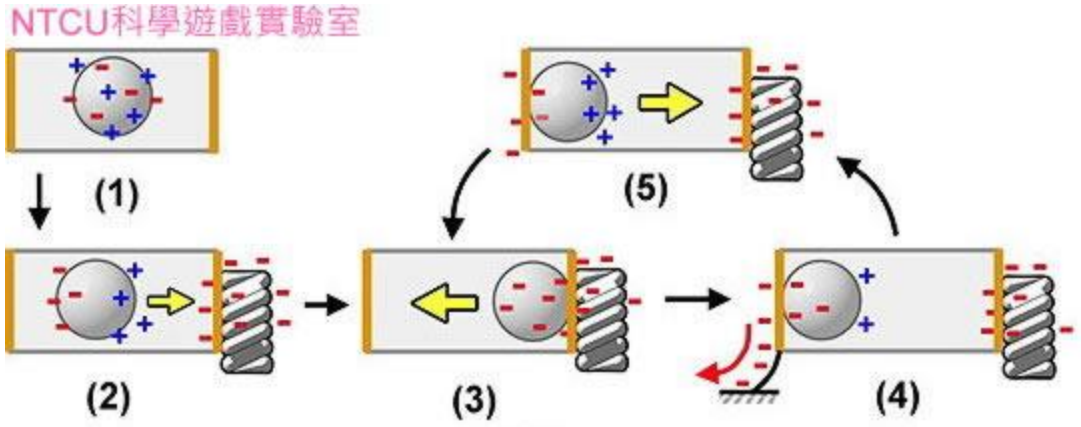
自然科學探究與實作「靜電動力球」教學設計大綱

	探究 學習內容	**實作** 學習內容
1. 發現問題	觀察現象	教師呈現靜電動力球的現象： 打開靜電棒開關後，保麗龍球就會 快速的來回運動。(如右方 QRcode)
	形成或訂定問題	指導學生提出適合科學探究的問題：(分組) (1)保麗龍球包覆鋁箔的方式不同，保麗龍球的運動頻率有何差別？ (2)塑膠管二側包覆的材料不同，保麗龍球的運動頻率有何差別？ (3)保麗龍球的大小不同，保麗龍球的運動頻率有何差別？
	提出可驗證的觀點	針對以上探究問題，提出「假說」(含理由) (1)保麗龍球包覆鋁箔越密，則運動頻率越高。 (2)塑膠管二側包覆的材料改為銅箔，則運動頻率會比鋁箔更高。 (3)保麗龍球越小顆，則運動頻率越高。
2. 規劃與研究	尋找變因或條件	指導學生釐清操縱變因、控制變因、應變變因。 例如探究問題(1)：操縱變因是「保麗龍球包覆鋁箔的方式」，控制變因包括：「塑膠管二側包覆的材料、保麗龍球的大小、塑膠管大小」等，應變變因是保麗龍球的運動頻率。
	擬定研究計畫	(1)依據選訂的探究問題，設計實驗。 (2)能正確的組裝實驗裝置。 (3)小組合作分派實驗工作。
	收集資料數據	(1)正確且安全的操作實驗器材。 (2)設計適當的紀錄格式並詳實記錄， 例如拍照或攝影、紙筆記錄等。 (3)每項變因的實驗記錄至少三筆以上的資料
3. 論證與建模	分析資料和呈現證據	(1)將蒐集到的數據，製作圖與表。 (2)整理出資料的變化性有否規則性？(正反比或相關性) (3)小組討論；比較自己、同學與其他相關的證據的合理性。 培養學生能以合理明確的「証據」提出「主張」。
	解釋和推理	(1)由資料分析結果，討論應該拒絕假說或接受假說。 (2)由資料數據顯示的相關性形成解釋，推測可能的因果關係。 例如保麗龍球運動頻率：直徑 1.0cm > 直徑 1.5cm。 保麗龍球直徑越小，運動頻率越高。
	提出結論或解決方案	(1)由探究的資料與結果形成結論。 (2)形成新的概念或問題。例如：保麗龍球越小顆，重量越輕且空氣阻力越小，因此運動頻率較高。
	建立模型	由探究結果建立合理模型以描述所觀察的現象。 例如下頁附圖的解釋模型。

