

教育部108年度中小學科學教育計畫專案

期末報告大綱

計畫編號：069

計畫名稱：發展融入多重表徵的 5E 探究式科學素養導向教材之研究
-以國中力與壓力單元為例(1/3)

主持人：張英琦

執行單位：南投縣延和國民中學

壹、計畫目的及內容

為落實108新課綱重視培養學生問題解決知識、技能與態度之素養導向教學精神(教育部，2014)，本研究團隊申請108年之科教專案計畫，在計畫支持下組成自然科領域教師實務社群，以科學素養導向教學為共同目標，透過共學共同發展科學素養導向教材，不僅提升研究者任教學校自然科領域整體之科學素養教學能力，並將發展的科學素養教材實際應用於教學現場，以培養學生科學素養。計畫目標為發展融入多重表徵之5E探究式科學素養導向之力與壓力單元教材。多重表徵的融入乃基於發展「符號運用與溝通表徵」之核心素養，培養學生使用諸如文字表徵、力圖表徵、表格表徵、關係圖表徵、實物表徵或數學表徵等進行溝通表達與推論之能力。而5E探究式教學策略的採用不僅讓教師在發展教材以及進行探究教學活動的過程中更有階段性可以依循，進而能夠將掌握的具體核心素養融入教學；5E更能讓學生有足夠的時間互動，與同儕一起經歷科學探究的過程，進而培養學生科學探究能力以及「人際關係與團隊合作」之核心素養。

本研究預計分三年執行，如上述，108學年度之第一年期計畫先組成教師實務社群，以提升學生科學素養為目標，透過共學一起發展一個融入多重表徵的5E探究式教學單元，並選取班級進學教學。第二年期計畫將推廣上一年度之研究成果，除依據實際教學後的成果分析來修改力與壓力單元外，並繼續發展一個新的教學單元投入實際教學，藉此更加提升社群成員科學素養導向教材的發展與教學能力。同時，也將整理第一年計畫之研究成果，撰寫成文章投稿國內科教相關期刊。最後，第一年和第二年所開發的教材與研究成果希冀在第三年期計畫推廣到校內更多班級以及其他學校。而社群成員共同累積兩年的理論基礎、研究經驗、教材發展能力後，更希望社群內的其他成員也能夠在未來一起提出科教專案計畫的申請。

基於上述，本研究第一年具體目標如下：

- 一、成立校內自然科領域教師實務社群
- 二、發展一套融入多重表徵之5E 探究式科學素養導向教材
- 三、探討融入多重表徵的5E 科學探究式教材對學生科學素養的影響
- 四、探討融入多重表徵的5E 科學探究式教材對學生學習成效的影響

貳、研究方法及步驟

一、研究設計

本計畫之研究設計兼採量與質的資料收集與分析。在教材與工具發展完成後，選取四個班級分別作為實驗組與對照組，並在教學前與教學後進行科學素養前、後測，以及成就測驗前、後測，並選取適當學生進行晤談。透過前後測資料的比較以及進一步的學生晤談，探討本研究設計教材進行教學對學生科學素養以及學習成就之影響。

此外，為充分發展融入多重表徵之五E 探究式科學素養導向教材，本研究團隊組成了包含六位教師之教師實務社群，並商請大學物理教育領域之教授所帶領的團隊作為專家諮詢。社群內除計畫主持人外，尚有另一位社群成員具備物理教育博士學位，此兩人長期探討科學素養、多重表徵理論、探究式教學、5E 探究式教學策略，以及解題等文獻並具有相關研究經驗。社群除定期(兩週一次)召開會議外，社群內的成員也參加多次與計畫相關的研習或研討會，並與社群內成員分享。此外，社群內兩位具博士學位之成員也定期(兩週一次)至大學與物理教育領域之教授進行計畫內容討論與諮詢。

二、研究流程

本計畫研究流程如圖2-1所示，說明如下：

(一)、成立教師實務社群

本研究組成自然領域之理化教師之實務社群，包含校長以及五位理化教師

(二)、教師實務社群共學

共學之目的在透過文獻的閱讀、分享，以及與專家學者對談並向其諮詢等方式，提升教師實務社群成員對教材設計、科學素養、多重表徵，以及5E 探究式教學等議題之認知。

(三)、共同發展研究教材並建立研究工具

本計畫第一年以國中八年級下學期之力與壓力單元為例，以發展學生科學素養為導向，發展融入多重表徵之5E 探究式教學教材。

另外，研究工具包含科學素養評量、成就測驗，以及半結構式晤談大綱。

(四)、教學、測驗與資料收集

此階段以本研究發展的教材進行教學外，並在教學前與教學後進行科學素養前、後測，以及成就測驗前、後測，並在後測結束後選取適當學生進行晤談。

(五)、資料分析與撰寫研究報告

以兼採量與質的資料收集與分析，撰寫研究報告。

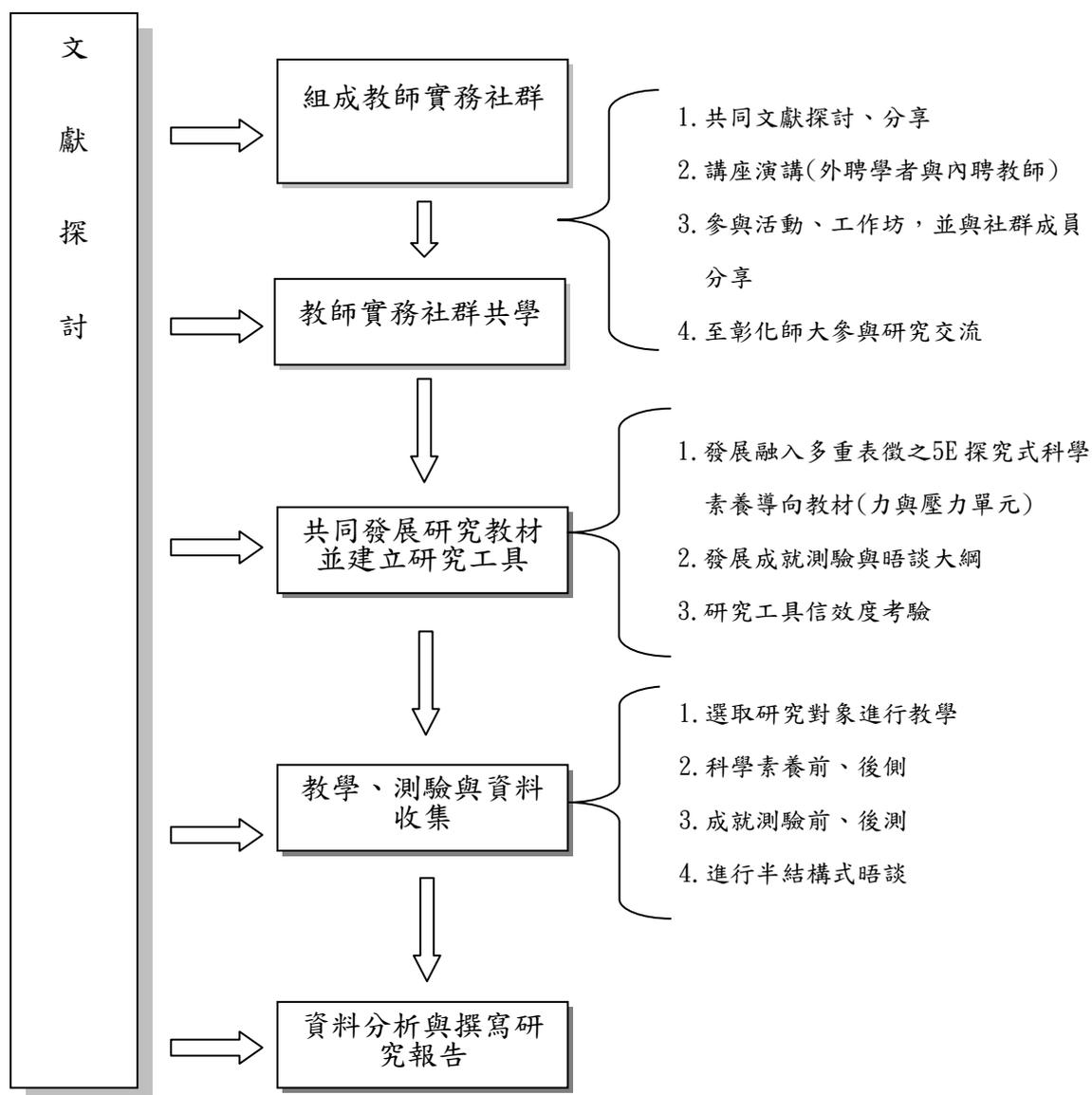


圖2-1：研究流程圖

三、研究對象

本校為南投縣中型學校，全校學生共717人，其中一年級9個班223人、二年級10個班249人、三年級9個班245人，各年級皆為常態編班。如表2-1所示，本計畫之研究對象為本校二年級學生，四個班級約共104位學生。其中兩班為實驗組，兩班為對照組。

實驗組以本研究所發展的教材進行探究式教學，對照組則以現行教科書進行探究式教學。對照組的教材中使用了文字、力圖、關係圖、數學關係、實物操作等表徵，並且依照課本內的安排到實驗室進行實驗。然而相較於對照組，實驗組在表徵的使用上更為豐富，並且重視於對一概念或現象以不同表徵呈現的多重表徵環境；此外，本計畫發展的教材相較於現行教科書有更多的探究活動，並且是依循5E之參與、探究、解釋、精緻化、評量等階段，有系統的幫助學生從探究活動中發展概念，並應用概念到新情境中。

表2-1
研究對象

組別	實驗組		對照組	
班級	210	208	203	204
男生人數	12	12	13	13
女生人數	18	12	11	13
總人數	30	24	24	26
教材/策略	融入多重表徵之5E 探究式科學素養導向教材與教學		現行教科書/探究式教學	

四、研究工具

(一)、科學素養量表

科學素養量表在本研究用來探討學生教學前後之科學素養變化情形，如附件一所示，採用的是張惠博等人(2008年)所發展之"中學版3C 素養量表。所謂3C 科學素養包括科學學習能力(competence of science learning)，合作(cooperation)能力與科學學習自信心(confidence of science learning)。其中科學學習能力素養量表全量表的Cronbach α 係數為.95，其中溝通能力組合量表的Cronbach α 係數為.92；而在合作素養量表的信度方面則為Cronbach α 係數為.92；在科學自信素養量表的信度方面，全量表的Cronbach α 係數為.94。本研究採用3C 素養量表將聚焦在其中的溝通能力組合量表以及合作素養量表，以對應本研究所欲探討之「符號運用與溝通表徵」與「人際關係與團隊合作」兩大核心素養。

(二)、成就測驗前、後測

力與壓力單元成就測驗作為教學前後之前、後測，藉此探討研究團隊所發展的教材對學生學習成就的影響。成就測驗如附件二所示，採用的是本計畫主持人於2008年所發展的測驗工具，試題內容涵蓋「力的認識與測量」、「力平衡」、「摩擦力」、「壓力」、「浮力」等單元。發展過程中以400位學過「常見的力」單元之學生進行預試，並依預試結果，刪除鑑別度過低的題目，同時考量雙向細目表之層次，並進行專家審查，而修訂成為正式施測的成就測驗前測試題，測驗經信度分析KR-20為0.897。

五、資料收集與分析

(一)、資料收集

本計畫之研究資料包含科學素養量前、後測以及成就測驗前後測等量的資料，質的資料包括學生上課活動單內容以及教學後晤談錄音檔。

(二)資料分析

量的資料分析部分將以描述性統計了解學生在教學前後之科學素養與成就測驗表現外，也將以SPSS統計軟體考驗前後測的差異。以相依樣本t檢定分別考驗實驗組與對照組各自在教學後之科學素養/成就測驗平均值與其教學前是否有差異；並以共變數分析探討兩組接受不同教學後之科學素養與學習成就之差異。

質的分析部分將分析學生上課活動單以及晤談錄音所轉錄初的逐字稿，深入探討本研究所發展的教材對學生科學素養的影響。

參、目前研究成果：

上年度計畫執行成果相關資料如附件三~附件七所示，詳細說明則如下：

一、成立實務社群並定期召開社群會議

如附件三所示，2019年八月起執行至2020年六月初已召開13次社群會議。社群運作的進程可分三個階段，第一階段為第一~三次會議，由計畫主持人與另一位社群成員等具備博士學位之二人先進行與計畫主題相關的重要理論分享，除了提供社群其他成員相關文獻與研究資料事先研讀外，在這三次的會議與社群成員共同探討科學素養、多重表徵、5E探究式教

學策略等重要理論。同時計畫主持人先以當時正在進行的課程，力矩與轉動中的小主題(簡單機械)先嘗試設計了一份融入多重表徵的5E探究式教材，以之與社群成員討論如何以5E發展教材融入多重表徵之教材。第二階段為第四~六次會議，主要是由社群的其他幾位成員，分別以一個當下課程進度中的主題為例，嘗試發展多重表徵融入5E探究式教學策略之教材，並輪流在社群會議中與所有成員分享/討論。最後，經過將近一個學期的理論探討、小單元教材嘗試設計與討論後，第三階段，第七~十三次的社群會議，開始聚焦在本計畫研究主題選定的單元，常見的力與壓力單元，開始進行概念圖、教材及相關研究工具的發展討論。本計畫將力與壓力單元分成四個部分分配給社群成員發展活動單，並輪流在每次的社群會議向大家報告、討論，成員們也會給予修改建議。

二、社群內成員積極參與校內外研習、研討會

如附件四所呈現，社群內成員總計12人次參與校外研習或研討會，分別是南投縣教師增能研習-液壓手臂與投石器、竹藝竹編課程教師增能研習、108學年度一般教師木作平衡機構研習、第35屆科學教育國際學術研討會、彰化師大科教所專題演講-以探究為基的科學課堂、108學年度中區科教專案期中報告及評鑑研討會，以及108課綱素養導向課程設計教案撰寫、手擲機製作教師研習、108學年度科技領域課綱研習等。成員被要求將參與的收穫與心得與社群內成員分享。特別是第35屆科學教育國際研討會與本計畫最為相關，社群內兩位成員特地公假北上與會，除了聆聽專題演講與論文發表外，也參加了兩場工作坊，分別以探究與實作為主題的"從現象觀察到提出假設的教學-以傳聲筒為例"，以及以108課綱素養教學為主題的"週期表卡牌與108課綱的週期表課程"。

三、定期參與專家學者的科教研究會議並向專家學者諮詢

社群內兩位具博士學位成員由學校給予公假，定期至國立彰化師範大學參與物理教育領域教授所帶領的科教團隊，進行約兩週一次的研究交流，並向教授們諮詢。如附件五，至今共計參與108/09/10、108/09/24、108/10/08、108/10/22、108/10/29、108/11/19、108/11/26、108/12/10、108/12/24、109/01/07、109/03/10、109/03/24、109/04/14、109/04/28、109/05/12、109/05/26等，目前累計參與達16次會議討論。期間，除了聆聽教授們各自研究上的經驗與成果分享外，也將本計畫執行過程中的進度，以及社群會議的召開情形、遇到的困難，在會議中向教授們報告並請教。而對於教授們所給的建議，也會帶回校內向社群成員們分享，以利本計畫之推動。

