年國民基本教育自然科學領域教學模組研發計畫國小組(桃園團隊II)試教活動，提請討論。

說明：

1. 有關3/30(三)起將進行8堂課試教活動，試教教材已由曾祥榕老師進行內容修整，觀課表格與素養測驗單已由吳文龍助理研究員發展初稿完畢，提請討論。

討論：

1. 上次試教堂數為10堂課，而本次試教堂數安排8堂課，故試教教材內容亦做些許調整(如化學能之檸檬發電改為檸檬生火、將能量轉換卡車的部分移除等)。但檸檬生火若給學生自行操作可能會有些危險，可思考改為示範教學操作。
2. 本次除教材內容略有修整外，亦還增加科普閱讀，藉由相關的科學文章做為教材內容的延伸閱讀，而學生只需進行閱讀，不要求要讀懂全部的內容。
3. 而科普閱讀文章，受限於國小五年級學生的閱讀能力有限，若放在課堂前讓學生進行閱讀恐會有困難，建議於上完全部課程後再給學生進行補充性的閱讀。
4. 因目前所找的「風的故事」與「能量的概念與轉換」，對於國小五年級的學生來說較為深奧，建議要進行改寫，改寫方式儘量符合學生的語氣以及放置相關圖片，而一篇文章內容長度儘量為一個半頁以內，且不要超過五個概念。
5. 閱讀文章可多提能量的部分，並結合教材內容呈現文章內文，主要以補充相關概念知識。而改寫的文章內容不侷限只改一篇文章，可蒐集相關的文章，抓取相同的概念內容來進行改寫。
6. 建議可先找先前試教的班級進行科普文章閱讀，也可思考是否需做簡單的測驗來驗證學生是否有讀懂，亦或找幾位學生進行訪談，藉此完整文章內容。
7. 目前所發展出的試題內容，對於國小五年級學生要完成整份試題書寫，恐怕不容易。因為有些部分要讓學生寫出理由，因此建議題目可減少，可思考增加內容廣度但數量不一定要

多。

8. 將安排於上課前進行前測，預計會使用一～二節課時間，寫試題前將會下指導語提醒學生如何書寫。
9. 而當天試教活動將由黃綺芯老師、王詩博老師與陳建智老師進行觀課，建議找標靶學生（程度高與低）進行觀看。

決議：

1. 有關教材內容最後的定稿，擬請曾祥榕老師協助。
2. 有關試題內容之修整，擬請吳文龍助理研究員協助。
3. 安排於 3/29(二)第三堂~第四堂課進行前測，擬請吳文龍助理研究員協助。

肆、臨時動議(無)

伍、散會(16:20)



國家教育研究院課程及教學研究中心
「105年十二年國民基本教育自然科學領域教學模組研發計畫」
國小組(桃園團隊II)第4次討論會議紀錄

時間：105年4月20日(星期三)下午13時30分

地點：桃園市桃園區青溪國民小學會議室

主席：本院黃茂在副研究員、青溪國民小學黃榮輝校長

記錄：劉怡君專案助理

與會人員：青溪國民小學王雅代主任、青溪國民小學簡慧娟教師、青溪國民小學陳建智教師、青溪國民小學王詩博教師、青溪國民小學張綺芯教師、吳文龍助理研究員、曾祥榕商借教師、劉怡君專案助理

柒、主席報告(略)