(續) 自然科學探究與實作「靜電動力球」教學設計大綱

	探究 學習內容	實作 學習內容
4. 表達與分享	表達與溝通	(1)各組上台報告成果，利用口語、文字、影音或實物等方式表達。 (2)能正確運用彈力位能、動能等科學名詞 (3)有條理且合邏輯的陳述探究成果。
	合作與討論	(1)傾聽他人的報告，並能提出具體的意見或建議。 (2)以課室提問方式，請學生評估同學的探究過程、結果或模型的優缺點與疑問或提出改善方案。
	評價與省思	(1)能指出各組組別探究過程的優缺點以及有待改進問題。 (2)思考在探究過程中，「假說」的確定性程度，能否達到「理論」的層次？如何判決？



附圖 「靜電動力球」解釋模型

「自然科學探究與實作」教學活動設計

教案　單元名稱：靜電動力球

<table>
<tr><td>教學領域</td><td>自然科學探究與實作</td><td>教學時間</td><td>150 分鐘/3 節</td></tr>
<tr><td>學生經驗</td><td colspan="3">學生在學習本活動之前，在日常生活中常常有機會接觸到靜電，已經瞭解到正負電荷互相吸引、相同電荷互相排斥。因此本活動教學時，著重在學生的日常生活經驗的聯結，以幫助學生認識靜電的特性，並能進而發現生活中的靜電的相互作用。</td></tr>
<tr><td>十二年國民基本教育課程綱要：普通型高中自然科學領域必修課程學習重點</td><td colspan="3">思考智能（t）
ti-Vc-1　能主動察覺生活中各種自然科學問題的成因，並能根據已知的科學知識提出解決問題的各種假設想法。
tr-Vc-1　能運用簡單的數理演算公式及單一的科學證據或理論，理解自然科學知識或理論及其因果關係，或提出他人論點的限制，進而提出不同的論點。
tc-Vc-1　能比較與判斷自己及他人對於科學資料的解釋在方法及程序上的合理性，並能提出問題或意見。
問題解決（p）
po-Vc-1　能從日常經驗、科技運用、社會中的科學相關議題、學習活動、自然環境、書刊及網路媒體中，汲取資訊並進行有計畫、有條理的多方觀察，進而能察覺問題。
po-Vc-2　能依據觀察、蒐集資料、閱讀、思考、討論等，確認並提出生活周遭中適合科學探究或適合以科學方式尋求解決的問題（或假說）。
pe-Vc-1　能辨明多個自變項或應變項並計劃適當次數的測試、合理地預測活動的可能結果和可能失敗的原因。
pe-Vc-2　能正確安全操作適合學習階段的物品、器材儀器、科技設備及資源，能適度創新改善執行方式。能進行精確的質性觀察或數值量測，視需要能運用科技儀器輔助記錄。
pa-Vc-1　能合理運用思考智能、製作圖表、使用資訊及數學等方法，有效整理資訊或數據。
pa-Vc-2 能運用科學原理、思考智能、數學、統計等方法，從探究所得的資訊或數據，形成解釋、理解、發現新知、獲知因果關係、理解科學相關的社會議題、解決問題或是發現新的問題。並能將自己的探究結果和同學的結果或其他相關的資訊比較對照，相互檢核，確認結果。</td></tr>
</table>

	pc-Vc-1　能理解同學的探究過程和結果（或經簡化過的科學報告），提出合理而且較完整的疑問或意見。並能對整個探究過程：包括，觀察定題、推理實作、數據信效度、資源運用、活動安全、探究結果等，進行評核、形成評價並提出合理的改善方案。 pc-Vc-2　能利用口語、影像（例如：攝影、錄影）、文字與圖案、繪圖或實物、科學名詞、數學公式、模型等，呈現探究之過程、發現或成果。 **科學的態度與本質（a）** ai-Vc-1　透過成功的問題解決經驗，獲得成就感。 ai-Vc-2　透過科學探索與科學思考對生活週遭的事物產生新的體驗及興趣。 an-Vc-1　了解科學探究過程採用多種方法、工具和技術，經由不同面向的證據支持特定的解釋，以增強科學論點的有效性。 an-Vc-2　了解科學的認知方式講求經驗證據性、合乎邏輯性、存疑和反覆檢視。

