

活動名稱：真空罐

活動名稱	真空罐	設計者	林宣安
課程主題	力與壓力(第四冊第六章第三節)	課程單元	壓力
教學時間	45 分鐘		
使用器材	材料：1800cc 玻璃罐、真空壓力計、長尾夾、透明塑膠管(長度 50cm、內徑 4mm、外徑 6mm、厚度 1mm)、單向閥 x2、三通接管、注射針筒、電工膠帶 工具：電鑽、階梯鑽、熱熔膠、剪刀、		

圖示	
	材料：1800cc 玻璃罐、真空壓力計、長尾夾、透明塑膠管(長度 50cm、內徑 4mm、外徑 6mm、厚度 1mm)、單向閥 x2、三通接管、注射針筒、電工膠帶 工具：電鑽、階梯鑽、熱熔膠、剪刀
簡易抽氣裝置	
	一、將塑膠管分別剪下 3cm 和 15cm 各兩段，以及 18cm 一段。
	二、兩個單向閥與三通接管之間分別以 3cm 塑膠管連結。 注意：須注意單向閥連結方向，確認為一進一出。

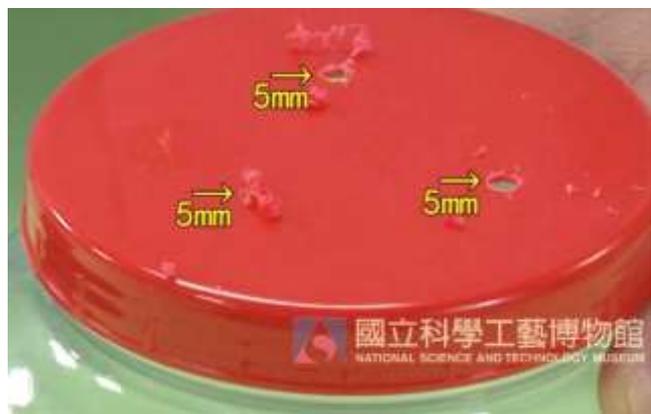


三、針筒與三通接管以 18cm 塑膠管連結，完成簡易抽氣裝置。

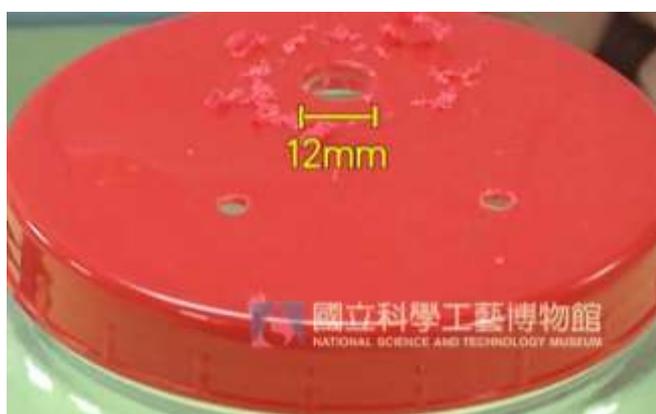


四、單向閥出氣端連接小氣球測試出氣效果，單向閥入氣端連接寶特瓶測試吸氣效果。

真空罐製作



五、在玻璃罐蓋上以電鑽鑽出三個直徑 5mm 的孔。



六、先用膠帶將階梯鑽 14mm 處黏住作為標記，再將其中一孔以階梯鑽擴孔至直徑 12mm。





七、將兩段 15cm 塑膠管分別塞入 5mm 的孔，再將真空壓力計塞入 12mm 的孔。



八、將玻璃罐蓋內部的三孔以熱熔膠緊密黏合，熱熔膠繞圈堆積後，再上下翻動塑形，讓接縫處盡量形成錐狀以達到氣密效果。