四、發展多重表徵融入5E探究式教學策略之力與壓力科學素養導向教材

108學年度的計畫在第一學期社群成員共同參與、共學、知識分享以及小單元教材嘗試設計後，先在寒假期間發展了力與壓力單元概念圖，如附件六所示，後續也開始分工設計單元教材。由社群內莊老師設計力的效應與力的測量主題、謝老師設計摩擦力主題、張老師設計浮力主題，另一位張老師與李老師則設計壓力主題。每位教師所發展的主題教材會利用社群會議，輪流報告與討論，所有成員會一起討論出如何修改。所有主題教材發展後會再進一步請物理教育專長的教授審視與提出建議，最後完成之整份教材如附件七所示，力與壓力教材共分5的單元，總計16個探究活動。教材預計配合學校課程進度於六月中投入教學及收集各項研究資料。當然，屆時也將針對教材與授課進行共同備課、共同觀課以及共同議課，促進社群內成員之專業成長。

肆、目前完成進度

- 一、組成教師實驗社群並持續朝開社群會議，目前累計13次；另，兩位社群成員定期至彰化師大參與物理教育領域教授們的定期會議，向專家學者諮詢與討論，目前累計達16次。
- 二、選定實驗組與對照組各兩個班級，並完成實驗組與對照組之科學素養前測、成就測驗前測。
- 三、發展力與壓力之融入多重表徵之五E探究式科學素養導向教材。力與壓力教材共分5的單元，總計16個探究活動
- 四、實驗組與對照組開始進行力與壓力單元教學

伍、預定完成進度

- 一、完成實驗組與對照組之力與壓力單元教學
- 二、實驗組與對照組之科學素養後測、成就測驗後測
- 三、研究資料分析並撰寫研究發現與研究討論、研究結論

陸、討論與建議(含遭遇之困難與解決方法)

一、社群運作所面對之困難與解決方法

社群運作至今在共同教材發展面對的困難主要有三點，而這三點也是執行本計畫所需面臨的進程。包含(一)文獻探討，亦即讓社群內的成員掌握108新課綱科學素養、多重表徵的教學環境、5E探究式教學策略等內涵或理論；(二)教材發展，即實際設計一份融入多重表徵之5E探究式教材；(三)施行融入多重表徵之5E探究式教學以培養科學素養之困難。

(一)文獻探討困難

首先，為了讓社群內的夥伴都能夠熟悉科學素養、多重表徵以及5E探究式教學策略三大主軸，本計畫由社群內兩位具物理教育博士學位的教師負責文獻搜尋以及整理，並將與本計畫最相關的文獻資料整理起來，事先印給社群內其他成員閱讀，並利用社群會議的時間進行報告與分享、討論。此外，計畫主持人在後續教材範例介紹、社群成員嘗試設計小單元活動單之討論時，也會再說明上述三大主軸如何結合以發展教材。

(二)教材發展困難

其次，社群內的成員以往多以現行教科書授課，大多先在教室以講述法上完課程後，再視時間是否允許後再到實驗室進行實驗操作，此時的探究活動便偏向於驗證而非真正的探究。因此，對於設計融入多重表徵的5E探究式單元教材，會覺得相當困難與不知如何開始。為解決此困難，本計畫先由社群內兩位物理教育博士之教師率先以當時正在進行的課程進度，簡單機械，為例，設計融入多重表徵之5E探究式教材，並向其他社群成員說明設計理念與方式。此兩位物理教育博士成員在先前攻讀碩士學位與博士學位時皆嘗試過5E探究式教材的發展，也嘗試過多重表徵的教學單元發展。其後，社群內的每位成員必須再自行從當下正在上課的課程中選擇一個小主題，獨立發展一份小單元的多重表徵融入5E探究式教學策略教材，並輪流在每一次的社群會議中與社群成員分享、討論。當然，剛設計出的活動單似乎離本計畫目標還有一段距離，不過，透過每一次的社群討論後，下一位發展的教材就

之後，在經過一論的嘗試後，接下來的社群會議開始討論本計畫的主題"力與壓力"，除了分配單元給予社群成員外，主持人帶領大家一起從概念圖來探討力與壓力所有概念的脈

絡，以及確認各項要培養學生發展的科學概念，並討論各主題中可有哪些例子可以引入做為探究活動用，可以是從現行教科書中的活動修改，也可以是嘗試新的探究活動。接著所有成員利用寒假期間各自發展單元活動單，並在第二學期開學後，輪流在社群會議中報告自己設議外，成成員們也會利用 Line 群組互相討論、提出意見。此外，設計過程中遭遇的困難以及設計的活動單也會由兩位成員帶到彰化師大向物理教育領域的教授諮詢。而社群成員在發展教材的過程中普遍遇到的困難包括5E的參與要怎麼設計，相較於探究、解釋、精緻化等過程，參與階段是花比較多時間討論的部分，大家會一起討論怎麼在參與階段給一個適當的例子來引起動機。再來是多重表徵的融入，剛開始設計的活動單還是會以文字描述為主，但因為大家心裡有多重表徵這個目標，因此才能在不斷的討論下，融入更多的表徵，並且是有意義的融入。最後在不斷地修正後方完成本計畫力與壓力教材。

(三)施行融入多重表徵之5E探究式教學以培養科學素養之困難

本計畫發展融入多重表徵之5E探究式教材希冀能夠培養學生「符號運用與溝通表徵」與「人際關係與團隊合作」之核心素養。在教材發展後所面臨的便是教此教材上課上的順暢且不增加學生的負擔，以及如何在上課的過程中能夠真正培養「符號運用與溝通表徵」和「人際關係與團隊合作」兩大核心素養。針對此困難，本計畫之社群進行了幾項做法。第一，對於活動單的探究活動，教師要先自行操作演練，確認器材能夠符合要求且誤差在可接受範圍內。第二，上課前成員們要共同備課，雖然參與、探究、解釋、精緻化在活動單中層次很明確，但是各階段的銜接、老師的話語要如何引導，必須有共識。另外，具有探究教學經驗的成員，會分享其探究教學的經驗給其他同仁，包含如何引導學生提出問題、如何從學生的白話描述引導到科學性的描述、如何掌握時間、如何處理學生偏離主題太遠的問題與回答等。第三，雖然大家課很多，也常衝堂，但成員間要盡量找時間互相觀課，並事後議課討論，最為下一堂課的基礎。第四，要時時提醒自己，得，提醒學生充分在小組成員間互相討論、表達自己的想法、提出自己的質疑，並且提醒學生除了文字與語文外，表格資訊、力圖、關係圖、示意圖、數學關係也是重要的討論工具與依據。第五，教師在解釋階段也要充分利用多重表徵向學生進行解釋、統整。

二、本計畫發展之教材對科學素養及學習成就之影響

由於本計畫之教學課程正執行中，預計七月初完成課程與後測資料收集，故此部分討論與建議尚待後續完成。

柒、參考資料

附件一 科學素以量表

各位同學，您好：

感謝您參與本研究問卷填答，本問卷的目的是要瞭解中小學生學習科學的能力情形。本問卷是不記名的，也無關您的成績，您的誠實填答將有助於教師對學生科學學習能力的瞭解，及作為改進教學的參考。本問卷的數據僅供研究使用，資料也會被妥善隱密保管。謝謝您的協助！

【作答說明】

請就每一題的敘述，依據您自己在學習科學或做科學實驗時的情形，勾選最符合您的項目。

「總是如此」代表您隨時都有符合句子描述的行為；

「經常如此」代表您常常有（多於一半的機會）符合句子描述的行為；

「有時如此」代表約有一半的時候，您有符合句子描述的行為；

「很少如此」代表您偶而會有（少於一半的機會）符合句子描述的行為；

「從未如此」代表您完全沒有符合句子描述的行為；

第一部份：基本資料

填答說明：請將相關資料填寫於空格中

學校：

年級：

班級：

座號：

性別：男女

第二部分：科學能力素養—科學探究能力內涵

請針對你在科學或自然課裡學習科學時的情形，回答以下問題：

	總 是 如 此	經 常 如 此	有 時 如 此	很 少 如 次	從 未 如 次
1. 我能從觀察事物中，針對自己不懂之處提出問題	5	4	3	2	1
2. 我能收集與問題有關的資料，以便深入瞭解問題	5	4	3	2	1
3. 我能針對問題推測可能的解答	5	4	3	2	1

4. 我能說明在實驗中應收集哪些數據	5	4	3	2	1
5. 我能根據研究問題選擇適當的研究方法	5	4	3	2	1
6. 我能考慮各種可能影響實驗的因素	5	4	3	2	1
7. 我能根據問題設計出實驗步驟	5	4	3	2	1
8. 我能仔細觀察及記錄實驗的結果	5	4	3	2	1
9. 我能操作實驗儀器進行測量	5	4	3	2	1
10. 我能按照實驗步驟進行實驗	5	4	3	2	1
11. 我能比較或分類實驗中所蒐集的數據	5	4	3	2	1
12. 我能使用學過的科學名詞解釋實驗數據的意義	5	4	3	2	1
13. 我能根據實驗數據中的數學關係，作出實驗的結論	5	4	3	2	1
14. 我能由實驗的結論，解釋相關的實驗結果或現象	5	4	3	2	1

第三部分：科學能力素養—溝通能力內涵

請針對你在科學或自然課裡學習科學時的情形，回答以下問題：

	總 是 如 此	經 常 如 此	有 時 如 此	很 少 如 次	從 未 如 次
1. 我能用圖表或數學符號的方式說明資料內容	5	4	3	2	1
2. 我能將原始資料轉換為較容易了解的方式呈現	5	4	3	2	1
3. 我能用口語或文字的方式描述資料間的關係	5	4	3	2	1
4. 我能用圖表或數學符號的方式描述資料間的關係	5	4	3	2	1
5. 我會換一個角度思考問題	5	4	3	2	1
6. 我能分析自己所表達的意思與想表達意思是否一致	5	4	3	2	1
7. 我能根據所學習的知識，評估他人話語或文字的正確性	5	4	3	2	1
8. 我能分辨事實與推論	5	4	3	2	1
9. 我能針對同學的觀點提出我的疑問	5	4	3	2	1
10. 我能針對同學解釋不清的地方，要求他重新解釋	5	4	3	2	1
11. 當同學不了解我的觀點時，我能改用其他的方式解釋	5	4	3	2	1
12. 我能透過討論對不同的想法找出異同之處	5	4	3	2	1
13. 我能根據同儕意見，檢討自己的想法是否有矛盾	5	4	3	2	1
14. 我能根據同儕正確的想法，修正自己想法的錯誤	5	4	3	2	1
15. 我能與同儕透過討論進行意見交換	5	4	3	2	1

第四部分：合作素養

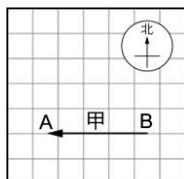
請針對你在科學或自然課裡學習科學時的情形，回答以下問題：

	總 是 如 此	經 常 如 此	有 時 如 此	很 少 如 次	從 未 如 次
1. 我知道小組的學習目標	5	4	3	2	1
2. 我知道參與小組對自己的重要性	5	4	3	2	1
3. 我願意在小組中分享我的意見	5	4	3	2	1
4. 我勇於提出和小組成員不同的想法	5	4	3	2	1
5. 我會在不同的學習階段訂定不同的學習計畫	5	4	3	2	1
6. 我能依自己的程度規劃適合自己的學習目標	5	4	3	2	1
7. 我能幫助小組成員從討論中做出決定	5	4	3	2	1
8. 我能統整小組成員討論的意見	5	4	3	2	1
9. 我能居中協調小組成員不同的想法，以形成共識	5	4	3	2	1
10. 當小組成員意見與我不同時，我願意提供妥協的空間	5	4	3	2	1
11. 我會尊重小組形成的共識	5	4	3	2	1
12. 我能服從小組的決定	5	4	3	2	1
13. 我會與小組成員分享自己的意見	5	4	3	2	1
14. 我能針對小組成員的意見提出不同的觀點	5	4	3	2	1
15. 當我需要幫忙時，我會請求小組成員的協助					
16. 我不會排斥小組成員給我的幫助					
17. 我會與小組成員互相交流各種學習資訊					

附件二 力與壓力成就測驗

- () 1. 小布布想要藉著觀察力的效應來瞭解日常生活中出現的各種力量，下列哪一種情形，小布布觀察不到力的效應？
 (A) 被拉長3cm的橡皮筋 (B) 靜止在桌面上的棒球 (C) 自由落下的蘋果，速度愈來愈快 (D) 突然減速的汽車。

- () 2. 有關圖中甲作用力的敘述，下列何者錯誤？ (A) A是這個力的作用點 (B) 箭頭所指的方向是這個力的方向 (C) 線段 \overline{AB} 的長度可以表示力的大小 (D) kgw可以用來當此力的單位。



- () 3. 下列何種作法或現象有助於減少摩擦力？
 (A) 鞋子底面的花紋 (B) 手指的指紋 (C) 用滑動代替滾動 (D) 腳踏車的齒輪添加潤滑油。

- () 4. 小布布在沙發上施力推一玩具車，發現玩具車因受到摩擦力的影響而難以推動，不過他仍使出渾身解數將玩具車往前推進，結果玩具車被推下沙發，並撞擊地面而破裂變形。試問，上述過程發生的作用力中，何者屬於非接觸力？
 (A) 推力 (B) 摩擦力 (C) 地球引力 (D) 撞擊力。

- () 5. 小布布躺在平坦的床上睡覺（身體呈現靜止狀態），請問她的受力情形，哪一敘述錯誤？
 (A) 小布布是靜止的，所以不受力的作用 (B) 小布布和床的摩擦力等於零
 (C) 床對小布布的支撐力等於小布布的重量 (D) 床對小布布的支撐力方向向上。

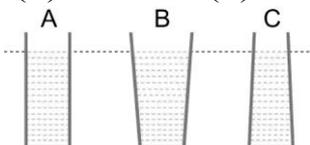
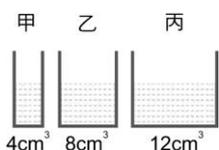


- () 6. 小布布和小球球在地上搶玩具（重量10kgw），小布布用4.5kgw的力向左拉玩具，小球球用3kgw的力量向右拉玩具，結果玩具在原地仍靜止不動，力的圖示如下圖，則玩具所受的摩擦力大小為何？

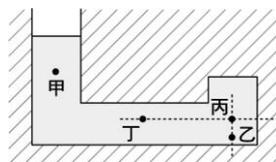
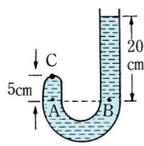
(A) 0 kgw (B) 7.5kgw (C) 10 kgw (D) 1.5 kgw。

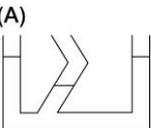
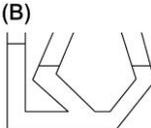
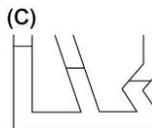
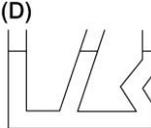
- () 7. 小布布在桌上放了甲乙丙三個杯子，且在各杯內倒入同深度的果汁，則三個杯子底部（果汁與杯子底部的接觸面）所受壓力比為何？

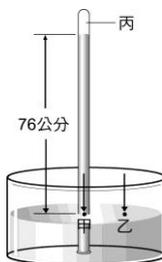
(A) 1 : 1 : 1 (B) 1 : 2 : 3 (C) 3 : 2 : 1 (D) 6 : 3 : 2。