教學活動內容				
科學探究能力細項	能力指標	教學情境	學生活動	時間(分)
		準備材料 ➢ 教師部分 1. 鋁箔紙、透明塑膠管、鋸子、靜電棒(含電池)、保麗龍球、鋁箔膠帶、銅箔膠帶、厚紙板、剪刀、手機(有錄影與計時功能)。 2.備妥學習單。		教學時間教師可視情形彈性調整
第一節				
1.發現問題		一、引起動機 1.教師將保麗龍球放進透明塑膠管內，兩端黏上包覆鋁箔的紙板。一端手持另一端接觸靜電棒。(如網頁的圖 2)。 2.教師提問：如果打開靜電棒開關，會發生什麼現象呢？請你記錄在**學習單的第 1 題**。 **＜配合學習單第 1 題＞**	學生仔細觀察教師操作時所看到的現象。 學生回答教師提問並記錄於**學習單第 1 題**。	5 分 10 分

		二、發展活動		
	tc-Vc-1 po-Vc-1 po-Vc-2 ai-Vc-2 an-Vc-2	1.教師打開靜電棒開關後，保麗龍球就會快速的來回運動！ 2.教師可以請每一組派出 1 至 2 位同學來試作，並觀察學生到講台前試作。 3.教師提問：假如你是科學家，看到這樣的現象，什麼樣的問題值得你想要去研究？也就是有可能影響實驗結果的因素，就是好的問題；不可能影響實驗結果的就是不好的問題，例如靜電棒的顏色、手持塑膠管的高度、…這些就是沒有價值的研究問題，請你記錄在**學習單的第 2 題**。 **＜配合學習單第 2 題＞** 【引導學生討論：保麗龍球包覆鋁箔的方式不同，保麗龍球的運動頻率有何差別？另一方面，塑膠管二側包覆的材料不同，還有保麗龍球的大小不同是否也有差異呢？有何問題適合進行探究呢？】 ※學生回答右欄(1)、(2)、(3)欲研究問題，教師回應此 3 種皆為合適的研究問題，因實驗結果有可能受到這 3 種因素的影響。學生回答(4)手抓塑膠管力量不同，保麗龍球的運動頻率有何差別？ 教師提問：大家認為手抓塑膠管的力量是否會影響保麗龍球運動頻率呢？同意或反對的理由為何？	1.學生仔細觀察教師操作時所看到的現象。 2.學生能試作和仔細觀察。 3.學生可能回答： (1)保麗龍球包覆鋁箔的方式不同，保麗龍球的運動頻率有何差別？ (2)塑膠管二側包覆的材料不同，保麗龍球的運動頻率有何差別？ (3)保麗龍球的大小不同，保麗龍球的運動頻率有何差別？ (4)手抓塑膠管力量不同，保麗龍球的運動頻率有何差別？ 並記錄於**學習單第 2 題**。	5 分 5 分 15 分

		教師統整：手只要能抓住塑膠管就可以了，目的是接觸鋁箔和懸空即可，因此「手抓塑膠管力量不同，保麗龍球的運動頻率有何差別？」這不是一個適合的探究問題。		
	ti-Vc-1 tr-Vc-1 po-Vc-2	4.教師指導學生提出預測的理由，而提出的假說必須為「可驗證性」，即是可以設計實驗進行考驗。並請學生記錄於**學習單的第 3 題**。 學生討論後而形成的假說，未必侷限於下列的三個假說，因此，只要有合理的理由，都可以接受。 例如： 假說(1)：保麗龍球包覆鋁箔越密，則運動頻率越高。 理由：鋁箔幫助導電，包覆越密則導電性愈好。 假說(2)：塑膠管二側包覆的材料改為銅箔，則運動頻率會比鋁箔更高。 理由：銅的導電性比鋁高，使電荷移動越快，因此運動頻率較高。 假說(3)：保麗龍球越小顆，則運動頻率越高。 理由：保麗龍球愈小顆，重量越輕且空氣阻力越小，因此運動頻率較高。 **＜配合學習單第 3 題＞**	學生仔細聆聽，能提出研究假說和合理的理由，並記錄於**學習單第 3 題**。	10 分