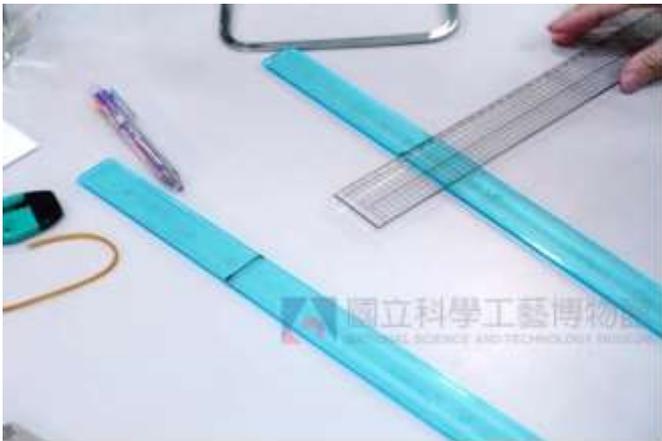
注意：使用熱熔膠溫度一定要夠高。



九、玻璃罐蓋緊之後，將一條塑膠管折起，以長尾夾夾緊，另一條連接簡易抽氣裝置，即完成真空罐的製作。

活動名稱：平行四邊形法

活動名稱	平行四邊形法	設計者	林宣安
課程主題	力與壓力（第四冊第六章第一節）	課程單元	力的合成與測量
活動目標	透過簡易教具製作，讓學生了解力的合成。		
使用器材	材料：45cm 排尺 x2（厚度 0.4cm）、透明膠帶、拉釘 x4（規格 5-8，短邊長度 16.5mm，鑽孔徑 4mm，帽徑 8mm）、粗橡皮筋、鐵絲 工具：測量用尺、奇異筆、線鋸、膠台或剪刀、美工刀、電鑽、拉釘槍、尖嘴鉗		
參考資料	〈力的合成〉 http://10930984547.blogspot.tw/2017/10/blog-post_37.html 〈力的合成_排尺版本〉 http://10930984547.blogspot.tw/2017/10/blog-post_30.html		

步驟	教學活動流程
	材料：45cm 排尺 x2（厚度 0.4cm）、透明膠帶、拉釘 x4（規格 5-8，短邊長度 16.5mm，鑽孔徑 4mm，帽徑 8mm）、粗橡皮筋、鐵絲 工具：測量用尺、奇異筆、線鋸、膠台或剪刀、美工刀、電鑽、拉釘槍、尖嘴鉗
	一、取兩支排尺，分別在 30cm 處以奇異筆標記。



二、用線鋸鋸開標記處，分別取得 30cm 兩段、15cm 兩段。(可以美工刀修邊)

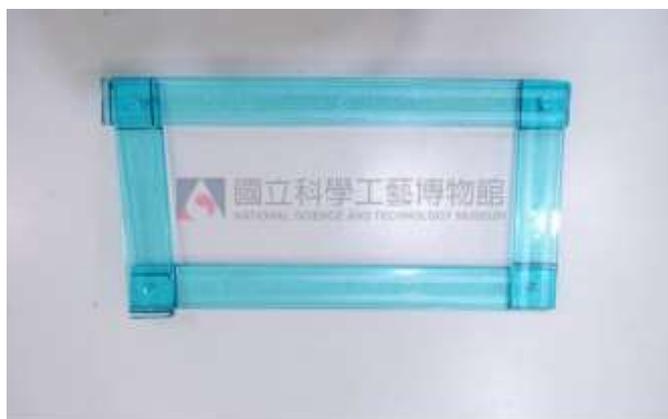
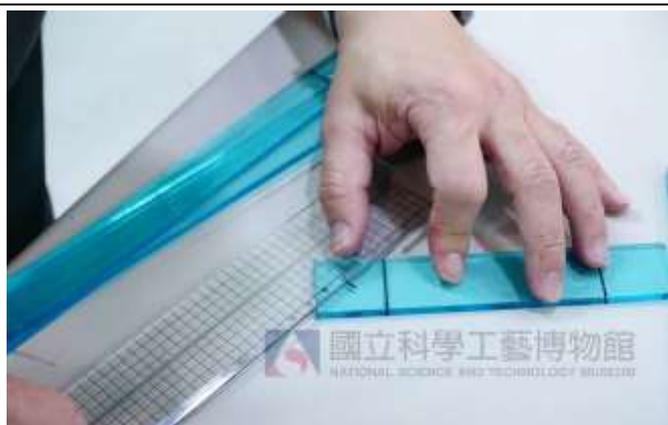