- () 8. 如上圖，ABC三個容器底面積相同，容器重量也相同，當加入等高的水時，桌面所受的作用力或壓力的大小比較為何？
 (A)桌面所受的力 $A=B=C$ (B)桌面所受壓力 $A=B=C$ (C)桌面所受力 $B>A>C$
 (D)桌面所受壓力 $C>B>A$ 。
- () 9. 如右圖，小布布用左右手的食指指腹分別頂住鉛筆的兩端A、B，頂住後鉛筆為靜止狀態，則下列敘述何者正確？
 (A)B端食指所受到的作用力較大 (B)兩手食指的凹陷程度相同 (C)A端食指受到的壓力較小 (D)A端食指感覺比較痛
- () 10. 如下圖左所示，管子內盛裝密度 0.8g/cm^3 的酒精，則A點所受液體壓力為何？
 (A) 4 gw/cm^2 (B) 16 gw/cm^2 (C) 12 gw/cm^2 (D) 0 gw/cm^2



- () 11. 如上圖右所示，在容器中盛水，在圖中甲、乙、丙、丁四點所受水壓力的大小比較應該是如何？
 (A) $\text{乙}>\text{丁}>\text{丙}>\text{甲}$ (B) $\text{甲}=\text{乙}=\text{丙}=\text{丁}$ (C) $\text{乙}>\text{丙}=\text{丁}>\text{甲}$
 (D) $\text{乙}>\text{丙}>\text{丁}>\text{甲}$ 。
- () 12. 下列連通管中，當液體靜止時何者之液面高度較合理？
 (A)  (B)  (C)  (D) 
- () 13. 托里切利曾在17世紀時，利用水銀證明大氣壓力，實驗裝置如右圖，請問下列哪一項會影響管內液體柱和管外液面的垂直高度差？(A)把管子往上拉1cm (B)管子的粗細 (C)將水銀槽的水銀抽出一些些 (D)大氣壓力突然改變



- () 14. 小布布看到一顆汽球等速緩緩飄向天空，在氣球上升過程中，下列哪一個敘述是正確的？
 (A)氣球所受大氣壓力變大 (B)氣球內部氣體壓力變大 (C)氣球內部氣體密度不變
 (D)氣球體積逐漸變大。

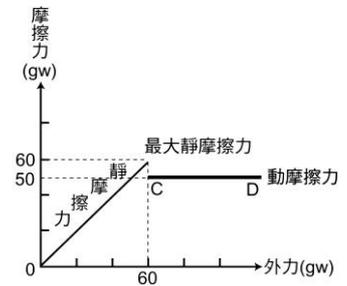
- ()15. 大氣壓力的應用在日常生活中隨處可見，請問下列何者所應用的原理與大氣壓力沒有關係？
 (A)用吸塵器吸灰塵 (B)用吸管喝果汁 (C)吸盤吸附在牆壁上 (D)潛艇沉入水中
- ()16. 小布布喜歡吃刨冰時加煉乳，當她要加煉乳時，她在瓶蓋上至少戳兩個洞，請問這是什麼原因？
 (A)在真空狀態下，煉乳比較容易流出 (B)兩個洞的總面積較大，煉乳比較容易流出 (C)使煉乳罐內外兩側大氣壓力相等，煉乳比較容易流出 (D)純屬個人偏好，沒有意義。
- ()17. 木船（重量560kgw）可輕易的浮在湖面上而不下沉，其原因為何？
 (A)湖水是不流動的 (B)湖水給木船的浮力大於560kgw (C)木船在湖水中所受的浮力與木頭所受重力達到兩力平衡 (D)木船不夠重。
- ()18. **體積**相同的木頭與鐵塊放入水中，木頭浮在水面上而鐵塊沈入水中，請問哪一個所受的浮力比較大？
 (A)浮木 (B)沉鐵 (C)一樣大 (D)資料不足，無法判斷。
- ()19. 小球球把一塊 10cm^3 的小石頭（密度 2.5g/cm^3 ）投入一個裝食鹽水（密度 1.2g/cm^3 ）的大燒杯中，請問石頭在食鹽水中所受浮力為何？
 (A) 10gw (B) 25gw (C) 12gw (D) 4gw
- ()20. 同一石頭，分別沉入河水和海水中(海水密度大於河水)，請問石頭在何者所受的浮力較大？
 (A)河水 (B)海水 (C)相等 (D)不一定。
- ()21. 某鐵塊(密度 7.9g/cm^3)分別投入水中及水銀(密度 13.6g/cm^3)中，則此鐵塊在何處所受的浮力較大？
 (A)水中 (B)水銀中 (C)一樣大 (D)資料不足，無法比較。
- ()22. 有一個原住民，浮潛時不小心被海浪沖走，在海上靜靜地漂浮了兩天一夜（這兩天一夜海水密度不變），體重從60kgw降到55kgw，請問兩天前或兩天後，何時所排開的海水重量較大？
 (A)兩天前（60kgw） (B)兩天後（55kgw） (C)都一樣 (D)資料不足，無法比較
- ()23. 若小布布將同一石頭分別沈入下列四種不同的液體中，則石頭在下列哪一個液體中測得的重量最輕？
 (A)水(1公克／立方公分) (B)油(0.6公克／立方公分) (C)酒精(0.8公克／立方公分) (D)食鹽水(1.2公克／立方公分)。
- ()24. 小布布在同一彈簧下掛不同數量的砝碼（每個砝碼重量為100gw），然後測量彈簧的總長度，實驗結果如表所示。從表中，小布布可以推測出哪兩個物理量有正比關係？
- | | | | | | | |
|-----------|----|----|----|----|----|----|
| 砝碼個數(個) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 彈簧總長度(cm) | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
- (A) 砝碼個數&彈簧總長度 (B) 砝碼個數&彈簧伸長量 (C) 砝碼個數&彈簧原長度 (D) 彈簧總長度&彈簧伸長量。

- ()25. 呈上題，若小布布在同一彈簧下吊掛一隻娃娃，量得彈簧伸長量為4.5公分，試問娃娃的重量約為多少？ (A)200gw (B)350gw (C)400gw (D)450gw。

【題組26-28】

- ()26. 小球球水平地推一講桌（總重50kgw），在推講桌的過程中，摩擦力和推力的關係如圖，請問用以下哪些力量可以把講桌從靜止推動？

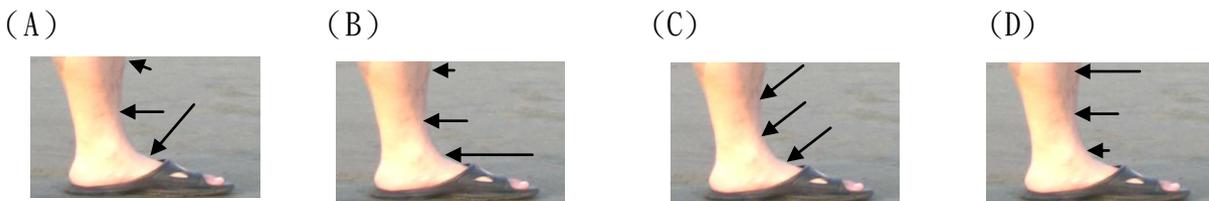
- (A) 只要超過50kgw就可以 (B)50kgw、60kgw
(C) 60kgw、70kgw (D)只要有施力就可以



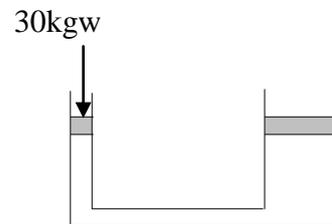
- ()27. 如果用65kgw的力推講桌，則講桌所受摩擦力為？
(A) 0 kgw，不受摩擦力 (B) 受靜摩擦力65 kgw
(C) 受動摩擦力50 kgw (D) 受最大靜摩擦力60 kgw

- ()28. 如果用55kgw的力推該靜止講桌，則講桌所受摩擦力為？
(A) 0 kgw，不受摩擦力 (B) 受靜摩擦力55 kgw
(C) 受動摩擦力50 kgw (D) 受最大靜摩擦力60 kgw

- ()29. 小球球到海邊玩水，當他一腳採進海水裡（膝蓋以下沒入海水中），腳上各點所受的水壓力大小及方向，應該以下列哪一張圖表示？



- ()30. 液壓起重機的大小活塞半徑比為3：1，對小活塞施力30 kgw，大活塞可撐起多少 kgw的東西？
(A) 10kgw (B) 30 kgw (C) 90 kgw (D) 270 kgw。



- ()31. 小布布（重量30kgw）兩腳站在地上，如果兩腳和地面的總接觸面積是150cm²，求地面所承受壓力？ (A) 30kgw (B) 0.2kgw/cm² (C) 50cm²/kgw (D) 4500kgw·cm²

【題組32-33】

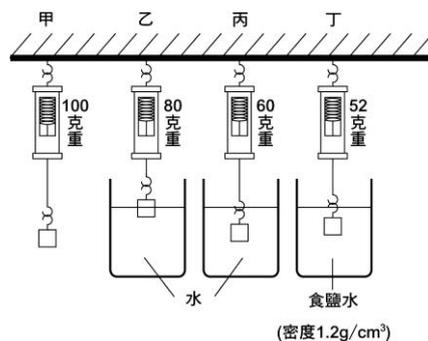
小布布以彈簧秤某玩具在下列四種情況的重量，如圖所示。

- ()32. 如乙圖，當玩具的體積沒入水中一半時，玩具所受的浮力為多少？

- (A)0gw (B)20gw (C)40gw (D)80gw。

- ()33. 請問丁圖中，**液體X**的密度是多少？

- (A) 0.8 g/cm³ (B) 1g/cm³
(C) 1.2g/cm³ (D) 2.5 g/cm³



附件三 教師實務社群會議

社群會議	會議日期	分享者	討論主題
1	2019/09/12	張英琦老師	主持人計畫內容簡報與研究時程討論
2	2019/09/26	張英琦老師 李曉雯老師	共同文獻探討：科學素養、多重表徵、5E 探究式教學策略
3	2019/10/17	張英琦老師 李曉雯老師	融入多重表徵之五 E 探究教材分享 -力矩與轉動
4	2019/10/31	謝志昌老師	自編探究式教材分享與討論-波的傳播與特性
5	2019/11/14	莊嘉平老師	自編探究式教材分享與討論-槓桿原理
6	2019/12/12	高逸珽老師	自編探究式教材分享與討論-溫度與熱
7	2020/01/09	李曉雯老師	力與壓力教材設計討論
8	2020/03/12	張英琦老師	壓力單元教材分享與討論
9	2020/03/26	謝志昌老師	摩擦力單元教材分享與討論
10	2020/04/09	高逸珽老師	浮力單元教材分享與討論
11	2020/04/30	莊嘉平老師	力與力的測量單元教材分享與討論
12	2020/05/14	張英琦老師	各單元教案建議與修改方向討論
13	2020/06/04	張英琦老師	測驗與教學前置作業討論



社群會議-文獻分享與共學



社群會議-多重表徵融入5E 分享



社群會議-謝志昌老師教材分享



社群會議-莊嘉平老師教材分享



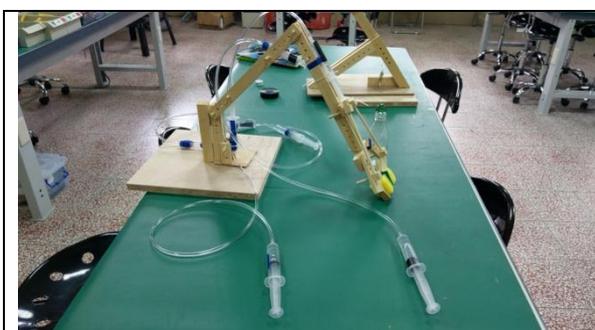
社群會議-高逸珽老師教材分享



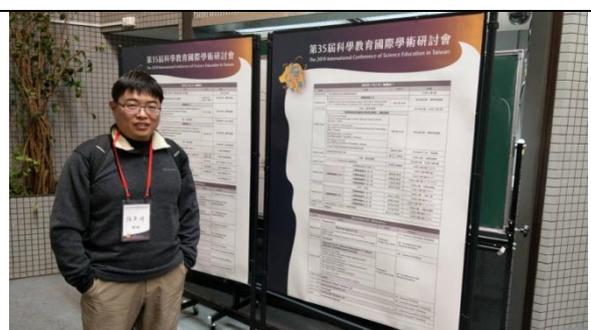
謝老師摩擦力單元教材分享與討論

附件四 社群成員參與研習/研討會

日期	參加者	地點	主題
2019/10/15	莊嘉平	南投縣旭光高中	南投縣教師增能研習-液壓手臂與投石器
2019/10/30	謝志昌	南投縣延和國中	竹藝竹編課程教師增能研習
2019/12/03	莊嘉平	嘉義市玉山國中	108學年度一般教師木作平衡機構研習
2019/12/05	張英琦 李曉雯	台北市台灣師大	第35屆科學教育國際學術研討會 (專題演講、工作坊)
2019/12/10	張英琦 李曉雯	彰化市彰化師大	彰化師大科教所專題演講- 以探究為基的科學課堂
2019/12/21	張英琦 李曉雯	彰化市彰化師大	108學年度中區科教專案期中報告及評鑑 研討會
2020/04/07	莊嘉平	延和國中	108課綱素養導向課程設計教案撰寫
2020/05/12	謝志昌	延和國中	手擲機製作教師研習
2020/05/21	莊嘉平	彰化師大	108學年度科技領域課綱研習



探究與實作研習分享-液壓手臂原理與製作



第35屆科學教育國際學術研討會



第35屆科學教育國際學術研討會-工作坊



第35屆科學教育國際學術研討會-工作坊



彰化師大科教所專題演講

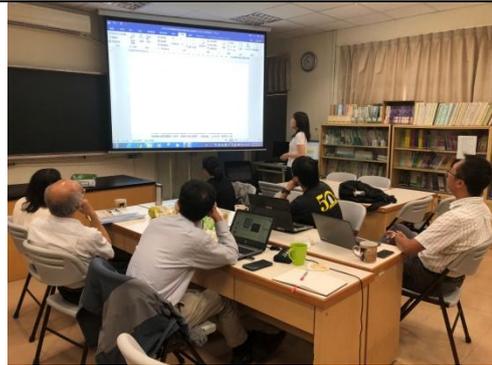


中區科教專案期中報告及評鑑研討會

附件五 與大學教授進行研究交流與諮詢



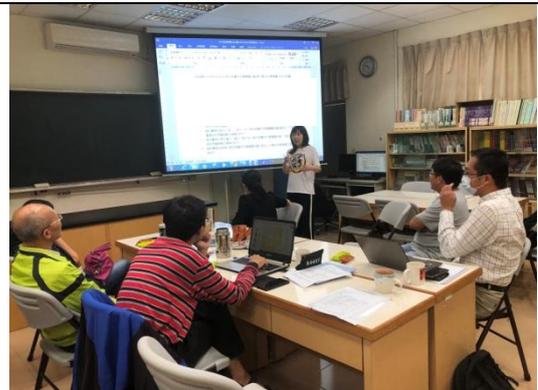
2019/09/10



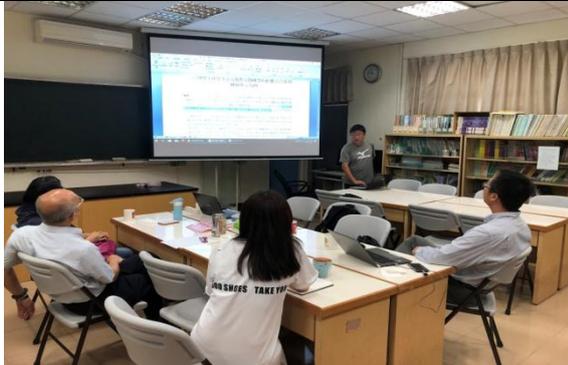
2019/09/24



2019/10/08



2019/10/22



2019/10/29



2019/12/10



2019/12/20



2020/03/24

附件七

單元一、力的效應與力的分類

前言：夜市彈珠檯，拉動拉桿時，會造成彈簧壓縮，放開拉桿後，彈珠就能被擊發出去。請問為什麼彈簧會被壓縮？放開拉桿時，為什麼靜止的彈珠被擊發出去？



活動一：你受力了嗎？

任務一、將網球、橡皮筋用力把它捏一捏(壓一壓)或拉一拉。觀察網球、橡皮筋在還沒捏一捏或拉一拉之前的形狀，和之後的形狀有沒有改變。

小組討論 網球： 橡皮筋：	老師講解 物體受到力的拉、捏、壓之後，物體會發生形變
-------------------------	-------------------------------