捌、提案討論

【案由一】關於105年十二年國民基本教育自然科學領域教學模組研發計畫國小組(桃園團隊II)試教活動討論，提請討論。

說明：

1. 試教活動已於4/13(三)上完8堂課，別於上次試教活動，本次試教活動加入了前後測、科學閱讀與觀課紀錄，針對觀課教師對於試教過程的建議與回饋，提請討論。

討論：

一、試教過程之討論

1. 本次試教時在黑板上貼的提示主要問題，有助於學生聚焦問題焦點。而素養探究句型經由上課過程的練習，到第三次上課時學生可以較完整表達出完整句型。
2. 在第三次上課時，因課前準備時間較短，所以造成上課時的節奏變得混亂，已至於無法完整引導問題。
3. 最後一堂課時，把主要問題全呈現在黑板上，且把重要主詞放入，可以讓學生了解重點。
4. 最後一堂課將四年級時所學的電池串並聯帶入實驗操作，讓學生利用馬達讓車子移動，主要希望學生可以將舊經驗帶入，但經觀察後大多學生都忘記這樣的經驗，以致於多數組別操作時無法將車子移動。建議不要突然插入電池串並聯的操作，應該要先複習後再讓學生進行操作，不然事後要多花時間重新複習原理，也同時建議可再帶入燈泡亮度與能量大小的觀念。
5. 學生操作電池串並聯時可看得出學生解學問題的能力。而可思考讓學生進行操作的時間多一點，從中找出為什麼燈泡沒亮的問題點，並可在自己操作時進行拍照，而老師操作後再拍照比對出不同之處。
6. 本次試教活動看見讓學生設計車動的活動時，學生可藉由小組間的討論，設計出不同能量方式讓車子移動，如位能、磁能、動能等，這是一個很棒的方式。

二、觀察表回饋討論

1. 第一堂課的北風小故事雖然學校有教過，但影片是英文的，容易造成學生不了解內容，

- 需要花時間讓學生理解內容（吳文龍助理研究員建議）。
2. 探究句型部分可以訓練學生的邏輯性，且事後可讓學生利用不同的情境重複練習，以達成遷移的效果（吳文龍助理研究員建議）。
 3. 教學過程中可多著重差異化，因在本次是教活動中發現發表的學生較為固定，可嘗試讓其他學生多進行發表（吳文龍助理研究員建議）。
 4. 學生進行車子移動的活動時，其中一組用木板斜度讓車子移動，並舉出作用力與反作用力，這容易把推移東西與能量混為一談。建議可以用手拿木板傾斜方式帶入能量，不要以力的方式回答（吳文龍助理研究員建議）。
 5. 這次的試教班級學生，可以把上學期的舊知識連結到這學期的試教課程中（吳文龍助理研究員建議）。
 6. 學生主動提出證明能量的作用時，如用電風扇帶出風能的概念，建議老師可以給予適當的肯定（吳文龍助理研究員建議）。
 7. 因進行動手做的實驗較多，不見得每樣實驗都讓學生操作，可思考老師進行操作，並可達到相當的成效（吳文龍助理研究員建議）。
 8. 化學反應會有較大的改變，建議此項觀念可以再釐清（吳文龍助理研究員建議）。
 9. 觀察第一組學生在設計讓車子移動的活動時，討論的積極度較為不熱烈，且反應較慢，最後是採用先做好學生內容進行討論，而不是共同討論出的（王詩博老師建議）。
 10. 教案設計內容雖完善，但老師備課較為不易，要花較多時間準備教材，但對於科任課老師是較為負擔，也容易造成有教材但學生沒時間操作完成，建議可以讓老師操作的方式完成（陳建智老師建議）。
 11. 部分學生上課時較為不專心，操作課程時需要老師盯著看（陳建智老師建議）。
 12. 這次是以導師的觀點來進行觀課，亦發現如果上課的時間可以更為充足的話會更好，較為明顯不足的是，進行迴力車的操作時，學生很期待可以將自己所組裝的迴力車拿出去玩，但是礙於上課時間有限，最後沒有辦法讓學生操作（張綺芯老師建議）。
 13. 因綺芯老師將班級經營做得很好，所以試教過程中都很順利（曾祥榕老師建議）。
 14. 下回可以找比較不受控的班級來進行試教，來比較差異（陳建智老師建議）。
 15. 建議利用馬達讓車子動馬達的最後一堂課程往前教，一開始學生雖容易產生問題（如迷思概念），但可藉由課程釐清學生的疑問，並可分為自主探究與結構探究，藉由不同的探究來釐清問題，達成學生解決問題的能力，最後完成車子的移動（黃茂在副研究員建議）。
 16. 一步一步帶入課程較看不清楚課程軸線，可以先以操作的經驗帶入課堂概念（黃茂在副研究員建議）。
 17. 若採用黃茂在副研究員建議，較為擔心學生是否能達成自我監控的能力（吳文龍助理研究員建議）。
 18. 期待學生可以沉溺在自己的情境思維中（黃茂在副研究員建議）。
 19. 關於準備教材的問題，建議可以培訓學生當小老師，在上課五分鐘前協助將材料幫忙準備好，不見得都是要靠老師幫忙準備（黃茂在副研究員建議）。
 20. 本次的試教較為像是結構式的教學，且祥榕老師能記住學生設計的重點，並能適時的提醒學生，藉此喚醒學生的記憶（吳文龍助理研究員建議）。