三、取其中一段排尺，依序在每段排尺的兩端畫出排尺寬度的正方形。



四、利用步驟三畫好的正方形找出待鑽孔的中心點，並用奇異筆標示。

註：若是排尺長度有差異，則以短的為基準來標記鑽孔的位置。



五、分別將兩段長排尺和短排尺一邊對齊後，中央以透明膠帶黏住。

六、選擇 4.5mm 的鑽頭，於標記的中心點鑽孔。

七、拆開膠帶，將四段排尺疊合成平行四邊形。
注意：須留意尺的疊合方向，才能收成 180 度或 0 度。



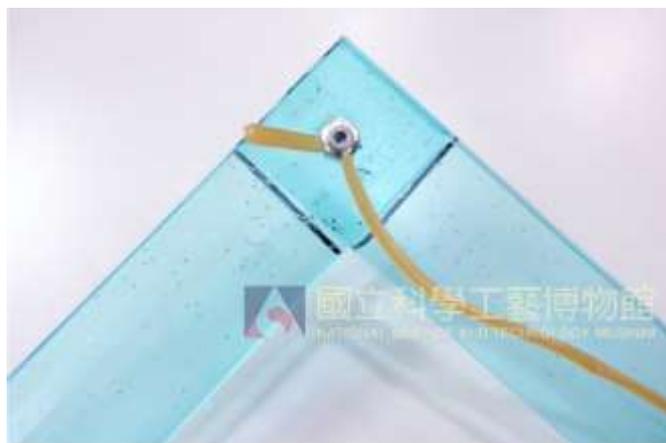
對角線製作一：橡皮筋版本



八、將粗橡皮筋剪斷，綁在拉釘短邊。



九、將拉釘短邊套入#1 孔中，用拉釘槍套入拉釘長邊後反覆壓緊，拉釘會自動斷掉，即完成製作。



對角線製作二：鐵絲版本



十、利用尖嘴鉗將鐵絲彎折纏繞在拉釘短邊，用以製作小鉤。



十一、使用拉釘槍重複步驟九，將纏好鐵絲的拉釘釘入#1 孔洞中。



十二、將平行四邊形押近水平時(即#1 及#2 孔洞的距離縮至最短)，在不拉伸橡皮筋的狀況下，將橡皮筋綁在#1 及#2 孔洞的鐵絲上，即完成製作。

註：老師如需自用教具，可用紙箱製作較方便簡易，但與此教具相較之下較不耐用。

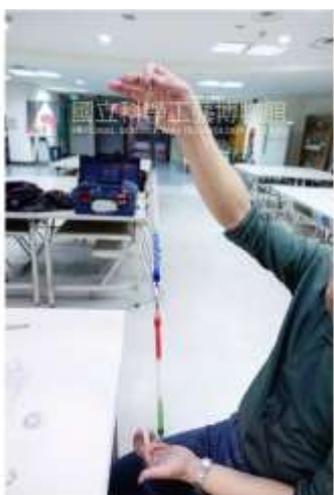
活動名稱：虎克定律

活動名稱	虎克定律	設計者	林宣安
課程主題	力與壓力（第四冊第六章第一節）	課程單元	力的合成與測量
活動目標	一、透過簡易教具製作，讓學生了解力的合成。 二、利用彈簧及墊片演示虎克定律。		
使用器材	材料：彈簧 x2、大墊片 x10（外徑 4cm、內徑 1.8cm、厚 0.3cm）、小墊片 x10（外徑 3.5cm、內徑 1.5cm、厚 0.2cm）、竹筷 工具：行李秤 x2、尺		
參考資料	〈虎克定律實驗〉 http://10930984547.blogspot.tw/2017/10/blog-post_28.html		

步驟	教學活動流程
	<p>材料：彈簧 x2、大墊片 x10（外徑 4cm、內徑 1.8cm、厚 0.3cm）、小墊片 x10（外徑 3.5cm、內徑 1.5cm、厚 0.2cm）、竹筷 工具：行李秤 x2、尺</p>
	<p>一、將彈簧下方鐵圈拉開成兩側鉤狀如圖示。</p>

	<p>二、在彈簧下方鉤子慢慢掛上墊片，掛上三個墊片以內，彈簧並不會拉伸。(拉力足的彈簧皆有此狀況，此時不符合虎克定律)</p>
	<p>三、在彈簧下方鉤子掛上第三個墊片時，彈簧長度開始改變，即符合虎克定律，此時墊片總數量即為此彈簧的起始拉力。(本實驗使用的彈簧之起始拉力約為三個大墊片，此時彈簧長度約 17.5cm)</p>
	<p>四、在彈簧下方掛第四個墊片，此時彈簧長度改變為長約 21cm；可嘗試預測掛第五個墊片時，彈簧長度約 24.5cm。</p>