任務二、將靜止在桌上的網球輕輕的向前推一下，觀察網球發生了什麼變化？

小組討論	老師講解
------	------

任務三、向右滾動的網球，有什麼辦法讓它可以停下來？

小組討論	老師講解
------	------

任務四、向右移動中的網球，有什麼辦法讓它改變方向？

小組討論	老師講解
------	------

統整：

- 1、力雖然看不見，但是透過觀察可以看見力對物體產生的影響，這種影響稱為_____。
- 2、力的效應可以歸納為兩大類。第一類為使物體發生_____，如形狀或大小改變；第二類為使物體發生_____，如使物體運動、加速、減速或改變方向等。

活動二：神奇的力量

前言：星際大戰電影中，絕地武士很帥氣拿著光劍跳來跳去，並且能夠隔空取物。請問同學，在生活中真的有辦法做到隔空取物嗎？如果有，是如何達成的？有什麼條件限制嗎？

任務一、把網球拿到距地面一高度後放手，結果會如何？是什麼原因造成這個結果？

小組討論	老師講解
------	------

任務二、把迴紋針放在桌上，將磁鐵靠近迴紋針，結果會如何？是什麼原因造成這個結果？

小組討論	老師講解
------	------

任務三、用布摩擦過後的 PVC 管靠近頭髮，頭髮怎麼了？什麼原因造成這個結果？

小組討論	老師講解
------	------

任務四、活動一~活動二中有推力、拉力、地心引力、磁力、靜電力，有哪些「力」是必須跟物體

接觸才會有力的作用？哪些力不必跟物體接觸就會有力的作用？

小組討論 需要接觸的： 不用接觸的：	老師講解 要接觸的： 不用接觸的：
----------------------------------	---------------------------------

統整：

需要與物體接觸才會有力的作用，這種力稱為_____；如果不需要與物體接觸就會有力的作用，稱為_____或_____。生活中大部分的力的作用都是接觸力，常見的非接觸力有_____、_____、_____等三類。

小試身手：

(A)用手將鋁罐壓扁；(B)將橡皮筋拉長；(C)蘋果成熟後落地；(D)磁鐵吸引圖釘；(E)摩擦塑膠尺後，可吸引小紙片；(F)往前推動一學步車；(G)人坐在沙發上，使沙發凹陷。

試以代號回答下列問題：

(1)哪些力可使物體發生形變？答：_____。

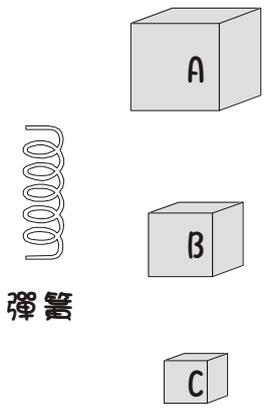
(2)哪些力可使物體運動狀態改變？答：_____。

單元二、力的測量與兩力平衡

前言：物體受到地心引力的吸引會往下掉，物體的重量是受到地心引力的大小，稱為重力。因此，當我們在敘述一個力的時候，除了說出它的大小，還要指出它的方向，這樣才是一個完整的力的描述！

活動一：看誰比較長

任務一、桌上有一條彈簧和 A、B、C 三種不同質量的物體，現在依序把三個物體掛上彈簧。請你將彈簧伸長的情形畫下來。

材料區	作圖區		
 <p>彈簧</p>	A(30 克)	B(20 克)	C(10 克)

統整：

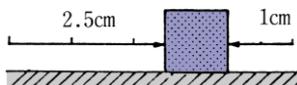
要完整描述一個力時，必須指明三個要素。那就是：作用點、大小、方向。

(1) 力是有大小、有方向的物理量。

(2) 通常以有箭頭的線段『—>』來代表力。長度：代表力的大小 箭頭：代表力的方向

小試身手：

1、一物體在光滑平面上，重量為30gw，它所受力的力圖如圖所示（1cm 代表20gw），試回答下面問題：



此物體受到向左的力為_____gw，向右的力為_____gw。

2、如果「→」代表向東10公克重的力量，則向西20公克重的力量應記為_____。

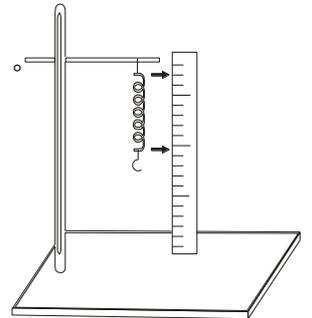
活動二：力的測量—彈簧秤的使用

前言：立可帶是很多同學常使用的文具之一，方便又輕巧。但是同學曾經想過你所用的立可帶重量是多少嗎？要怎麼知道？如果不用磅秤或電子秤，有辦法得知嗎？

將彈簧、鐵架、直尺裝置好如右圖。用尺測量彈簧的原長 L_0 ，記錄在下表中。

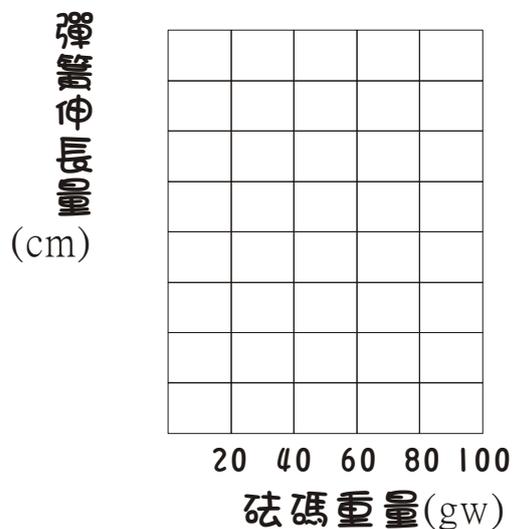
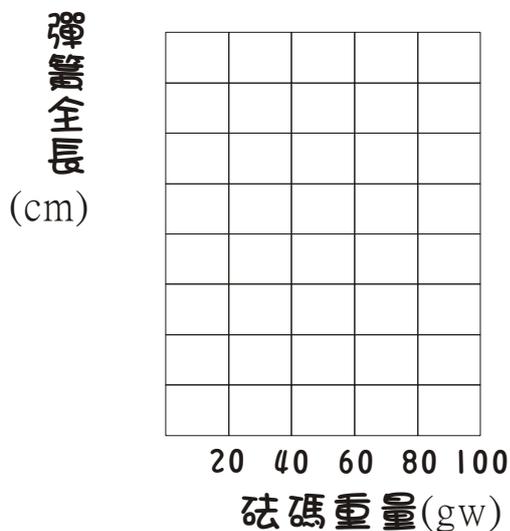
1. 在彈簧的一端掛上一個砝碼（20克），測量此時彈簧的長度並記錄下來。
2. 再加掛一個砝碼，重複步驟2，直到五個砝碼全部掛上，完成下列表格

注意：每次增加砝碼時，要將之前的砝碼全部取下，檢查彈簧是否恢復到原先的長度，若是恢復就繼續做實驗，否則就停止。



次數	砝碼重量 $F(\text{gw})$	彈簧全長 L (cm)	彈簧原長 L_0 (cm)	彈簧伸長量 $\Delta X = L - L_0(\text{cm})$	$\frac{F}{\Delta X}$
1	40		$L_0 =$		
2	60				
3	80				
4	100				
5	120				
6	掛上立可帶				

3. 將立可帶(或其他替代物)掛在彈簧，紀錄彈簧的長度，但不要超過步驟3中加掛砝碼時的最大長度，並試著推論出立可帶(或其他替代物)的重量。
4. 依上表的數據，做砝碼重量和彈簧長度的關係圖。



5. 看看上表中的數據及關係圖，你有發現砝碼重量和彈簧伸長量有甚麼關係嗎？

數學關係式為何？

小組討論	老師講解
------	------

6. 根據步驟4的關係圖，推論步驟3中所掛立可帶(或替代物)之重量是多少？你是怎麼推論的？

小組討論	老師講解
------	------

統整：

1、彈簧受到力的作用後，長度的變化（伸長量）很有規則，只要作用在彈簧上的力，不超過某個限度（我們稱做_____）時，受力越大，彈簧伸得越_____。

2、當彈簧受力在彈性限度內時，彈簧的_____和外力成一定的比例關係，這就是有名的『虎克定律』。

EX：在彈性限度內，彈簧的伸長量和外力成正比(10克重伸長1公分，則40克重伸長_____公分)

3、彈性限度內，彈簧伸長量和外力成一定比例關係，當外力除去後，彈簧就會恢復到原來的長度，並且可以重複使用，所以彈簧常被用來製成測量力的大小的工具，稱做_____。

EX：已知某彈簧受力50克時，伸長5公分，且當力消失時，可恢復原狀。

(1)若此彈簧受力20克，應伸長_____公分。

(2)施力_____可使彈簧伸長3公分。

小試身手：

1. 在一鉛直懸掛的彈簧下端，懸掛不同重量的物體，測得彈簧的伸長量和物重的關係如下表

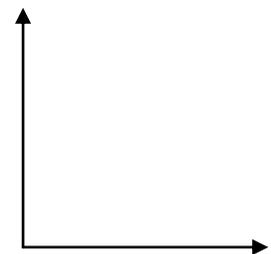
物重 (gw)	10	20	30	40	50	60	70
伸長量 (cm)	1.0	2.0	3.0	4.0	5.5	7.9	9.8

(1)繪出彈簧的伸長量和外力的關係圖。

(2)物重每增加10公克重，彈簧伸長_____公分。

(3)由圖表中預測掛25公克重時，彈簧伸長_____公分。

(4)掛75公克重，可否預測彈簧伸長多少公分？_____

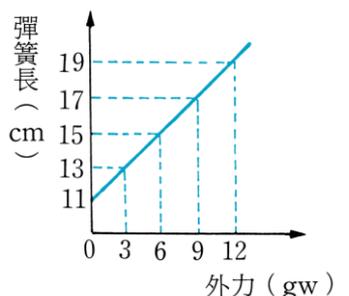


2. 下圖是彈簧受力後，長度與外力的關係圖，試回答下列問題：

(1)彈簧不受力時，其長度為_____cm。

(2)彈簧下端掛一物體時，其長度為17cm，則物體的重量為_____gw。

(3)彈簧下端掛一物體，其長度為14cm，則物重為_____gw。



活動三：力拔山河

我們已經學會力的測量與力的圖示，接下來就來看看物體同時受到兩個或兩個以上力的作用時，最後會產生甚麼結果。

任務一、如下圖，靜止的金屬環同時受到 A、B 兩個彈簧秤的拉力作用，兩彈簧秤與金屬環在同一平面上且成一直線。(1)當彈簧秤 A 施力 80gw 時，B 彈簧秤讀數要多少才能使金屬環維持靜止？(2)此時金屬環水平方向的受力情形又該如何表示？



<p>小組討論：</p> <p>(1)B 彈簧秤讀數為_____</p> <p>(2)力圖：</p> 	<p>老師講解：</p> <p>(1) B 彈簧秤讀數為_____</p> <p>(2)力圖：</p> 
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

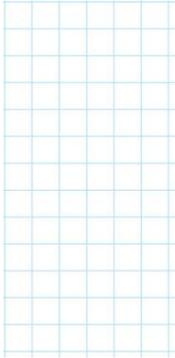
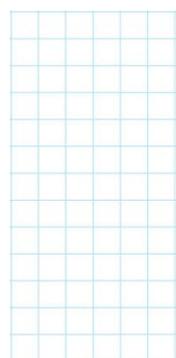
統整：

- 當物體同時受到兩個力作用，而該物體的狀態最後仍為靜止時，我們說，作用在物體上的這兩個力達到_____狀態，此時稱為_____。
- 從畫出的力圖中可發現當兩力達到平衡時，這兩力的大小_____、方向_____；若將箭號往回畫，兩個箭號會連成一直線，也就是說，達到平衡的兩個力作用於_____上。

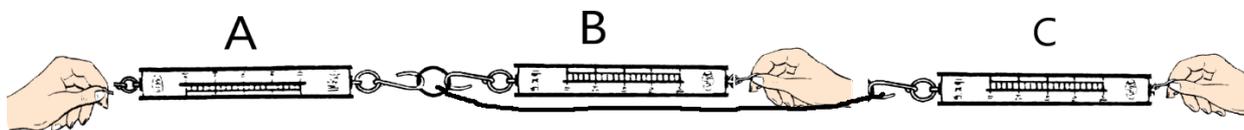
小試身手：

靜止在水平桌面上的書本受到哪些力的作用呢？方向又為何？請畫出此書本放在桌上的力圖，力的名稱也要寫出來哦！



<p>我的想法 力圖</p> 	<p>老師講解 力圖</p> 
----------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------

任務二、承任務一，在右邊多加一個彈簧秤 C，細繩一端綁住金屬環，一端綁住彈簧秤 C，讓彈簧秤 C 與彈簧秤 A、B 在同平面且成一直線上。若要使金屬環維持靜止不動，則在不超過彈簧秤的彈性限度下，請問 B、C 二個彈簧秤讀值為何？A、B、C 三個彈簧秤的拉力關係為何？



	彈簧秤 A 讀數 F_A (gw)	彈簧秤 B 讀數 F_B (gw)	彈簧秤 C 讀數 F_C (gw)
第一次	100		
第二次	150		
第三次	200		

小組討論：

以下以 F_A 、 F_B 、 F_C 回答

1. 向左的拉力=_____
2. 向右的拉力=_____
3. 三者力量關係式為=_____

力圖：



老師講解：

以下以 F_A 、 F_B 、 F_C 回答

1. 向左的拉力=_____
2. 向右的拉力=_____
3. 三者力量關係式為=_____

力圖：



統整

- 1、所以當兩個力量方向相同時，力的總和(合力)=兩力相加。
- 2、當金屬環靜止時，三個彈簧秤的力量關係為 $F_A = F_B + F_C$ ，亦即向左的拉力等於向右拉力的總和。

任務三、拔河比賽時，左右兩方人馬在槍響時用力拉繩，左方力的總合為5kgw，右方力的總和為5.5kgw，請問拔河繩中間的紅色絲帶會往哪個方向移動？左右兩方力的總和為多少？