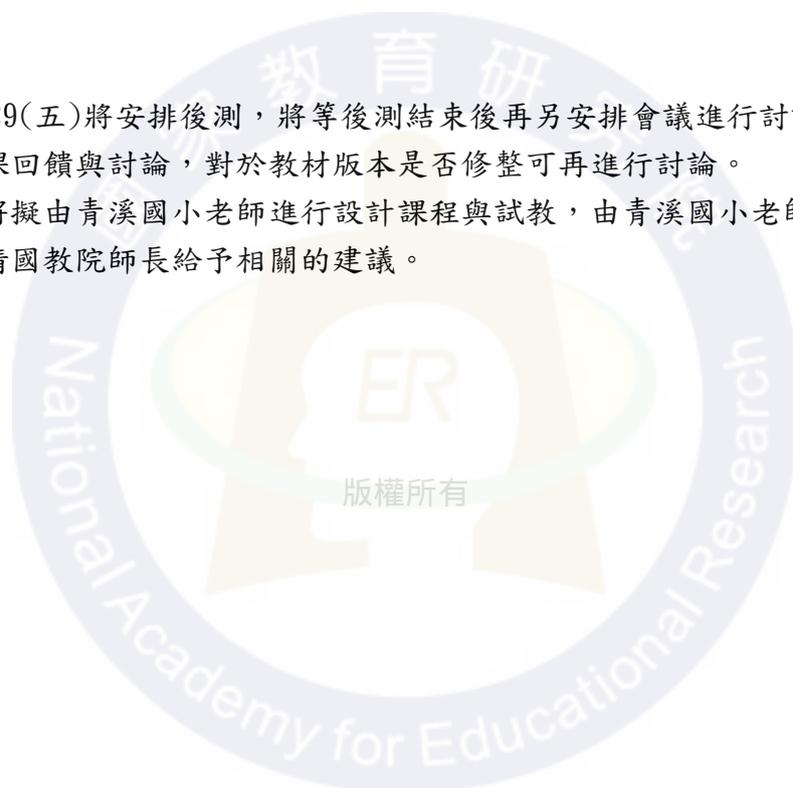
21. 可以運用已知來培養新知，所以在課堂中可以設計透過學生的已知，來獲得新知或挑戰已知產生預測，再獲得新知(黃茂在副研究員建議)。
22. 除在教材中加入重要語詞外，建議還可以放入學習歷程(可參考國語文模組)，教學生如何看閱讀(吳文龍助理研究員建議)。

決 議：

1. 4/25(一)與 4/29(五)將安排後測，將等後測結束後再另安排會議進行討論。
2. 藉由本次的觀課回饋與討論，對於教材版本是否修整可再進行討論。
3. 下次試教活動將擬由青溪國小老師進行設計課程與試教，由青溪國小老師先召開內部會議討論後，再邀請國教院師長給予相關的建議。

肆、臨時動議(無)

伍、散會(15:30)



6.5 教學省思與教學回饋意見

配合十二年國民基本教育總綱的理念與目標，本研究分析新舊課綱異同與探討相對應之教學研究。根據自然科學領域課綱綱要草案(105年1月5日送教育部課審會版本，以下簡稱新課綱)之內容，新課綱的重要目標為適當調整3至12年級、跨越3個學習階段的學習重點，其中國中階段部份基礎的抽象概念移至國小階段，如：「能量的形式與轉換」。因此，本研究之目的如下：(一)探討新課綱與九年一貫課程概念發展的異同；(二)探討國小階段抽象概念教學模組(能量)之大概概念教學設計與成效。

依據上述兩個研究目的，本研究教學目標是結合抽象概念的學習與動手做，以學生日常生活經驗出發，透過一系列動手做的活動來理解能量概念，三個大概概念分別為能量的作用、能量的種類與能量的轉換。研究對象為桃園都市型學校的五年級學生，教學實驗期間為105年3月底至4月中旬，總節數共8節。此外，教學模組以重理解的課程設計(Understanding by Design, UbD)(Wiggins & McTighe, 1998)，與合作教師透過大概概念與關鍵問題引導學生的學習歷程，教學內容並且整合五年級上學期之太陽、空氣與燃燒、聲音等單元的概念，以句型方式引導學生觀察、提出主張及提問。