串聯彈簧



取第二條彈簧鉤在第一條下方，再將墊片掛在最下方。

註：串聯彈簧時，原本預期伸長量會變成 2 倍，但因每條彈簧的彈性細數不見得相同，所以拉長量也未必為 2 倍。

並聯彈簧



將兩條彈簧並排，下方套入一根竹筷，在竹筷上用鐵絲掛上一個掛勾，再將墊片掛在竹筷上。

註：並聯彈簧時，可均分重量，此時可預期伸長量為單一彈簧時的 $1/2$ ，但若彈性係數差很多，結果會互相拉扯，此時係數大者會負擔多一些。

拉力



將兩個行李秤掛勾互相勾住，兩人各自用力拉一端，待行李秤數字穩定時，其大小約略相等。

注意：行李秤使用前，可先進行校正。

活動名稱：滾動摩擦與滑動摩擦

活動名稱	滾動摩擦與滑動摩擦	設計者	林宣安
課程主題	力與壓力(第四冊第六章第二節)	課程單元	摩擦力
活動目標	藉由簡易實驗觀察運動方式的不同會影響摩擦力。		
使用器材	材料：大容量牛奶瓶蓋 x4 (φ4cm)、一般吸管、竹筷 x3、120 號砂紙、鐵絲或膠帶 工具：電鑽、剪刀、尺、尖嘴鉗		
事前準備	若用竹籤取代竹筷，則需使用養樂多吸管。		
參考資料	〈移動摩擦與滾動摩擦〉 http://10930984547.blogspot.tw/2017/10/blog-post_26.html		

步驟	教學活動流程
	<p>材料：大容量牛奶瓶蓋 x4 (φ4cm)、一般吸管、竹筷 x3、120 號砂紙、鐵絲或膠帶 工具：電鑽、剪刀、尺、尖嘴鉗</p>
	<p>一、使用電鑽在四個瓶蓋圓心處各鑽一個可塞進竹筷的洞。(鑽頭略小於竹筷直徑即可)</p>

 <p>A photograph showing two light-colored bamboo sticks lying horizontally. A red double-headed arrow above them indicates a length of 7cm. The National Science and Technology Museum logo is visible in the background.</p>	<p>二、剪取兩段約 7-8cm 的竹筷，兩根長度需一致。</p>
 <p>A photograph of a single purple plastic straw lying horizontally. A red double-headed arrow above it indicates a length of 5cm. The National Science and Technology Museum logo is visible in the background.</p>	<p>三、剪取一段約 5-6cm 的吸管。</p>
 <p>A photograph showing one of the bamboo sticks with the purple straw inserted into its center. The straw is positioned in the middle of the stick. The National Science and Technology Museum logo is visible in the background.</p>	<p>四、將剪好的吸管套在其中一根竹筷上。</p>
 <p>A close-up photograph of a person's hands using yellow-handled pliers to push a red plastic bottle cap onto the end of a bamboo stick. The National Science and Technology Museum logo is visible in the background.</p>	<p>五、四個瓶蓋分別塞至兩根竹筷上。</p>



六、另取兩支竹筷分別垂直擺放於輪軸中央，用鐵絲綁緊或膠帶黏緊。



七、完成滾動摩擦教具及滑動摩擦教具的製作。

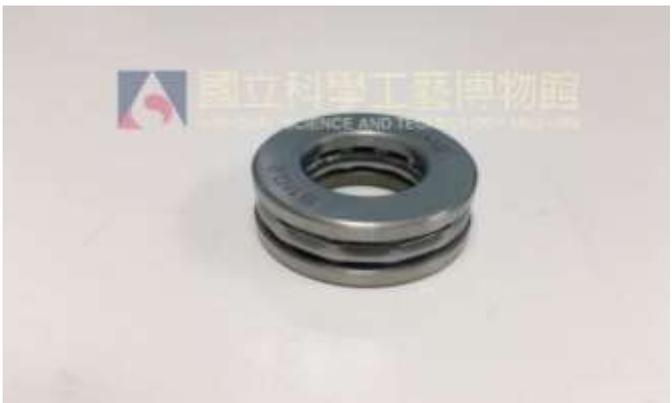


八、分別在砂紙上進行測試，即可比較摩擦係數的差異性。



活動名稱：軸承(滾動摩擦的應用)