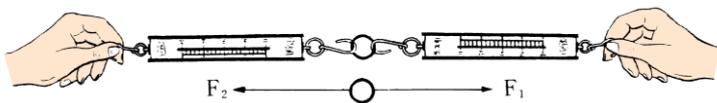
<p>小組討論</p> <p>紅色絲帶往_____方移動。</p> <p>力的總和=_____。請寫出你的想法或計算方式</p> <p>_____</p>	<p>老師講解</p> <p>紅色絲帶往_____方移動。</p> <p>力的總和=_____。請寫出你的想法或計算方式</p> <p>_____</p>
-------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------

統整

- 1、同一直線上的兩力，若兩力方向相反，力的總和=兩力相減。
- 2、大小相等、方向相反，作用在同一直線上的物體時，力的總和=0，即為兩力平衡。
- 3、同一直線上之兩力 F_1 及 F_2
 - (1)兩力同向： $F = F_1 + F_2$
 - (2)兩力反方向： $F = F_1 - F_2$
 - (3)兩力平衡：兩力作用在同一物體，且在同一直線上、大小相等、方向相反，兩力合力為0。

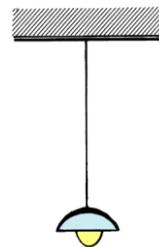
小試身手：

1. 如下圖所示，當鐵環保持靜止不動時，試回答下面各題：



- (1)若以 F_1 、 F_2 各表右、左兩邊彈簧秤的讀數，則 F_1 與 F_2 的大小關係為_____。
- (2)若 F_1 讀數為50gw，則 F_2 讀數為_____gw。
- (3) F_1 、 F_2 兩力的方向關係為_____。兩力作用在_____上。
- (4)此鐵環稱為處在_____平衡的狀態。

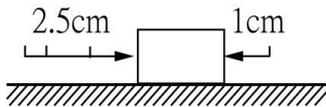
2. 如圖，吊在天花板的吊燈呈靜止狀態，試問：



- (1)作用在吊燈的力有_____個，分別是_____。
- (2)若吊燈重為0.5kgw，則繩上的拉力大小為_____kgw。
- (3)若以O點表吊燈的重心，請畫出吊燈的受力圖。

3. 若二力方向相同時，合力為7kgw，方向相反時，合力為1kgw，則此二力各為_____kgw 及_____kgw。

4. 一物體在光滑平面上，重量為80 gw，它所受力的力圖如下（1 cm代表20 gw），則：



- (1) 若以“→”圖示表示力的三要素-線段的箭頭、長度、接觸位置，其中線段與物體的接觸位置代表力的：(A)方向 (B)大小 (C)作用點 (D)以上皆是。答：_____。
- (2) 此物體所受合力大小為多少 gw？ (A) 0 (B) 20 (C) 30 (D) 50 gw。答：_____。
- (3) 當物體靜止不動時，表示達到靜止平衡。物體作用情形與下列何者無關？(A)同時受到大小相等的兩力(B)方向相反的兩力(C)同一直線上的兩個力作用(D)物體重量。答：_____
- (4) 欲使上圖中的物體平衡，可將： (A)向右之力改為50 gw (B)向左之力改為50 gw (C)向右之力改為30 gw (D)向右再施力40 gw。答：_____。

單元三、摩擦力

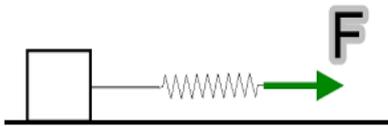
前言：將兩本書本交疊在一起，兩兩一邊拉著書本，試著將書本拉開，容易嗎？ 為甚麼？



活動一：動靜知多少(1)

任務一、將有掛勾的木塊置於桌上，以彈簧緩緩拉動，仔細觀察，直到木塊滑動。

(重力以 W 、桌面支撐力以 N 、彈簧拉力以 F 為符號)



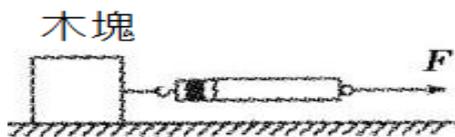
問題1、剛開始拉木塊而木塊尚未移動時，是什麼原因讓木塊靜止，不是有施力拉它嗎？

木塊之力圖	文字說明(簡述)	受力之數學關係
尚未施力拉時 		

木塊之力圖	文字說明(簡述)	受力之數學關係
剛開始拉，木塊尚未移動時 		

木塊之力圖	文字說明(簡述)	受力之數學關係
木塊移動瞬間 		

任務二、以有讀數的彈簧秤重複活動1，緩緩拉動木塊，直到木塊移動。



問題1、並記下木塊滑動前的彈簧秤讀數3組，以及木塊滑動瞬間的讀數。

	1(靜止)	2(靜止)	3(靜止)	4(移動瞬間)
對木塊拉力 F				
木塊摩擦力 f				

木塊之力圖 (水平方向)				
文字說明 (簡述)				
F 與 f 間 之數學關係				

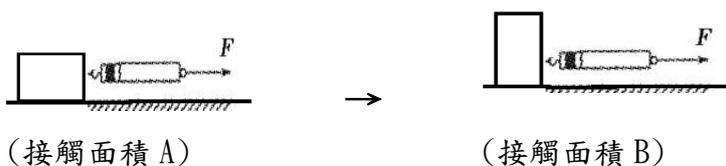
問題2、請畫出「物體由靜止到移動瞬間」，外力 F 和摩擦力 f 之間的關係圖。

關係圖	文字描述
<p>摩擦力 $f(\text{gw})$</p> <p>拉力 $F(\text{gw})$</p>	

問題3、滑動那一瞬間的讀數對於摩擦力有何意義(或相關)

小組討論	老師講解

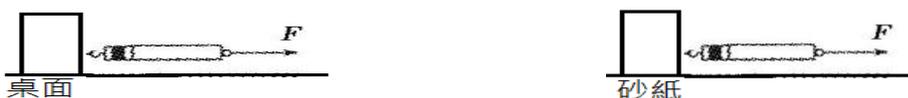
任務三、轉動木塊，改變木塊的接觸面積，重複活動2，緩緩拉動木塊，直到木塊移動，並記下滑動瞬間的讀數。(重複3次)



	第一次	第二次	第三次	平均值
接觸面積 A 時				
接觸面積 B 時				

力圖	文字說明(簡述)
<p>接觸面積 A 時</p> <p>接觸面積 B 時</p>	<p>此活動的操作變因為_____，</p> <p>結果發現_____</p> <p>_____</p>

任務四、分別以桌面和砂紙為木塊的接觸面，重複活動2緩緩拉動木塊直到木塊移動，並記下滑動瞬間的讀數。(重複3次)



	第一次	第二次	第三次	平均值
接觸面為桌面時				
接觸面為砂紙時				

力圖	文字說明(簡述)
<p>接觸面為桌面時</p> <p>接觸面為砂紙時</p>	<p>此活動的操作變因為_____，</p> <p>結果發現_____</p> <p>_____</p>

統整：

- 1、步驟一中，木塊受到拉力的作用卻沒有移動，其原因是木塊與桌面之間產生了_____力，因為木塊呈現靜止的狀態，所以此力稱為_____。
- 2、承上在木塊不動的情況下，彈簧形變越大(即拉力_____)，則_____越大，且此兩力(拉力與靜摩擦力)的大小_____、方向_____，作用在_____。
- 3、物體在靜止時的摩擦力稱為靜摩擦力，其大小會隨外力增加而變大，而靜摩擦力的變大並不是無限的，而是有一個最大值，稱為「最大靜摩擦力」。活動2中，當木塊瞬間移動時，表示此時的拉力必定大於_____。
- 4、步驟三中的操作變因是_____，結果顯示最大靜摩擦力_____ (會/不會) 因接觸面積不同而改變。
- 5、步驟四中的操作變因是_____，結果顯示最大靜摩擦力_____ (會/不會) 隨著接觸面性質不同而改變。

回饋

此次活動中，我學到了什麼？

Ans 1文字陳述(以條列式說明)

Ans 2四格漫畫(自由抒發)

1	3
2	4

活動二：動靜知多少(2)

前言：將兩條毛巾交錯在一起，要多大的力量才能夠將兩條毛巾拉開呢？



任務一、以桌面為接觸面，分別拉動「空木塊」及「木塊加砝碼」等，將其結果填入下表格中。(重複3次取平均值)



問題1、紀錄物體總重量與拉動物體瞬間之彈簧讀數

物體總重量	拉動物體瞬間的彈簧讀數	文字說明(簡述)
空木塊=()gw	(, ,)gw 平均值=()gw	
木塊+1個砝碼=()gw	(, ,)gw 平均值=()gw	
木塊+2個砝碼=()gw	(, ,)gw 平均值=()gw	
木塊+3個砝碼=()gw	(, ,)gw 平均值=()gw	

問題2、完成下列表格中的空格，填入上述各次操作所得之平均值

	空木塊	木塊+1個砝碼	木塊+2個砝碼	木塊+3個砝碼
物體總重量 W				
最大靜摩擦力 f				

問題3、畫出物體重量與最大靜摩擦力的關係圖

物體重量與最大靜摩擦力關係圖	文字說明(簡述)

統整：

- 1、步驟五中，重複做3次再取平均值是為什麼？答：_____。
- 2、步驟五中，觀察發現拉動木塊與拉動木塊加上砝碼的瞬間力量_____（相同/不同），而被拉動的物體重量如果越大則拉動瞬間的力量將_____（越大/越小）；觀察發現，下壓於桌面的正向力就是物體的重量。而在拉力與物體質量的關係圖中，其各點間的連線幾乎是_____（直線/拋物線），可見下壓於桌面的正向力與拉動物體瞬間的力量成_____（正比/反比）關係。

任務二、推動裝有重物的箱子，將感覺寫出來與大家分享

我的感覺	老師統整

任務三：以桌面為接觸面，以玩具車掛上彈簧秤拉動木塊，觀察木塊拉動瞬間讀數及玩具車在行駛時的讀數，並將其結果填入下表格中。（重複3次取平均值）



問題1、紀錄木塊移動瞬間彈簧讀數以及木塊移動過程彈簧讀數

	第一次	第二次	第三次	平均值
木塊移動瞬間彈簧讀數				
木塊移動過程彈簧讀數				

問題2、木塊運動過程中有摩擦力嗎？

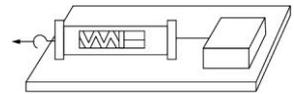
小組討論	老師講解

統整

- 1、物體在運動的過程中仍然會受到摩擦力作用，此時的摩擦力稱為_____。
- 2、步驟六中，裝有重物的箱子一旦被推動時，感覺手推箱子的力量變_____（大/小）了。
- 3、步驟七中，當木塊等速（慢速）移動時，彈簧秤的拉力_____（大於/等於/小於）木塊的最大靜摩擦力，因為等速的關係，此時的拉力_____（大於/等於/小於）動摩擦力，由此得知動摩擦力的大小比最大靜摩擦力_____（大/小）。

小試身手：

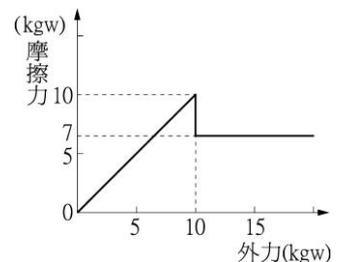
1. 附圖是小華利用彈簧秤求最大靜摩擦力的實驗裝置。木塊重量為200公克重，置放在水平木板上面。試回答下列問題：



- (1) 當一個物體在另一個物體表面上滑動，或有開始滑動之傾向，在接觸面之間，常有一種阻止運動之力，此力稱為：(A)摩擦力 (B)向心力 (C)萬有引力 (D)大氣壓力。
答：_____。
- (2) 若右邊為向東，則有一物體向左前進時與地板的摩擦力方向應為：(A)向東 (B)向西 (C)向南 (D)向北。答：_____。
- (3) 未施力前木塊呈靜止，此時摩擦力為幾公克重？(A) 0 gw (B) 20 gw (C) 100 gw (D) 120 gw。答：_____。
- (4) 當彈簧指示20公克重，木塊仍靜止在木板上，此時摩擦力為幾公克重？(A) 0 gw (B) 20 gw (C) 100 gw (D) 120 gw。答：_____。
- (5) 繼續拉木塊，當木塊開始運動的瞬間，彈簧秤的讀數為120公克重，則其最大靜摩擦力為幾公克重？(A) 0 gw (B) 20 gw (C) 100 gw (D) 120 gw。答：_____。
- (6) 若在木塊上加100公克重的物體時，則施力至少需幾公克重以上方能再將木塊拉動？(A) 100 gw (B) 120 gw (C) 180 gw (D) 200 gw。答：_____。

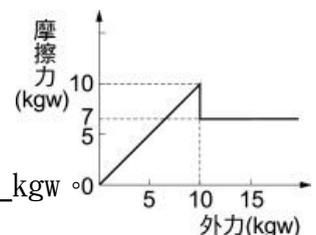
2. 附圖為某物體所受外力與摩擦力之關係圖，試回答下列問題：

- (1) 當外力5 kgw 時，物體處於何種狀態？(A)靜止 (B)移動。
- (2) 欲將物體推動，至少需施多少外力？答：_____kgw。
- (3) 若物體已經處於運動狀態，則其所受的摩擦力等於_____kgw。



3. 附圖為某物體所受外力與摩擦力之關係圖，試回答下列問題：

- (1) 欲將物體推動，至少需施多少外力？答：_____kgw。
- (2) 若對物體施一15 kgw 的外力，則其物體所受的摩擦力等於_____kgw。



4. 阿升取一木塊和若干砝碼，已知木塊重200 gw，每個砝碼重100 gw，在相同的接觸面上測得最大靜摩擦力的結果如附表，試回答下列問題：

重量	最大靜摩擦力
木塊	50 gw
木塊+1 個砝碼	75 gw
木塊+2 個砝碼	100 gw

- (1) 由本實驗可知最大靜摩擦力與下壓重量的關係是：(A)成正比 (B)成反比 (C)平方成正比 (D)平方成反比。 答：_____。
- (2) 若在木塊上加5個砝碼，則最大靜摩擦力為 (A) 125 kgw (B)150 kgw (C)175 kgw (D) 200 kgw。 答：_____。

回饋

此次活動中，我學到了什麼？

Ans 1文字陳述

(以條列式說明)

Ans 2四格漫畫(自由抒發)

1	3
2	4

單元四、認識壓力

活動一：從海綿的凹陷情形認識壓力

前言：對我們來說，在沙漠快速行走是一件困難的事情，但是沙漠之舟"駱駝"卻能夠在沙漠中快速行走。我們來看一看他們二者走在沙漠時的差別。你看得出不同處嗎？(影片)

任務一、裝滿水的保特瓶，分別正立、倒立在海綿上，觀察凹陷程度，比較海綿的凹陷程度有何不同？原因為何？

小組討論	老師講解 【口語】一瓶保特瓶放在海綿上，倒立時正立時，使海綿凹陷較深。 【科學語言】同樣的重量壓在海綿上，接觸面積小的，海綿凹陷較深。
------	---------------------------------------------------------------------------

