

	探究 學習內容	實作 學習內容
1. 發現問題	觀察現象	教師呈現滑降玩具的現象： 紙卡聽話的一個一個掉落。 (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)吸管長度不同，紙卡會滑落的臨界重量(螺帽)有何差異?? (2)棉線粗細不同，紙卡滑落的臨界重量有何差異? (3)吸管彎曲的角度不同，紙卡滑落的臨界重量有何差異?
	提出可驗證的觀點	針對以上探究問題，提出「假說」(含理由) (1)吸管越長，紙卡滑落的臨界重量越小。 (2)棉線越細，紙卡滑落的臨界重量越大。 (3)吸管彎曲角度越大，紙卡滑落的臨界重量越小。
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「吸管長度」，控制變因包括：「紙卡尺寸、吸管角度、棉線材質」等，應變變因是「能操縱紙卡所需要最少的螺帽數量。」。
	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「證據」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：吸管的角角度越大，需要的螺帽數目越少，且數目和產生的摩擦力有關。
	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：吸管長度越長，產生的摩擦力越大，需要的螺帽數越少就能達到需要的摩擦力。
	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「滑降玩具」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)能正確運用摩擦力、繩子張力等科學名詞 (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？

NTCU科學遊戲實驗室

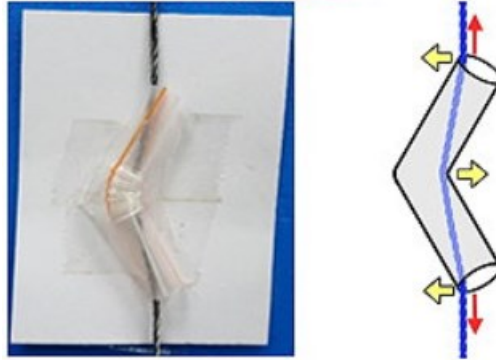


圖 滑降玩具解釋模型

「自然科學探究與實作」教學活動設計

教案 單元名稱：滑降玩具

教學領域	自然科學探究與實作	教學時間	150 分鐘/3 節
學生經驗	學生在學習本活動之前，在日常生活中有機會玩到利用相同原理製造的玩具。因此本活動教學時，著重在幫助學生認識繩子張力和摩擦力的交互關係，並能進而連結生活經驗。		
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	思考智能 (t)		
	ti-□c-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，進而以個人或團體方式設計創新的科學探索方式並得到成果。	
	tr-□c-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-□c-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-□c-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-□c-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）。當有多個問題同時存在時，能分辨並擇定優先重要之問題（或假說）。	
	pe-□c-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。藉由教師或教科書的指引或展現創意，能根據問題特性、學習資源（設備、時間、人力等）、期望之成果（包括信效度）、對社會環境的影響等因素，規劃最佳化的實作（或推理）探究活動或問題解決活動。	
pe-□c-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-□c-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-□c-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。

pc-□c-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-□c-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-□c-1 透過成功的問題解決經驗，獲得成就感。

ai-□c-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-□c-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-□c-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.棉線、西卡紙、吸管、剪刀。 2.備妥學習單。		
第一節				
1.發現問題		一、引起動機 1.教師在棉線一端綁上一些螺帽，棉線上卡著三張小紙卡，每次碰一下螺帽就會有一隻小紙卡依序緩緩下降。 2.教師提問：有看到剛剛發生了什麼事情嗎?那要不要來猜猜看裡面是什麼樣的結構?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。	4分 10分