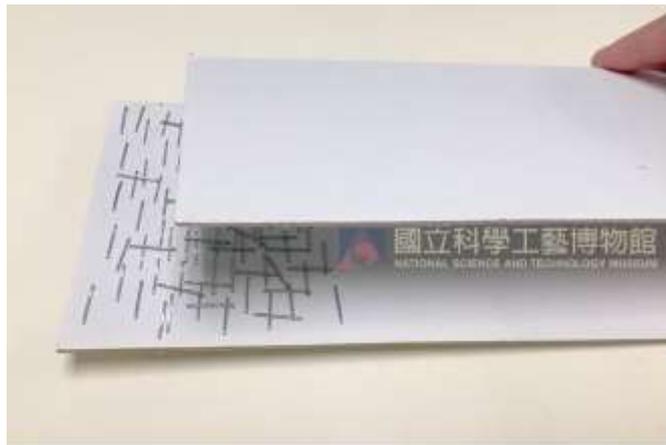
活動名稱	軸承	設計者	林宣安
課程主題	力與壓力(第四冊第六章第二節)	課程單元	摩擦力
活動目標	透過軸承了解滾動摩擦的應用。		
使用器材	開放式深溝槽滾珠軸承、止推滾珠軸承		
參考資料	〈滾動摩擦的好應用_各種軸承〉 http://10930984547.blogspot.tw/2017_11_01_archive.html		

步驟	教學活動流程
	材料：開放式深溝槽滾珠軸承、止推滾珠軸承
	一、開放式深溝槽滾珠軸承。(生活應用如指尖陀螺)
	二、止推滾珠軸承。(餐廳圓桌轉盤底座之軸承)
	三、兩種軸承皆是滾動摩擦的應用。

活動名稱：針山

活動名稱	針山	設計者	林宣安
課程主題	力與壓力（第四冊第六章第三節）	課程單元	壓力
活動目標	利用針山說明壓力與面積的關係。		
使用器材	材料：1000 磅厚紙板 x2、釘針、小氣球數個 工具：釘槍、打氣筒		
參考資料	〈超簡單針山製作〉 http://10930984547.blogspot.tw/2017/10/blog-post_24.html		

步驟	教學活動流程
	<p>材料：1000 磅厚紙板 x2、釘針、小氣球數個 工具：釘槍、打氣筒或抽氣裝置</p>
	<p>一、使用釘槍在厚紙板上釘上釘針，排列越密集越好。</p>
	<p>二、在厚紙板空白處獨立釘一個釘針，並壓下其中一支針腳。</p>



三、在厚紙板的背面，在黏上一張厚紙板固定。
(也可以省略此步驟，將釘槍橫豎交錯的釘即可加強固定)



四、將充氣的小氣球放置在針山上，用力往下壓，觀察氣球是否會破損。



五、將充氣的小氣球放置在獨立一根針腳上，用力往下壓，觀察氣球是否會破損。

活動名稱：測量大氣壓力

活動名稱	測量大氣壓力	設計者	林宣安
課程主題	力與壓力(第四冊第六章第三節)	課程單元	壓力
活動目標	透過實驗讓學生了解壓力與物體所受的垂直力及受力面積的關係。		
使用器材	材料：50ml 針筒 (φ2.8cm)、棉線、單向閥 工具：尺、線鋸、剪刀、行李秤		

步驟	教學活動流程
	<p>材料：50ml 針筒、棉線、單向閥 工具：尺、線鋸、剪刀、行李秤</p>
	<p>一、計算針筒內部截面積約 6.15cm^2。</p>
	<p>二、利用線鋸在針筒的推桿處鋸出一條縫隙。</p>
	<p>三、取一條棉線頭尾打結後，分別套在針筒的推桿處並穿過縫隙固定。</p>

	<p>四、將行李秤掛在棉線上並歸零後，穩定並輕輕的下拉，行李秤的數值即為此時的摩擦力，約 0.2kg。</p> <p>註：亦可在棉線上掛水杯，慢慢注水取代行李秤。(直到針筒拉桿移動那瞬間，注水即可停止)</p>
	<p>五、針筒接上單向閥後，一人手持針筒不動，另一人拉行李秤，當針筒拉桿向下時，可觀察行李秤的數值。(此時的施力約為 6.3kg)</p>
<p>原理說明</p>	<p>$壓力 = 物體所受的垂直力 / 受力面積, P = F / A$</p> <p>本實驗中垂直力量(約為 6.3kg)扣除摩擦力(約為 0.2kg)再除以面積 6.15cm^2 後為 0.99 約等於 1 大氣壓力。</p>

活動名稱：真空罐抽氣實驗

活動名稱	真空罐抽氣實驗	設計者	林宣安
課程主題	力與壓力(第四冊第六章第三節)	課程單元	壓力
使用器材	材料：5ml 滴管 x2、水性墨水、水、透明塑膠杯 工具：剪刀、真空罐、簡易抽氣裝置		