第二節				
2.規劃與研究	po-Vc-2 pe-Vc-1 pa-Vc-2 an-Vc-1 an-Vc-2	一、準備活動 1.教師指導學生針對小組選定的問題，設計實驗以考驗假說。 二、發展活動 1.教師提示：之前老師上課有說過，實驗中的操縱變因是我們要去改變的變因，其它會影響實驗結果的變因都要受到控制，請同學們討論各組所要探究的問題該如何控制變因、觀察以及測量。請你記錄在**學習單的第 4 題**。 【教學重點在指導學生如何進行控制變因、觀察及測量。】	各組學生進行討論該組的探究問題之實驗設計，並記錄於**學習單第 4 題**。	3 分 8 分
		2.教師提問：第一、二組**探究問題(1)**為「保麗龍球包覆鋁箔的方式不同，保麗龍球的運動頻率有何差別？」所設計的實驗中，操縱變因、控制變因、應變變因分別各是什麼？ 【教師可參考網頁之實驗數據，藉以引導學生在「靜電動力球」活動中，鋁箔包覆一字形、十字形、全包覆，記錄不同包覆方式的實驗結果。】	第一、二組學生回答**探究問題(1)**：操縱變因是「保麗龍球包覆鋁箔的方式」，控制變因包括：「塑膠管二側包覆的材料、保麗龍球的大小、塑膠管大小」等，應變變因是保麗龍球的運動頻率。	3 分
		3.教師提問：第三、四組**探究問題(2)**「塑膠管二側包覆的材料不同，保麗龍球的運動頻率有何差別？」所設計的實驗中，操縱變因、控制變因、應變變因分別各是什麼？ 【教師可參考網頁之實驗數據，藉以指導學生比較兩側包覆鋁箔和銅箔的差異，記錄不同材質的實驗結果。】	第三、四組學生回答**探究問題(2)**：操縱變因是「塑膠管二側包覆的材料」，控制變因包括：「保麗龍球包覆鋁箔的方式、保麗龍球的大小、塑膠管大小」等，應變變因是保麗龍球的運動頻率。	3 分

		4.教師提問：第五、六組**探究問題(3)**「保麗龍球的大小不同，保麗龍球的運動頻率有何差別？」所設計的實驗中，操縱變因、控制變因、應變變因分別各是什麼？ 【教師可參考網頁之實驗數據，藉以指導學生改用不同保麗龍球實驗，記錄其實驗結果。】 **＜配合學習單第 4 題＞** 【教師準備實驗器材及材料】 每一組材料有：鋁箔紙、透明塑膠管、鋸子、靜電棒(含電池)、保麗龍球、鋁箔膠帶、銅箔膠帶、厚紙板、剪刀、手機(有錄影與計時功能)。 【教師需提醒學生注意實驗的控制變因，以及每次操作實驗時，等靜電動力球運動 15 秒達到穩定後再紀錄。】	第五、六組學生回答**探究問題(3)**：操縱變因是「保麗龍球的大小」，控制變因包括：「保麗龍球包覆鋁箔的方式、塑膠管二側包覆的材料、塑膠管大小」等，應變變因是保麗龍球的運動頻率。 學生能專心聽講並清楚知道實驗的步驟。	3 分
	pe-Vc-2 pa-Vc-1 pc-Vc-2	三、綜合活動 1.教師請同學們將實驗結果記錄在**學習單的第 5 題**，並運不同方式做記錄（例如拍照或攝影、紙筆記錄等），每項變因的實驗記錄至少三筆以上的資料。教師須注意小組中的每位成員都要參與及工合作。 **＜配合學習單第 5 題＞**	學生蒐集分析實驗的結果，並記錄於**學習單第 5 題**。	30 分