從學生學習的動機來看，因為這個單元的教材形式與目前教科書不同，尤其在一開始的科學探究句型，更是學生從未接觸過的學習內容。這部分的教學不僅學生的興趣提高，更讓學生學習到科學探究是要從觀察、依據觀察結果、提出主張、再形成問題、再去探究答案的過程。從較有結構式的教材、教學程序，學生能清楚知道自己要學哪些內容、學到那些內容、如何應用。

從學生的學習成果來看，當教材內容能夠實際應用到實驗活動、並能跟生活銜接，最後又能以更高層次的新學習內容與科學理論來做總結，學生的評量表現是呈現正向發展。這部分可以從學生學習成果的後測表現與概念連結圖證明。

從教師的教學準備來看，由於本單元是從課本的內容中，抽取與「能量的形式與轉換」相關的內容加以整合，在教學上所準備的器具並不多，節省教師備課時間。

從教師的教學過程來看，教師自行設計教材，不僅可以了解該單元的教學目的，更能聯結教材內容與自然科學領綱的學習重點，並與以往過於重視學生精熟單元內的學習內容，而忽略學習表現有相當大的教學差異性。

從教學的場域與時間來看，因為該單元的實施場域和上課時間都是利用班級上完教科書內容後才實施，受限於班級上課時程安排不易與教學節數不足情況下，要進行學生科普閱讀統整教學內容，不易看出效果。

柒、大概念教學模組價值與運用限制

本計畫為積極面對十二年國教綱核心素養有關著重與學習情境、學習表現的結合，並彰顯學習者的主體性等特色的要求，在自然領域教學模組的實驗設計中，以 Big idea 做為課程設計與教學發展的中心思惟。本教學模組以「能在哪裡？」、「能做什麼？」做為 Big idea，貫串教學活動。期望學生聚焦在更大的核心概念、原理或過程。

教學單元以「地球上最大的能量來源-太陽」、「太陽能量傳遞至地球後，會產生各式能量的轉換，形成不同的能量樣貌」、「同樣的工作可以運用不同型式的能量來達成目的」、「不同的能量型式對環境的影響會有不同」等做為主要問題(Essential question)，透過教材學習及學生探究活動，讓學生了解地球上存在的能量具有許多型式，以數種學生操作活動做為課程教學及評量的焦點，藉以讓學生理解各種形式間的能量是可以互相轉換的，不同能量型式的功能也有差別，人類可以讓「能量」以人們所需的型式存在，提供人類生活上的應用，解決人類面臨的問題。這樣的課程設計能超越個別的知識或技能的精熟學習，並能夠提供活動式的教學與學習歷程，使學生的學及經驗是持久的、可學習遷移的，這樣的課程設計應已可說是理解的基礎素材和關鍵概念，這樣的學習過程也朝向讓學生達到理解的教學活動。

大概念教學模組的價值，從學生的角度來說，學生學到的不僅限於背誦零碎的事實內容，還能夠系統性的理解生活周遭範圍更廣、更長期的、更具有爭議性的自然科學研究問題，能啟發學生學習自然科學的動機，並維持學生的興趣。其次，學生對於學科內的核心概念和問題、和解決問題的技巧及應用知識與能力於生活情境有顯著的成效表現，能幫助學生有效探究及理解重要而複雜的概念、知識、技能。

本教學模組以大概念教學模組的限制，以美國的教育學者 Grant Wiggins 與 Jay McTighe 於 1998 年所提出 UbD(Understanding by Design)來設計課程與教學活動，UbD 目的在處理過往的教學不是過於重視內容，導致內容過多，學生無法內化與意義化學習內容，缺乏學習經驗的明確優先順序劃分；或者是過於重視活動，學生動手不動腦，只記得活動過程的新鮮有趣，缺乏引導知識增長的教學目標。以目前國小自然科的教師學習慣，仍以完成教學活動，學生仍以背誦課本教學單元的片段知識的學習方式，因此限制大概念教學模組的成效，會是缺乏連結知識與活動的相關科普閱讀文章所導致。其次是受限於教師的教學思維與家長認知，以往教師與家長都以學習是上對下、知者與不知者的關係，但大概念教學需要信任學生能主動學習，教學並不是只有教師才能作為，這種觀念上的極大變化，是大概念教學實施成效的很大限制。

捌、圖片提供者

圖號	名稱	提供者
圖 1	模組架構圖	曾祥榕
全冊	插畫	曾祥榕
全冊	照片	曾祥榕