步驟	教學活動流程
	<p>材料：5ml 滴管 x2、水性墨水、水、透明塑膠杯 工具：剪刀、真空罐、抽氣筒</p>
	<p>一、先將水溶液用墨水染色。</p>
	<p>二、將滴管剪掉細端後，插入染色液體中。</p>



三、滴管吸取一些染色液體後，放入真空罐內。



四、開始抽氣並觀察滴管內液面的變化。



五、取另一支滴管，剪開上方擠壓端，形成開口，重複實驗，比較液面變化的差異。



活動名稱：點滴

活動名稱	點滴	設計者	林宣安
課程主題	力與壓力(第四冊第六章第三節)	課程單元	壓力
活動目標	利用注射點滴所設計教具說明壓力的應用。		
使用器材	材料：輸液套、寶特瓶含蓋(薄瓶身可扭轉的最佳)、硬的塑膠瓶或玻璃瓶 工具：尖頭剪刀、水桶		
參考資料	〈利用點滴包的壓力道具〉文章後半部 https://goo.gl/vFHWt		

步驟	教學活動流程
	<p>材料：輸液套、寶特瓶含蓋(薄瓶身可扭轉的最佳)、硬的塑膠瓶或玻璃瓶 工具：尖頭剪刀、水桶</p>
	<p>一、用尖頭剪刀在寶特瓶蓋挖出一小洞，使點滴頭能緊密插入。</p> 
	<p>二、寶特瓶裝滿水蓋上瓶蓋後舉高，在正下方擺放水桶，將輸液套的管子放入水桶內。</p>

	<p>三、將旋鈕打開後，觀察寶特瓶內的水是否會流出，以及瓶身的變化，可以觀察到保特瓶身慢慢被壓扁。</p>
	<p>四、硬塑膠瓶的瓶蓋鑽孔後，將點滴頭緊密插入。</p>
	<p>五、重複步驟三、四，此時可以發現塑膠瓶內的水滴幾滴後就不滴了。</p> <p>註：塑膠瓶因瓶身較硬無法壓縮，因此當內部的水稍微流出一些後，瓶身內部氣體壓力變小，大氣壓力便能阻止內部的水繼續流出。</p>
	<p>六、在瓶蓋上插入透氣針後，重新打開旋鈕，此時空氣會由透氣針進入，水滴便能順暢流出。(透氣針內部有高密度海綿，只讓氣體通過)</p>

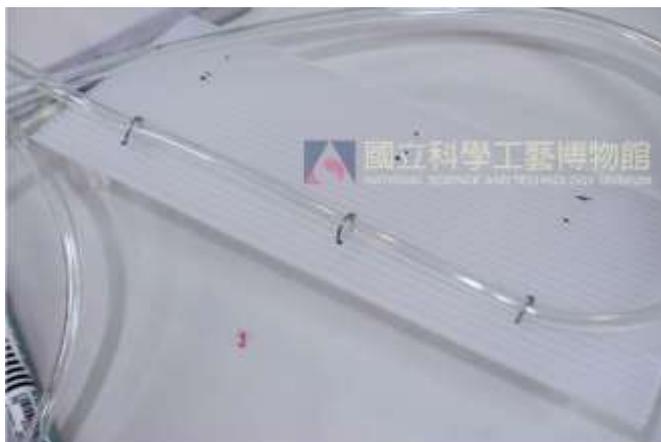
活動名稱：水壓計

活動名稱	水壓計	設計者	林宣安
課程主題	力與壓力(第四冊第六章第三節)	課程單元	壓力
使用器材	材料：塑膠瓦楞板 (20cm x10cm)、風管 (透明軟管，長約 60cm)、鐵絲、錫線、水性墨水、水、塑膠杯、10ml 針筒、塑膠漏斗 (φ5.3cm、高約 7cm)、PVC 保鮮膜、輸液管、長尾夾 工具：剪刀、奇異筆、尺		
參考資料	〈簡易水壓計〉 http://10930984547.blogspot.tw/2017/03/blog-post_11.html		

步驟	教學活動流程
	材料：塑膠瓦楞板 (20cm x10cm)、風管 (透明軟管，長約 60cm)、鐵絲、錫線、水性墨水、水、塑膠杯、10ml 針筒、塑膠漏斗 (φ5.3cm、高約 7cm)、PVC 保鮮膜、輸液管、長尾夾 工具：剪刀、奇異筆、尺
	一、剪取一段風管，在瓦楞板上擺放成 U 型。(U 型風管長度宜長於瓦楞板，測試效果較佳)
	二、在瓦楞板上用奇異筆標記 U 型風管的定位點。