第三節				
3.論證與建模	tr-Vc-1 pa-Vc-1 pa-Vc-2 pc-Vc-1 an-Vc-1 an-Vc-2	一、發展活動 1.教師指導學生進行實驗記錄資料的解釋，若實驗結果能支持假說，則請小組進行討論「操縱變因如何影響實驗結果」，並進行解釋。請同學們記錄在**學習單的第 6、7 題**。 **＜配合學習單第 6、7 題＞** ➢ *網頁的參考資料，已提供解釋模型（圖 3），教師配合圖形說明，提供學生參考。*	1.小組成員提出自己的想法做意見交流之討論，並記錄於**學習單第 6、7 題**。 2.學生解釋實驗記錄的資料： **假說(1)的結果**：包覆十字形運動頻率高於全包覆，全包覆運動頻率高於包覆一字形。 **解釋**：如果只包覆一圈，保麗龍球大部分表面沒包覆鋁箔，沒包覆的地方撞到兩側鋁箔較不易彈開。全部包覆重量較大移動速度較慢。 **假說(2)的結果**：塑膠管兩側如果包覆銅箔，保麗龍球運動頻率比塑膠管兩側包覆鋁箔高。 **解釋**：銅的導電性比鋁高，使電荷移動越快，因此運動頻率較高。 **假說(3)的結果**：保麗龍球直徑越小，運動頻率越高。 **解釋**：保麗龍球越小顆，重量越輕且空氣阻力越小，因此運動頻率較高。	20 分

4.表達與分享	tr-Vc-1 pc-Vc-1 pc-Vc-2 ai-Vc-1	2.教師指導學生上臺發表實驗結論，做出口頭報告。 3.教師可提醒學生內容大綱（例如：研究問題、假說、實驗方法、記錄、分析與結論等。）並請同學們記錄在**學習單的第 8 題**。 **＜配合學習單第 8 題＞**	學生上台發表實驗結論並做總結性的口頭報告：如：保麗龍球包覆適量的鋁箔、塑膠管兩側包覆銅箔、保麗龍球直徑較小，則保麗龍球的運動頻率較高；反之，保麗龍球包覆過多或過少的鋁箔、塑膠管兩側包覆鋁箔、保麗龍球直徑較大，則保麗龍球的運動頻率較低。（學生能理解並說出上述第 2 點解釋資料的理由，並記錄於**學習單第 8 題**。）	20 分
		二、綜合活動 1.教師提問：請學生發表活動過程之心得感想。並記錄在**學習單的第 9、10 題**。 **＜配合學習單第 9、10 題＞** 2.請學生完成學習單並收拾整理、場地清潔。	學生回答：採自由發表。 學生**完成學習單**。	10 分

「靜電動力球」學習單

班級：___年___班　組別：第___組　座號：____號 姓名:_____

1.發現問題

1. 如果打開靜電棒開關，會發生什麼現象呢？**把預測結果記錄在下面。**

_____

_____

_____

2. 假如你是科學家，看到這樣的現象，什麼樣的問題是值得你要去研究呢？
   也就是有可能影響實驗結果的因素會是什麼呢？
   請你把適合進行探究的問題記錄下來。

_____

_____

_____

_____

形成假說

3. 在老師的提示、統整之後，我們知道科學家要研究的問題，請同學們
   先提出假說，也就是去預測研究問題的結果，並且提出預測的理由。

3-1 你提出的假說：_____

_____

3-2 提出這個假說的理由：_____

_____

_____

2.規劃與研究

4. 「實驗中的操縱變因是我們要去改變的變因，其它會影響實驗結果的變因都要受到控制，不能做改變！」請同學們討論各組所要探究的問題該如何控制變因、觀察以及測量。

4-1 我要探究_____，保麗龍球的運動頻率有何差別？

4-2 我的實驗器材：_____

_____

4-3 操縱變因：_____

_____

4-4 應變變因：_____

_____

4-5 控制變因：_____

_____

5. 請將實驗結果記錄下來(記錄保麗龍球每十秒來回次數)

操縱變因 次數			
第 1 次			
第 2 次			
第 3 次			
第 4 次			
第 5 次			
平均			

3.論證與建模

6. 我們這組探究的問題是：_____

_____

7. 我們的實驗的發現與解釋模型是：_____

_____

畫圖說明：

4.表達與分享

8. 我們這組得到的實驗結論是：_____

_____

_____

9. 在各組報告中，你會給第幾組改進的建議？第_____組

改進的建議是：_____

_____

_____

10. 在這次的探究實作，如果滿分是 100 分，你給自己幾分？_____分

原因是：_____

_____

_____