任務二、將二個相同的空保特瓶裝水，一瓶全滿、另一瓶半滿，分別放在相同的海綿上，比較海綿的凹陷程度有何不同？原因為何？

小組討論	老師講解 【口語】二瓶保特瓶放在海綿上時，裝滿水的，使海綿凹陷較深 【科學語言】壓在海面上的接觸面積相同時，重量大的使海綿凹陷較深。
------	--------------------------------------------------------------------------

任務三、根據上面的探索，影響海綿凹陷程度的因素有哪些？如何做可以增加海綿的凹陷程度？

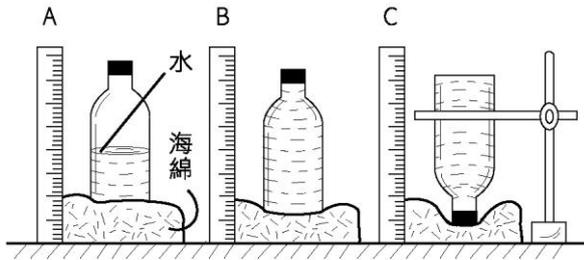
小組討論	老師講解 作用力的大小、接觸面積的大小 增加作用力、減少接觸面積
------	--------------------------------------------

任務四、海綿的凹陷程度代表何種意義？

小組討論	老師講解 代表接觸面積上所受的作用力較大
------	-------------------------

任務五、如圖，已知礦泉水底部面積為 30cm^2 、瓶蓋面積為 3cm^2 且裝滿水重600公克，裝一半水時重300公克，則：

- 1、圖 A 中的海綿每 1cm^2 所受的力為 _____ ÷ _____ = _____，單位可記為 _____
- 2、圖 B 中的海綿每 1cm^2 所受的力為 _____ ÷ _____ = _____，單位可記為 _____
- 3、圖 C 中的海綿每 1cm^2 所受的力為 _____ ÷ _____ = _____，單位可記為 _____
- 4、圖 A 和圖 B 中影響大小的因素為 _____。
- 5、圖 B 和圖 C 中影響壓力大小的因素為 _____。



統整：

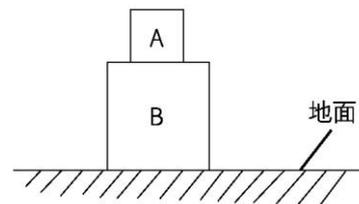
- 1、海綿凹陷越深代表接觸到的地方所受到的 _____ 越大。
- 2、影響海綿凹陷程度的因素有 _____ 和 _____。
- 3、相同大小的作用力，若是作用在較小的面積上，則每單位面積(1平方公分或1平方公尺)所承受的力就比較 _____。我們把單位面積所受的 _____ 力稱為 _____，壓力大則接觸面所受的力就比較大。

若以 F 表示正向作用力， A 表示面積， P 表示壓力，則 $P = \frac{F}{A}$
 P 、 F 正向力必須垂直於接觸面。

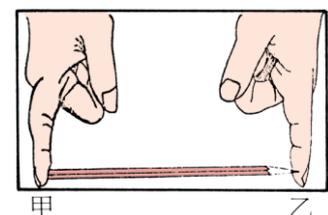
- 4、當力的單位是 gw ，面積的單位是 cm^2 ，則壓力的單位是 _____。
- 當力的單位是 kgw ，面積的單位是 m^2 ，則壓力的單位是 _____。

小試身手：

1. 如下圖，A 物為邊長 5cm 重 2kg 的立方體，
 B 物為邊長 10cm 重 3kg 的正立方體，則：
 (1) A、B 間之壓力為 _____ gw/cm^2 。
 (2) 地面所承受的壓力為 _____ gw/cm^2 。



2. 小明同時用兩手的指頭，頂住一端削尖了的鉛筆，如右圖。
 當鉛筆靜止不動時，甲端手指所施的力和乙端手指所施的力有何關係？另甲端手指所受的壓力和乙端手指所受的壓力又有何關係呢？原因為何？



活動二：液體中的壓力

【前言】潛水艇是一種可以在水面下作業的艦艇，然而每一種潛艇都有其極限深度，若超過極限深度，可能會發生危險，這是為什麼呢？

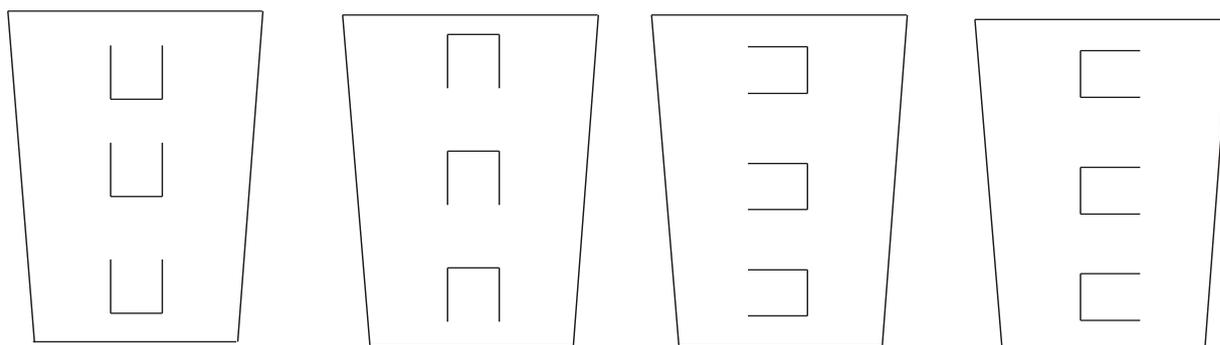
任務一、現在請同學將手"穿上"塑膠袋，緩慢地深入裝水的大型水桶中，有何感覺呢？

小組討論	老師講解
------	------

任務二、將廣口瓶用氣球的橡皮膜封住開口端。先摸摸這橡皮膜，感覺一下，接著將廣口瓶放入裝水的大型水桶中，再伸手去摸橡皮膜，感覺一下有什麼變化？

小組討論	老師講解
------	------

任務三、把廣口瓶分別放在靠近水面、水深一半和水桶底部這三個地方，並且讓瓶口朝上、下、左、右。伸手去摸橡皮膜，在不同的深度以及瓶口朝不同方向，你感覺到橡皮膜凹陷的程度有何不同？把感覺到的情形畫在下圖中。



任務四、橡皮膜在不同深度之凹陷程度不同代表何種意義？

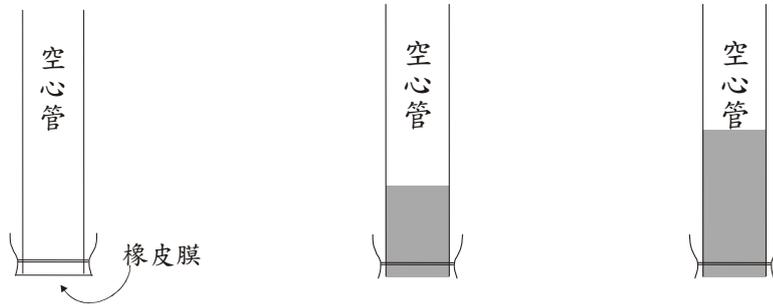
小組討論	老師講解
------	------

統整：

- 1、在水中，橡皮膜凹進去了，這就是_____的作用，水深的地方，橡皮膜凹得越多，水壓越_____，接近水面的地方，橡皮膜凹得越少，水壓就越_____。
- 2、廣口瓶在水中時，不管橡皮膜朝向任何方向都會凹陷，可見水壓是來自_____的。
- 4、物體所受水的壓力和物體在水中的_____有關，愈深的地方，水壓愈_____。在液體中同一點，水所造成的向下壓力、向上壓力或側向壓力等，大小皆相同。

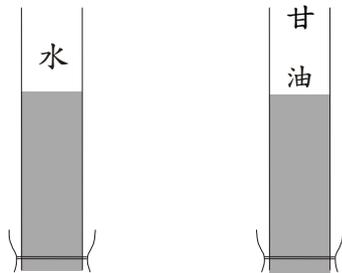
活動三：液體中壓力大小探討

任務一、在空心管一端包上一層橡皮膜(氣球膜)，在空心管中注入不同高度的水後，觀察橡皮膜的變化，把橡皮膜凹凸的情形畫下來。



<p>小組討論</p>	<p>老師講解</p> <p>因為水有重量，所以水也會有對與接觸的橡皮膜產生<u>壓力</u>。當水位越高的時候，空心管底部所受的<u>壓力越大</u>，所以橡皮膜凹陷的程度也越大。</p>
-------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------

任務二、在空心管中分別注入相同高度的純水與甘油，畫出兩種液體下橡皮膜凹凸的情形，你認為兩種液體所造成的壓力有何不同呢？



<p>小組討論</p>	<p>老師講解</p> <p>相同深度以及接觸面積下，液體對容器底部所造的壓力與液體本身的<u>密度</u>有關。密度越大的液體，對容器底部所造成的壓力越大。</p>
-------------	-------------------------------------------------------------------------------------

統整：

1. 從上面兩個活動，我們可以知道液體所造成的壓力是跟「液體的_____」與「物體所在液面下的_____」有關。

任務三、如圖，假設A為容器的底面積，D為容器內液體的密度、h為液體的深度，則依據先前所學概念「壓力為單位面積所受正向作用力」，請推導此容器底部所承受的液體壓力為何？

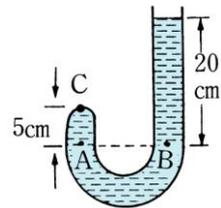
解：

$$P = \frac{F}{A} = \frac{W_{\text{液體}}}{A} = \frac{V_{\text{液體}} \times D_{\text{液體}}}{A} = \frac{A \times h \times D_{\text{液體}}}{A} = H \times D_{\text{液體}}$$

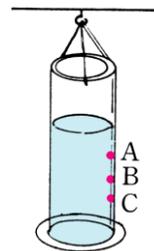
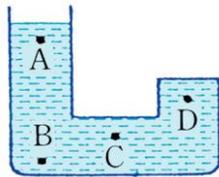
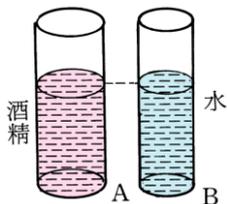
小試身手：

1. 如圖所示，一端封閉的U形管中裝水，試回答下列各問題：

- (1) A點的水壓力為_____gw/cm²。
- (2) B點的水壓力為_____gw/cm²。
- (3) C點的水壓力為_____gw/cm²。



2. 兩水桶A、B，底面積A>B，兩桶分別裝等深的酒精與水，如圖，則容器底部的壓力何者較大？ (A)A (B)B (C)相等 (D)無法判定。



3. 上圖的容器內盛水，試將A、B、C、D四點依水壓力由大而小排列之，下列何者正確？

- (A)A>B>C>D (B)B>C>D>A (C)A=B=C=D (D)B>A=C=D。

4. 一透明容器內裝七分滿的水，在旁邊由上而下鑽同樣大的小孔A、B、C，如圖，觀察水由小孔噴出的情形，試問：

- (1) A、B、C中，_____孔噴出的水最遠；_____孔噴出的水最近。
- (2) A、B、C三點水壓力由大而小依次為_____。
- (3) 水會噴出是受到_____（上、下、側）壓力的作用，壓力方向和器壁_____。

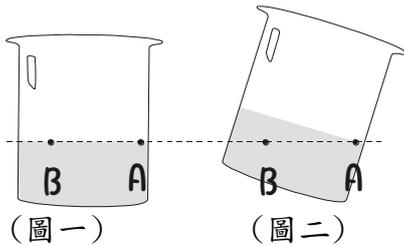
5. 海水下面6 m處的船壁有一個5cm²的小孔，已知海水的密度為1.03g/cm³，試回答下列問題：

- (1) 該處海水的壓力為【 】gw/cm²。
- (2) 欲以木板擋住海水，至少須施力【 】gw。

活動四：連通管原理

【前言】小宇站在學校的生態池旁，觀看裡面的小魚，小宇發現除了小魚游動偶爾引起的水花或漣漪之外，大部分的時間，水面都是呈現水平的狀態，為什麼接觸空氣的水面一定是水平面呢？你能不能利用前面所學過的壓力與液體壓力的觀念，來幫小宇思考一下水面一定呈現水平的原因呢？

任務一、將裝水的燒杯傾斜，如果水面可以維持圖二的狀態，則 A、B 兩點的水壓有何差別？

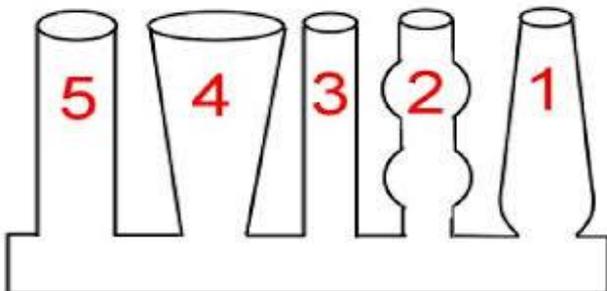


小組討論	老師講解
------	------

任務二、如果圖二的水可以流動，水會如何流動？最後水面狀態會如何？

小組討論	<p>老師講解</p> <p>將裝水的燒杯斜放，因為斜放的過程會造成同一平面中兩點的水壓不同，所以會自然的流動，最後會發現水面始終會維持<u>水平</u>。</p>
------	------------------------------------------------------------------------------------

任務三、如下圖之玻璃容器，請由一端緩慢注水，將觀察到的各管子中水位情形畫下來，並解釋為什麼會如此？



小組討論	老師講解
------	------

統整：

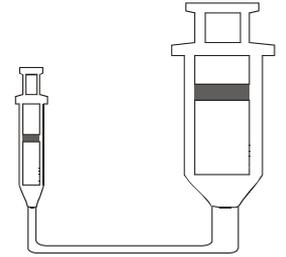
1、只要是底部相通的容器，只要從任一端注入液體，當液面靜止時，液面必定在同一水平面上，與容器的形狀、大小無關，這個現象稱為_____原理。底部相通的容器稱為_____。

小試身手：家裡常用的熱水器，為何從外面的透明水柱就可以知道瓶內水位高低呢?(試著畫出熱水器內部的結構圖來解釋)

小組討論	老師講解
------	------

活動五、帕斯卡原理與其應用

【前言】 為什麼影片中的技師只要輕踩千斤頂，就可以抬起一千多公斤的汽車呢？是什麼神秘結構讓技師的力量放大了呢？



任務一、 將二支管徑大小不同的注射筒以透明水管連接，並在管內注滿水，如圖。輕壓兩支注射筒，感覺有什麼不同？

小組討論	老師講解
------	------

任務二、 透由上面的體驗，你可以試著推測看看千斤頂內部的結構嗎？

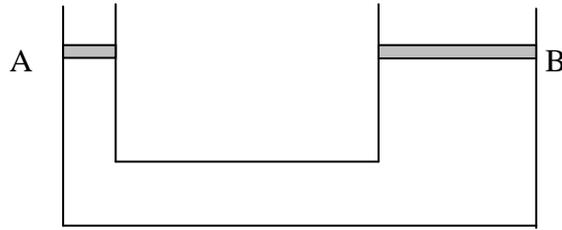
小組討論	老師講解
------	------

【科學小知識】 上述現象可由法國科學家帕斯卡於西元1652年所發現的現象解釋。帕斯卡發現，

在密閉容器內的液體，某處受到壓力時，此壓力會以相同大小傳到容器和液體的其他部分。這個現象稱為帕斯卡原理。現在請同學依據此原理回答下列問題：

任務三、 已知左邊活塞 A 面積為 10cm^2 、右邊活塞 B 為 100cm^2 ，裡面裝滿水，則：(活塞重不考慮)