三、用鐵絲在每個定位點鑽孔後，剪取小段錫線穿過孔固定風管。



四、將穿過瓦楞板上的錫線在瓦楞板背面打結固定。



五、針筒吸取染色液體後，注入風管內(大約風管一半長度的量即可)，便可開始進行相關測試。

注意：針筒內的空氣須排空。



六、將塑膠漏斗開口處以保鮮膜蓋住(不需太緊)，用膠帶纏繞黏緊達成氣密狀態。

注意：膠帶要完整繞貼超過保鮮膜覆蓋處。



七、剪取一段風管連結漏斗，並以膠帶黏緊避免氣體流失。



八、剪取一段輸液管，一端連結水壓計，另一端連結漏斗，即可進行測試。



九、開口型水壓計測試：將漏斗沒入水中，其深度與水壓計水柱高低預期將呈現線性變化。



十、閉口型水壓計測試：將水壓計的開口端以長尾夾夾緊，或是用手捏緊，此時可以測試高壓下的液面變化。



十一、水壓計不使用時，可剪取一段輸液管塞住U型風管兩端，避免液體蒸發流失。

活動名稱：帕斯卡

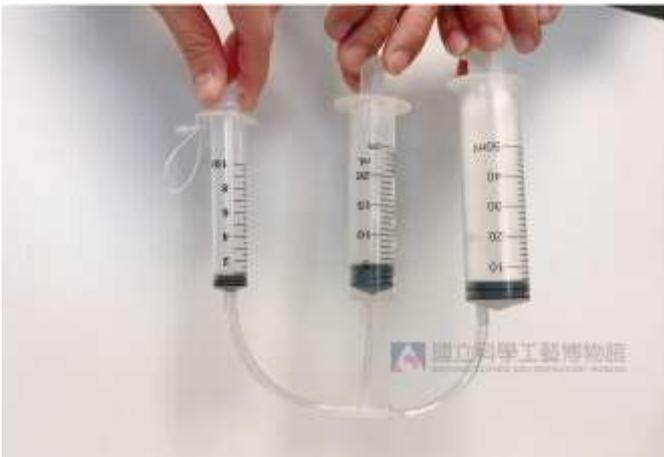
活動名稱	帕斯卡	設計者	林宣安
課程主題	力與壓力(第四冊第六章第三節)	課程單元	壓力
使用器材	材料：風管、針筒 x2(10ml、50ml)、水性墨水、水、塑膠杯、棉線 工具：剪刀、線鋸、行李秤 x2		

步驟	教學活動流程
	<p>材料：風管、針筒 x2(10ml、50ml)、水性墨水、水、塑膠杯、棉線</p> <p>工具：剪刀、線鋸、行李秤 x2</p>
	<p>一、剪取一段風管，連接 50ml 針筒。(風管用久了容易失去彈性，可將端口稍做修剪，以和針筒緊密連接)</p>
	<p>二、50ml 針筒吸取染色液體後，慢慢將液體注入風管內直到填滿為止。</p>

 <p>國立科學工藝博物館 NATIONAL SCIENCE AND TECHNOLOGY MUSEUM</p>	<p>三、10ml 針筒吸取些許染色液體後，連結風管的另一端。</p> <p>注意：若風管內有氣泡，可輕彈管壁以排出空氣。</p>
 <p>國立科學工藝博物館 NATIONAL SCIENCE AND TECHNOLOGY MUSEUM</p>	<p>四、利用線鋸在兩支針筒的推桿處鋸出一條縫隙。</p>
 <p>國立科學工藝博物館 NATIONAL SCIENCE AND TECHNOLOGY MUSEUM</p>	<p>五、取兩條棉線頭尾打結，分別套在兩支針筒的推桿處並穿過縫隙固定。</p>
 <p>國立科學工藝博物館 NATIONAL SCIENCE AND TECHNOLOGY MUSEUM</p>	<p>六、將行李秤掛在棉線上並歸零後，一人手持兩支針筒，另一人往下拉行李秤，觀察針筒的推桿何時開始動。</p>

活動名稱：連通管

活動名稱	連通管	設計者	林宣安
課程主題	力與壓力(第四冊第六章第三節)	課程單元	壓力
使用器材	材料：針筒 x3(10ml、25ml、50ml)、三通接管、風管、水性墨水、水、塑膠杯 工具：剪刀、尺		