	<p>tc-□c-1 po-□c-1 po-□c-2 ai-□c-2 an-□c-2 ti-□c-1</p>	<p>二、發展活動</p> <p>1.老師拆解結構，並講解造成此實驗現象的原因(吸管與棉線之間的摩擦力)。(如附錄圖 4)</p> <p>2. 教師可以請每一組派出一至兩位同學來試作，並到講台前互相觀察實驗操作與試作。</p> <p>3.教師提問：同學們，你們看到這樣的現象，什麼樣的問題值得你想去研究?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，例如紙卡的顏色，氣溫、...這些就是不好的問題，請你記錄在學習單的第 2 題。</p> <p><配合學習單第 2 題></p> <p>【引導學生討論：實驗時吸管的角 度更大或更小會不會影響到紙卡的滑降?那繩子材質或是粗細呢?有任何適合進行研究的嗎?】</p> <p>□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。</p> <p>學生回答(4)研究繩子越長，要能卡住紙卡所需的螺帽數目是否會越多。</p> <p>教師提問：大家認為棉線長短是不是會影響要讓紙卡卡住的最小螺帽數目?同意或反對的理由是什麼?來告訴大家你的想法。</p> <p>教師統整：棉線只要夠長能讓紙卡有滑落的空間就足夠了，因此「繩子越長，要能卡住紙卡的螺帽數目會越多。」這不是一個適合探究的問題。</p>	<p>1.學生仔細觀察結構，並能了解實驗原理。</p> <p>2.學生能試作和仔細觀察。</p> <p>3.學生可能回答： (1)吸管長度越長，紙卡越容易隨心所欲的依序掉落。 (2)棉線改成風箏線，則讓紙卡卡住的螺帽數量會變更少。 (3)吸管間的角度越小，則紙卡越容易掉落。 (4)繩子越長，要能卡住紙卡的螺帽數目會越多。</p>	<p>6 分</p> <p>5 分</p> <p>15 分</p>
--	---	---	---	-----------------------------------

<p>ti-□c-1 tr-□c-1 po-□c-2</p>	<p>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」，即是設計實驗進行考驗。並請學生記錄於學習單的第3題。</p> <p>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。</p> <p>假說(1)：吸管長度會影響實驗結果，吸管越長，紙卡會滑落的臨界重量越小。</p> <p>理由：吸管長度越長，形成的摩擦力越小，所以棉線張力不需要太大就能使紙卡卡住。</p> <p>假說(2)：棉線材質和粗細會影響實驗結果，棉線越細，紙卡會滑落的臨界重量越大。</p> <p>理由：細棉線與吸管間的摩擦力越小，要將棉線拉的直一點，產生較大的張力，才能產生大一點的摩擦力讓紙卡卡著。</p> <p>假說(3)：吸管角度會影響實驗結果，吸管間彎曲角度越大，紙卡會滑落的臨界重量越小。</p> <p>理由：吸管間的角度越大，棉線和吸管間造成的摩擦力越大，不需要更大的重量將紙卡卡住。</p> <p><配合學習單第3題></p>	<p>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。</p>	<p>10分</p>
--	---	--------------------------------------	------------

第二節

2. 規劃與研究

po-□c-2
pe-□c-1
pa-□c-2
an-□c-1
an-□c-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。】

2. 教師提問：第一、二組**探究問題(1)**為「吸管長度對實驗結果的影響？」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？

【教師可參考附錄之實驗數據，藉以引導學生在「滑降玩具」活動中，吸管長度可從二公分每次增加一公分增加到四公分，並記錄其作用情形。】

3. 教師提問：第三、四組**探究問題(2)**「棉線粗細或材質是否會影響實驗結果？」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？

【教師可參考附錄之實驗數據，藉以引導學生在「滑降玩具」活動中，用不同粗細的棉線、毛線或尼龍線，並記錄其作用情形。】

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。

5 分

第一、二組學生回答**探究問題(1)**：操縱變因是「吸管長度」，控制變因包括：「紙卡尺寸、吸管角度、棉線材質」等，應變變因是「能卡住紙卡所需要最少的螺帽數量」。

5 分

第三、四組學生回答**探究問題(2)**：操縱變因是「棉線粗細或材質」，控制變因包括：「紙卡尺寸、吸管長度、吸管角度」等，應變變因是「能卡住紙卡所需要最少的螺帽數量」。