- 1、當左邊向下施力時，右邊的活塞會_____ (靜止、向下、向上)。
- 2、如果左邊向下施力10公斤重，則活塞 A 對水施壓_____ kgw/cm^2 ，而藉由液體傳到右邊對活塞 B 的壓力為_____ kgw/cm^2 。
- 3、承(2)，此時這樣的壓力傳到活塞 B，對活塞總作用力為_____ kgw
- 4、承(2)，若不想活塞 B 向上移動，則須在對活塞 B 施向_____ 的力
_____ kgw 。
- 5、若對活塞 A 施向下10 kgw 的力，則到了活塞 B 會放大為_____ kgw 向_____ 的力
- 6、對活塞 A 施力時，在活塞 B 會放大成_____ 倍的力。
- 7、若在活塞上放置500公斤重的物體，則在活塞 A 只需施力_____ 公斤重，便可將物體抬高。

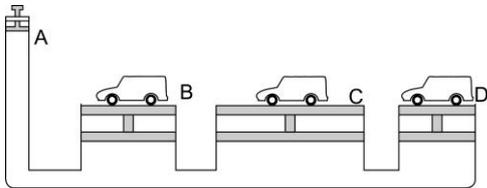


小活塞面積(cm^2)	小活塞受力大小(kgw)	大活塞面積(cm^2)	大活塞受力大小(kgw)
小活塞給液體的壓力(kgw/cm^2)		大活塞給液體的壓力(kgw/cm^2)	

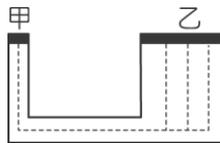
小試身手：

1、裝置如附圖，當施力向下給活塞 A 時，哪一個活塞可以撐起最重的車子？

- (A) 活塞 B (B) 活塞 C (C) 活塞 D (D) 一樣重。



2、汽車廠的油壓千斤頂利用如圖的裝置原理可以輕易的將很重的車子舉起，試回答下列問題：



(1) 油壓千斤頂是利用下列何者？ (A) 阿基米德原理 (B) 帕斯卡原理 (C) 連通管原理 (D) 大氣壓力原理。答：【 】。

(2) 若此油壓千斤頂的大活塞(乙)、小活塞(甲)的面積分別是 5000cm^2 及 10cm^2 ，今在小活塞上施以 5kgw 的力，則大活塞所承受的壓力是多少？ (A) $\frac{1}{1000}\text{kgw}/\text{cm}^2$ (B)

$\frac{1}{2}\text{kgw}/\text{cm}^2$ (C) $1000\text{kgw}/\text{cm}^2$ (D) $1\text{kgw}/\text{cm}^2$ 。答：【 】。

(3) 承(2)題，此時的千斤頂可舉起多重的車子？ (A) 5000kgw (B) 1000kgw (C) 2500kgw (D) 2000kgw 。答：【 】。

活動六、大氣壓力的存在與測量

【前言】有一天，老師在竹山買了一包餅乾，在開往清境農場的山路上，發現餅乾包裝愈來愈脹大。老師一邊開車，一邊擔心餅乾會爆開。你有這樣的經驗過嗎？幫老師想一想，為什麼會這樣呢？



任務一、吹一顆氣球(不要太大)綁好放入真空保鮮罐中密閉起來，接著慢慢地把罐中的空氣抽出來，仔細觀察、紀錄氣球的變化並解釋原因。

小組討論	老師講解
------	------

任務二、此時試著拉起真空罐的瓶蓋，容易拉起來嗎？為什麼？(注意，別用蠻力)

小組討論	老師講解
------	------

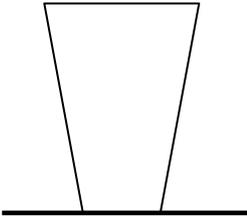
任務三、按下瓶蓋上的按鈕，觀察氣球變化並解釋變化原因。

小組討論	老師講解 按下按鈕時，空氣進入罐內，罐內空氣的壓力越來越大。慢慢變大的壓力開始對氣球施力，使得氣球變小，最後當氣球內部的壓力約略等於於罐中氣體壓力時，氣球停止變小。
------	---------------------------------------------------------------------------------------

任務四、此時試著拉起真空罐的瓶蓋，容易拉起來嗎？為什麼？

小組討論	老師講解
------	------

任務五、將塑膠杯裝滿水，用壓克力板蓋住杯口，壓住壓克力板後把杯子倒立並輕壓一下塑膠杯，接著將壓住壓克力板的手放開後，觀察壓克力板是否掉落？

<p>我的預測</p> <p><input type="checkbox"/>會掉落</p> <p><input type="checkbox"/>不會掉落</p>	<p>我的觀察結果</p> <p><input type="checkbox"/>會掉落</p> <p><input type="checkbox"/>不會掉落</p>
<p>我的解釋</p> <div style="text-align: center;">  </div>	<p>老師講解</p>

知道了大氣壓力的存在，那如何測量大氣壓力的大小呢？

任務六、將二個吸盤密合後，試著施力把吸盤拔開來，很容易拔開嗎？ 為什麼？

<p>我的猜測</p>	<p>我的觀察結果</p>
-------------	---------------

【科學小知識】科學史上，測量大氣壓力的實驗：

馬德堡半球實驗(影片)

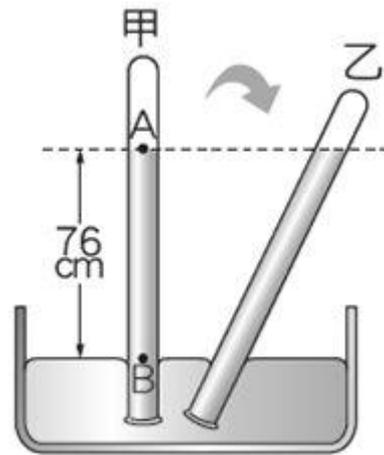
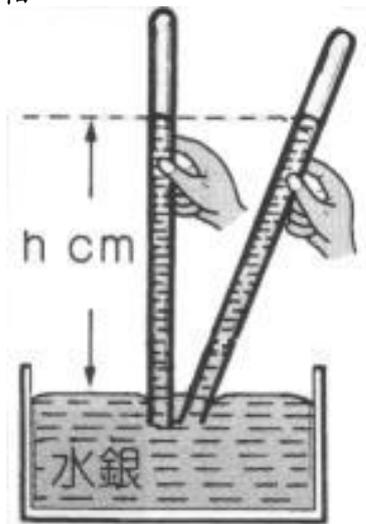
德國馬德堡市市長格里克是位熱衷科學研究的人，他在西元1654年時將直徑約36公分的兩個銅製金屬半球合起來，再將裡面的空氣抽出。接著在左右半球上的扣環各拴上一匹馬，結果這兩匹馬如何使勁拉也拉不開半球，最後增加到兩邊各八匹馬，總共派上16匹馬才將半球拉開。這便是著名的馬德堡半球實驗。這個實驗說明了大氣壓力真的很大。



托里切利實驗(影片)

十七世紀，義大利科學家托里切利設計了一個實驗來測量大氣壓力的大小，他用一根長度約1公尺、一端封閉的中空玻璃管，裡面灌滿水銀後倒插在水銀槽中，結果玻璃管內的水銀柱逐漸下降，到某一個高度後就停止不再繼續下降，即使將玻璃管傾斜，水銀柱的垂直高度也沒有改變，這個高度的水銀柱所產的壓力跟管外的空氣壓力（所謂的大氣壓力）是一樣大的。當大氣壓力改變時，水銀柱的垂直高度也會隨著改變。

我們把能支撐垂直高度為76公分的水銀柱的大氣壓力叫做一標準大氣壓力，記做或是 cm-Hg，相當於。在氣象上使用的氣壓單位叫做百帕（hPa），1大氣壓約等於1 013百帕。



單元五、浮力

活動一：認識浮力(1)

前言：同學們有沒有在游泳池裡覺得自己變輕的經驗呢？你覺得為什麼會這樣呢？

任務一、將大寶特瓶填入砂土後，分別在空氣中與水中往上提個大約20公分的距離，感覺有何不同？為什麼？

小隊討論	老師講解
	寶特瓶放入水中，水會給寶特瓶一個方向向_____的力，讓我們感覺寶特瓶變輕了，我們把這個力叫做_____，用英文字母_____代表之。

任務二、將任務一中的大寶特瓶掛上彈簧秤，分別測量在空氣中的重量($W_{空}$)，以及在水中的重量($W_{水}$)，並將數據紀錄下來，完成下表。

	在空氣中的重量 $W_{空}$	沒入水中的重量 $W_{水}$	減輕的重量()
裝砂土的大寶特瓶			

任務三、請分別畫出任務二中的大寶特瓶在空氣中的力圖，以及在水中的力圖，並以文字簡單說明

大寶特瓶在空氣中的力圖	大寶特瓶沒入水中的力圖

任務四、將一個空的大寶特瓶掛上彈簧秤，分別測量在空氣中的重量($W_{空}$)，以及在水中的重量($W_{水}$)，並將數據紀錄下來，完成下表。

	在空氣中的重量 $W_{空}$	放入水中後的重量 $W_{水}$	減輕的重量(浮力 B)
空的大寶特瓶			

任務五、請分別畫出任務四中空的大寶特瓶在空氣中以及在水中的力圖，並以文字簡單說明

大寶特瓶在空氣中的力圖	大寶特瓶沒入水中的力圖

統整：

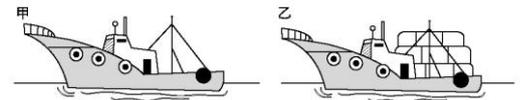
- 1、寶特瓶放入水中，水會給寶特瓶一個方向向_____的力，因此我們會感覺寶特瓶變輕了，這個力叫做_____，用英文字母_____代表之。
- 2、物體在水中所減輕的重量就是物體所受到的_____，因此，物體在水中的浮力為"物體在_____中的重量"減掉"物體在_____中的重量"
亦即：_____
- 3、因為空的寶特瓶在水面呈現靜止狀態(浮體)，因此我們說此時空寶特瓶受到的兩個力量，分別是_____以及_____，達成力平衡。也就是浮體所受到的浮力會等於本身的重量。
亦即：_____

小試身手：

1. 淡水 漁人碼頭停了一艘漁船，漁船之所以不會沉入水中的原因為何？
(A)漁船的材質之密度小於海水 (B)漁船在海水中所受的浮力大於漁船的重量 (C)漁船在海水中所受的浮力等於漁船的重量 (D)漁船在海水中所受的浮力小於漁船的重量
答案：_____

2. 同一乒乓球浮於下列哪一液體中時，所受的浮力最大？為什麼？
(A)海水 (B)純水 (C)沙拉油 (D)都相同
答案：_____，因為_____

3. 下圖為相同的兩艘船，甲為空船，乙載滿貨物，則所受浮力何者較大？(先畫出力圖)
(A)甲船(B)乙船(C)一樣大 (D)無法比較。



4. 大、中、小三顆同材質的實心木球，浮於水面上，何者所受的浮力最大？為什麼？
(A)大球 (B)中球 (C)小球 (D)以上均相同
答案：_____，因為_____

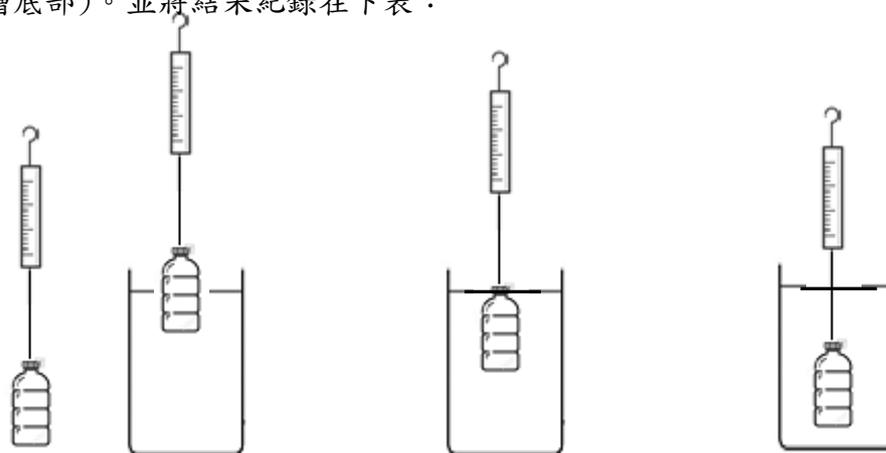
5. 有一物體在空氣中的重量是100gw，在水中的重量是80gw，試問：
(1)該物在水中的重量減輕_____gw。
(2)該物在水中所受的浮力為_____gw，方向為向_____。

活動二：認識浮力(2)

前言：將浮在水面上之空的大寶特瓶緩慢壓入水中，直到觸底。將整個過程之感受或發現與同學分享，並想想是何原因？

我的想法	小組討論
------	------

任務一、準備兩個等大的空寶特瓶，一個裝滿水，另一個則放入小石頭，封裝完成後分別秤量兩者在空氣中的中重量 W ；再用彈簧秤吊著兩寶特瓶放入水中，分別測量寶特瓶沒入水中一半體積(畫線處)、整個寶特瓶恰沒入水中、整個寶特瓶沒入更深的水中等，彈簧秤的讀數(寶特瓶不要接觸水槽底部)。並將結果紀錄在下表：



放入水中	空氣中重量 W	瓶身沒入一半 W_1	瓶身沒入一半之 B_1	瓶身恰全沒入 W_2	瓶身恰全沒入之 B_2	瓶身沒入更深 W_3	瓶身沒入更深之 B_3
裝滿水寶特瓶							
裝石頭寶特瓶							

任務二、重複任務一的操作，但是將大水桶中的水改成飽和食鹽水，將寶特瓶放入飽和食鹽水中，分別測量寶特瓶沒入飽和食鹽水中一半體積(畫線處)、整個寶特瓶恰沒入飽和食鹽水中、整個寶特瓶沒入更深的飽和食鹽水中等，彈簧秤的讀數(寶特瓶不要接觸水槽底部)。並將結果紀錄在下表：

放入飽和食鹽水中	空氣中重量 W	瓶身沒入一半 W_1	瓶身沒入一半之 B_1	瓶身恰全沒入 W_2	瓶身恰全沒入之 B_2	瓶身沒入更深 W_3	瓶身沒入更深之 B_3
裝滿水寶特瓶							
裝石頭寶特瓶							

任務三、根據任務一&任務二的觀察與紀錄，請大家討論影響浮力大小的因素有哪些？

小組討論	老師講解

任務四、已知寶特瓶得總體積為 100cm^3 ，即半個寶特瓶瓶身體積為 50cm^3 ，且水的密度為 1g/cm^3 ，飽和食鹽水的密度約為 1.2g/cm^3 。試回答下列問題：

	寶特瓶一半 沒入水中	寶特瓶完全 沒入水中	寶特瓶一半 沒入食鹽水中	寶特瓶完全 沒入食鹽水中
排開液體的體積				
排開液體的重量				
寶特瓶所受浮力 (任務一&任務二)				