步驟	教學活動流程
	<p>材料：針筒 x3(10ml、25ml、50ml)、三通接管、風管、水性墨水、水、塑膠杯</p> <p>工具：剪刀、尺</p>
	<p>一、剪取三段風管(兩長一短,長段約 8cm 較佳) 連接三通接管,長段連接左右兩邊,短段連接中間。</p>
	<p>二、依序將 10ml、25ml、50ml 針筒由左至右連接風管。</p>



三、將染色液體慢慢倒入其中一支針筒。

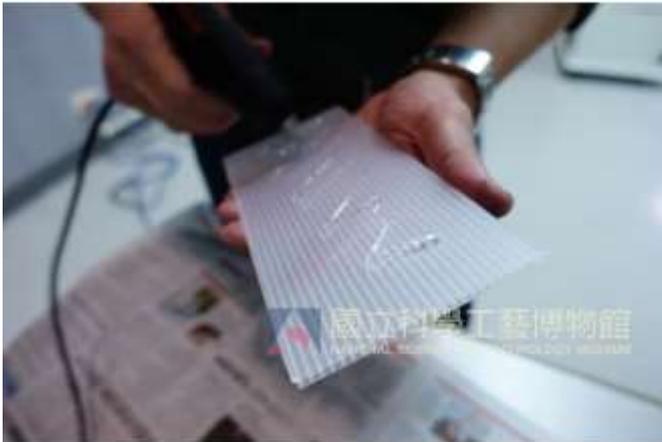
注意：若風管內有氣泡，可輕彈管壁以排出空氣。

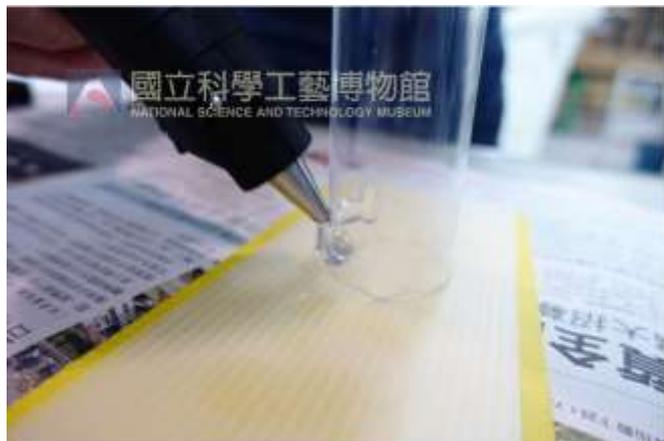


四、調整針筒高度，觀察內部水位的變化。

活動名稱：是浮還是沉

活動名稱	是浮還是沉	設計者	林宣安
課程主題	力與壓力(第四冊第六章第四節)	課程單元	浮力
活動目標	利用氣球和墊片製作浮沉子，進行重力與浮力的實驗。		
使用器材	材料：透明塑膠管(長約 60cm、 ϕ 4cm)、塑膠瓦楞板 x2(20cm x 10cm)、3 吋氣球(水球)數個、墊片環數個(內徑 0.6cm、外徑 1.6cm)、錫線、水、磁鐵 工具：熱熔膠槍、剪刀、水盆、水桶		
參考資料	〈你到底要浮還是要沉〉 http://10930984547.blogspot.tw/2017/06/blog-post_13.html		

步驟	教學活動流程
	<p>材料：透明塑膠管(長約 60cm、ϕ4cm)、塑膠瓦楞板 x2(20cm x 10cm)、3 吋氣球(水球)數個、墊片環數個(內徑 0.6cm、外徑 1.6cm)、錫線、水、磁鐵</p> <p>工具：熱熔膠槍、剪刀、水盆、水桶</p>
	<p>一、使用熱熔膠將兩片塑膠瓦楞板黏貼在一起。(直紋方向要平行長邊)</p> 



二、將塑膠管垂直立於瓦楞板中央，以熱熔膠緊密黏合，熱熔膠繞圈堆積後，再上下翻動塑形，讓接縫處盡量形成錐狀以達到水密效果。

注意：熱熔膠須加熱至溫度夠高時再使用，效果較佳。



三、先在氣球內灌入一些氣體再打結，打結處用錫線綁一個墊片，放入水中測試，修剪錫線長度使氣球在實驗開始時能剛好減頂。





四、在塑膠管中注滿水，測試是否會漏水，即可開始進行實驗。



五、將氣球投入塑膠管中，手持磁鐵將氣球移至不同的高度後移開磁鐵，觀察氣球的浮沉狀態。



六、可修剪錫線微調氣球的重量，再重複實驗，觀察氣球的浮沉狀態。