5 分

	<p>pe-□c-2 pa-□c-1 pc-□c-2 pe-□c-1 pa-□c-2</p>	<p>4.教師提問：第五、六組探究問題(3)「吸管間的角度是否會影響實驗結果」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？</p> <p>【教師可參考附錄之實驗數據，藉以引導學生在「滑降玩具」活動中，吸管長度可從15度，每次增加5度增加到35度，並記錄其作用情形。】</p> <p><配合學習單第4題></p> <p>【教師準備實驗器材及材料】每一組材料有：吸管、西卡紙、量角器、雙面膠、膠帶、棉線(不同粗細)、螺帽、剪刀、尺。</p> <p>【教師需提醒學生注意實驗的控制變因。】</p> <p>三、綜合活動</p> <p>1.教師請同學們將實驗結果記錄在學習單第5題，並運用不同方式做記錄(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。</p>	<p>第五、六組學生回答探究問題(3)：操縱變因是「吸管角度」，控制變因包括：「紙卡尺寸、吸管長度、棉線材質」等，應變變因是「能卡住紙卡所需要最少的螺帽數」。</p> <p>學生能專心聽講並清楚知道實驗的步驟。</p> <p>學生蒐集分析實驗的結果，並記錄於學習單。</p>	<p>5分</p> <p>30分</p>
--	--	--	--	----------------------

第三節

<p>3.論證與建模</p>	<p>tr-□c-1 pa-□c-1 pa-□c-2 pc-□c-1 an-□c-1 an-□c-2</p>	<p>一、發展活動</p> <p>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。</p> <p><配合學習單第6、7題></p> <p>➤ 附錄的參考資料，已提供解釋模型（如附錄圖4），教師配合圖形說明，提供學生參考。</p>	<p>1.小組成員提出自己的想法意見交流討論。</p> <p>2.學生解釋實驗記錄的資料：</p> <p>假說(1)的結果：長度2cm與4cm的吸管之間，只有在20°時相差1個螺帽，其他角度的臨界重量都一樣，顯示吸管長度不同，紙卡會滑落的臨界重量之差異很小。</p> <p>解釋：不同長度但是相同角度的吸管，和拉直的棉線間角度相當，所以棉線張力產生的摩擦力是差不多的。</p> <p>假說(2)的結果：粗的棉線的最大滑動臨界值較細棉線低，也就是說要把紙卡卡在棉線上所需要的螺帽數較少。</p> <p>解釋：粗棉線較粗糙，摩擦力較大，在相同的繩子張力下會產生較大的摩擦力，所以不需要太多螺帽就能產生足夠使紙卡卡住的摩擦力。</p> <p>假說(3)的結果：吸管間彎曲的角度越大，最大滑動臨界值越小。</p> <p>解釋：吸管間的角度越大，棉線張力對吸管的三個接觸點所產生的摩擦力越大，所以不需要更多的螺帽來提供更大的棉線張力。</p>	<p>20分</p>
-----------------------	--	--	--	------------

<p>4.表達與分享</p>	<p>tr-□c-1 pc-□c-1 pc-□c-2 ai-□c-1</p>	<p>2.教師指導學生上臺發表實驗結論，做出口頭報告。</p> <p>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。</p> <p><配合學習單第8題></p> <p>二、綜合活動</p> <p>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。</p> <p><配合學習單第9、10題></p> <p>2.請學生完成學習單並收拾整理、場地清潔。</p>	<p>學生上台發表實驗結論並做總結性的口頭報告：(學生能理解並說出上述解釋資料的理由。)</p> <p>如： 彎曲的角度越大、棉線的越粗最大滑動臨界值越小。</p> <p>學生回答：採自由發表。 學生完成學習單。</p>	<p>20分</p> <p>10分</p>
-----------------------	--	---	--	-----------------------

「滑降玩具」學習單

班級：___年___班 組別：第___組 座號：___號 姓名：_____

1.發現問題

1. 猜猜看裡面是什麼樣的結構？

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 _____，觀察到可自由滑動的最大螺帽懸掛數有何差別？

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(記錄在可滑動的前提下的最大懸掛螺帽數)

次數 \ 操縱變因			
1	_____顆螺帽	_____顆螺帽	_____顆螺帽
2	_____顆螺帽	_____顆螺帽	_____顆螺帽
3	_____顆螺帽	_____顆螺帽	_____顆螺帽

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，你會給第幾組改進建議？第_____組

改進建議是：_____

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：_____