任務五、依照任務四表格中的資料，請同學們討論，並提出幾點具體結論。

小組討論	老師講解

統整：

1. 先前已知浮力的方向為_____，物體在水中會變輕是因為_____的作用，則物體原先的重量與在水中所測得的重量差距就是_____的大小；經實驗後可發現，沉體的浮力_____物重。
2. 由實驗中可知，沉體的浮力大小主要受_____和_____影響。
3. 「物體在液體中所受到的浮力」等於「物體在液體中減輕的重量，也」會等於「物體排開的液體的重量」，又等於「物體排開液體的_____乘以液體的_____」。

亦即

$$\begin{aligned}
 B &= \Delta W = W_{\text{空}} - W_{\text{液}} \\
 &= W_{\text{排開液體}} = V_{\text{排開的液體}} \times D_{\text{液體}}
 \end{aligned}$$

小試身手：

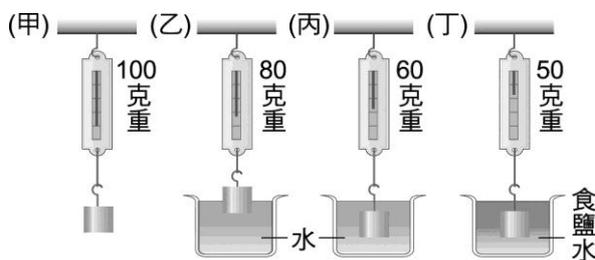
1、小明不小心將50元硬幣掉入水槽中，他取來一包鹽巴倒入水中，一段時間後發現水槽底部有

一部分未溶解的鹽巴，但硬幣卻沒有浮上水面。根據上述的情境回答下列問題：

() (1) 小明想利用浮力原理取回50元硬幣，根據他所嘗試的動作，可能與下列何者有關？(A) 倒入鹽巴以增加水槽內的總重，使硬幣的浮力增加後浮起 (B) 倒入鹽巴以增加水槽內的壓力，藉由壓力差使硬幣浮起 (C) 因鹽巴不溶於水，故倒入鹽巴將水排出後即可取得硬幣 (D) 倒入鹽巴使水槽內的液體密度大於硬幣的密度，則硬幣所受的浮力會增加，使硬幣浮起

() (2) 小明最後還是沒有使50元硬幣浮起，其可能的原因為何？ (A) 需加入更多的鹽巴才能成功 (B) 因為水槽中的水溶液達到飽和，因此需加入更多的水 (C) 因為達到鹽巴對水的溶解度上限，因此水溶液的密度不再變化 (D) 加入鹽巴的過程中，硬幣所受到的浮力都沒有變化

2、附圖(甲)、(乙)、(丙)、(丁)為阿亮以彈簧秤測量的結果，試回答下列問題：



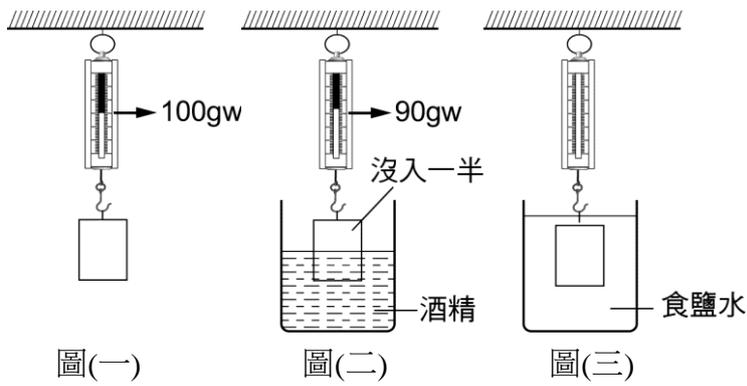
() (1) 當物體沒入水中一半時，受到水的浮力為多少 gw？ (A) 20 (B) 0 (C) 80 (D) 100

() (2) 物體的密度為多少 g/cm^3 ？ (A) 2 (B) 2.5 (C) 5 (D) 1.25

() (3) 物體若全部沒入鹽水中時，受到的浮力為多少 gw？ (A) 100 (B) 60 (C) 50 (D) 0

() (4) 試求鹽水密度為多少 g/cm^3 ？ (A) 1 (B) 1.2 (C) 1.5 (D) 1.25

3、今準備彈簧秤與實心金屬圓柱器材，而將金屬圓柱掛在彈簧秤下端時，彈簧秤顯示的讀數為100gw，如圖(一)所示，若使該金屬圓柱沒入一半體積於密度 0.8 g/cm^3 的酒精中時，彈簧秤顯示讀數變為90gw，如圖(二)所示，最後又改將金屬圓柱完全沒入密度 1.2 g/cm^3 的食鹽水中，如圖(三)所示，則下列敘述何者錯誤？



(A)圖(二)中，金屬圓柱在酒精中所受之浮力為10gw (B)圖中的金屬圓柱體積為25cm³(C)圖中的金屬圓柱密度為2.5g/cm³ (D)圖(三)中，彈簧秤所顯示讀數讀數為70gw

4、潛水艇中有一個抽水裝置，藉由此裝置抽放海水，可改變潛水艇的密度。當潛水艇浮出海面時，其重量W與所受浮力B的變化為何？

(A)W 變大，B 變大 (B)W 不變，B 變大 (C)W 變小，B 變小 (D)W 不變，B 變小

5、大、中、小三顆同材質的實心鐵球，沉入水面下，何者所受的浮力最大？

(A)大球 (B)中球 (C)小球 (D)以上均相同

6、兩艘完全相同的甲、乙兩潛艇，若甲載有20個軍人，乙載有50個軍人，同時潛入海中，兩者所受的浮力大小為何？

(A)甲較大 (B)乙較大 (C)一樣大 (D)無法比較

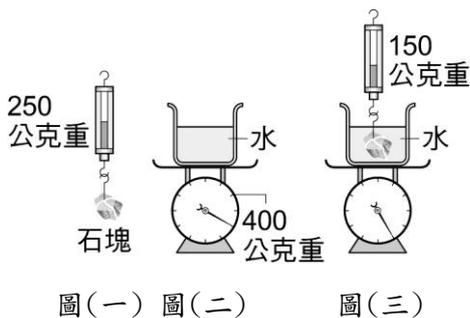
7、有一54公克的鋁塊，密度為2.7公克 / 立方公分，將它放入密度為1.2公克 / 立方公分的溶液中，鋁塊所受浮力為多少公克重？

(A)6 (B)12 (C)24 (D)36

8、一彈簧秤掛10克重的物體時，彈簧伸長2.0公分，今用此彈簧掛一體積5立方公分的鐵球沒入水中，發現彈簧伸長4.0公分，則鐵球的密度為若干克 / 立方公分？

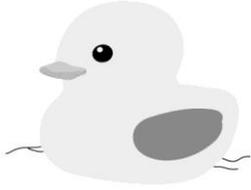
(A)4.0 (B)4.5 (C)5.0 (D)5.4

8、宣宣按附圖程序分別測量石塊重量、燒杯連水的重量及石塊在水中的重量，則下列敘述何者正確？



- (A)石塊重量為200gw (B)石塊在水中所受浮力為200gw (C)石塊在水中重量為200gw
(D)在圖(三)中，磅秤指示的刻度為500gw

- 10、黃色小鴨來臺展出，造成風靡熱潮，已知黃色小鴨的質量為600公斤，若海水密度以 1 g/cm^3 來計算，則小鴨沉入水中的體積約為何？



- (A) 0.06 m^3 (B) 0.6 m^3 (C) 6 m^3 (D) 60 m^3
- 11、一密度為 0.75 g/cm^3 的某物體體積為 30 cm^3 ，今分別將其投入裝滿水及裝滿酒精（密度為 0.8 g/cm^3 ）的兩個容器中，若溢出的水重量為 A (gw)，溢出的酒精重量為 B (gw)，則：(A) $A > B$ (B) $A = B$ (C) $A < B$ (D) 無法比較
- 12、有甲、乙和丙三個不溶於水的固體，其質量和體積如附表。將三者投入水中，哪一個所受的浮力最小？

固 體	甲	乙	丙
質量 (g)	20	20	20
體積 (cm^3)	40	20	10

- (A)甲 (B)乙 (C)丙 (D)三者所受的浮力皆相等

附件八 教師參與108科教計畫反思心得

教師反思心得1

教學至今已經將近三十年，一路走來，雖然平順但並不精采。就在去年，本校張英琦老師很有教育理想的申請教學5E計畫，平凡的我在張老師的熱情邀請之下，參加了本次的教學團隊。經過這一路走來的切磋琢磨，發覺自己的教學熱情復萌了、教學心態改變了、教學知識、教學技能也因此而提升了。

自己常想，已經進入團隊時代的今天，如果沒有一個能讓自己進步的團隊，想必一定在自己故有的思維中重複地做一些類似的工作。如此一來，怎麼可能帶來一個有進步的教學前景。尤其，自己的工作是在教育一群很有未來性的——莘莘學子。

教育是需要熱情的，學生的學習是需要動機與動力的。教師就好像是一個受歡迎的廚師，盡心盡力的提供一份學生喜歡吃的餐點，能讓學生從吃的過程中得到喜悅，並吃出滿肚子的學問來。此次在教學的過程中，發現自己仍有很多不足的地方，例如，太一廂情願的以自己的教學思維所設計活動內容作為教學的依據，而缺少考慮到不同學生的學習起點；實驗活動的時間分配與掌握仍然不足…等。所幸，教學就是不斷的創新與調整的歷程。相信如此以往，自己的獲益與學生的學習必能達到相得益彰的效果。

最後，感謝 英琦老師的教學熱情，也有幸參加了此次的教師成長團隊，重新點燃了自己的教學熱情。希望透過自我的學習與成長，可以給學生帶來不錯的學習與成長。

謝志昌老師

教師反思心得2

參與這個社群前，只知道108課綱強調素養導向、探究與實作等，在參加社群多次會議後，透過教師們彼此分享，對科學素養、多重表徵及5E探究式教學有較深入的認識，覺得做到5E各階段，也做到了素養。

平常教學會有用到生活經驗引起動機，使用教具、實驗活動等來提高學生學習興趣及增加對課程內容的理解。在知道5E探究式教學後，才知道自己大都是由教師的角色出發，忽略掉5E中強調教師與學生各自扮演的角色。希望日後能活用5E模式：參與(引起動機，可能是一個問題或現象)→探究(透過動手操作的活動實際操作)→解釋(同儕間針對剛剛的動手操作活動觀察、討論，提出結論，最後老師再引導至正確的見解與科學陳述)→精緻化(提供題目讓學生練習，應用剛所學到的觀念)

在執行計畫的過程，發現要把多重表徵融入到5E發展教材，會有一些困難，如課程活動設計、如何引導學生及活動流程時間掌控等問題，感覺前置作業得花不少時間去準備。不過，想到這份教材發展能對教師的教學與學生的學習有所幫助，能有所改變，相信社群夥伴會一起努力克服一切。

莊嘉平老師

教師反思心得3

在參與科教專案計畫前，在科學素養方面，因為學校的研習宣講，以及領域會議的討論，對於科學素養有大致的了解，但是了解歸了解，要做到可以實際融入課程，實在是有好大的一步要走。另外，對於多重表徵，只知道表達科學概念的方式有很多種形式，但是對於每一種形式的功能，在以前自己的教學中，不是太仔細去注意。在5E探究式教學方面，因為以前有嘗試5E探究教學法，所以尚不陌生。在參與科教專案計畫後，透由多重表徵融入5E探究式教學教材的發展，感覺這是一個科學素養融入課程的實際辦法，不再只是知道素養很重要，而是可以有一個很具體的、有組織的架構可以去引導自己逐步發展教材，在發展的過程中，更能體會科學素養的優勢與實際作為的重要。

此外，在學習發展多重表徵融入5E探究式教學教材的過程中，對於探究式教學的各個階段所能發揮的功用，有了更具體的了解，讓教學的過程更能讓學生充分探索現象後，形成具體優質的概念，並透由精緻化、評量過程，讓師生都有機會反思自己教與學的過程，發現5E探究式教學真的是一個能活化概念教學很好的教學法。而多重表徵的融入，可以引導學生常常用多元的方式來溝通與表達自己在探索過程中所發現、學習到的概念，讓概念的功能能夠真正的發揮。與自己之前的教學相較，有架構的引導教材發展，比較能夠依照教學目標來聚焦。

以前上課，只需要顧及以學生為中心，盡量在他們自己探索出來的概念為基礎，再引導他們描述所學習的概念，最後加以總結。但是在顧及科學素養溝通與表達的多重表徵融入教學中，要讓學生以多元的方式去表達、學習想法與概念，在教材的發展時，夥伴們一起達到教材的共識就不是一件容易的事情，每一個夥伴對於融入的方式或多或少不同，要多次來回閱讀文獻、討論才能完成一份有共識的單元的教材，我想這也可以說是，老師們的想法也要和社群內同儕們做到溝通與表達，也是先體會了溝通與表達後，能得到共識的難度，這樣才能夠設計出真正符合融入科學素養與多重表徵的教材。

再者，學生對於改變平常的教學方式，需要有接受的過渡時間，比起老師們，他們所需要的適應時間更長，雖然我們設計的教材在執行前雖然經過社群夥伴們討論、專業科學教育領域教授審查等過程，但在實際執行時，要精細的讓學生透由引導接受課程，實在是一件壓力很大的責任啊！

最後，雖然有了上述的困難，但是科教專案計畫給了我們領域有了一個專業社群對話的機會，希望可以站在這一年的基礎，未來可以針對我們的困難繼續改進，讓社群發展的教材可以有精緻化的機會。

李曉雯老師

教師反思心得4

原先對於在學校的教學印象，還停留在以往學生時代的「老師上課寫板書，偶爾帶全班去做實驗，紀錄資料後介紹公式、寫題目，考試」概念，參與這次5E計畫後才進一步意識到以往的教學僅是5E的陽春版，「參與」僅能算是偶而為之，「探究」與「解釋」也僅是蜻蜓點水；至於在各種表徵上，各版教材其實都有所表示，但數量不足，對學生在學習上的連結力相對有限，我想這就是我們教師參與這個計劃的目的：在現有的5E上做出加強延伸。

說到深入5E計劃的成效，最根本上應該是激發學生的「好奇心」了。個人認為在基礎上加深學生對章節主旨的印象，就算是完全不讀書的學生也能確實降低在會考拿到C的機會（因為5E至少能發揮前三項在這類學生身上）。提及施行5E的困難點有以下四點：

1. 作圖技術。並非所有教師都有製作圖片表徵的能力，相對文字及其他表徵，個人認為製作圖片表徵的部分其實難度相當高。
2. 時間壓力。根據多次開會的討論可發現完整用5E進行課程確實能想像收到大幅成效，問題在於升學環境太過強調「精緻化」的片段，學習章節也顯得過多，難以完全實行5E教學；但若為5E教學而縮減教學章節又會使全國的教育水準因資源差距(教材、師資)而出現更嚴重的崩壞，現階段基本上應是無解。
3. 「參與」層面的設計。實驗內容的設計還算其次，重點在於若是要讓學生理解實驗目的，就必須要嚴加檢視實驗內容與公式計算的邏輯關聯性，同時考驗了教師的創造力、邏輯思維、以及站在學生視角的思考彈性。
4. 實驗的操作能力。這部分各教師的能力都有所差異，若是要把實驗的操作難易度列入設計考量，則可歸納為上一點的難處。

現在成績常態低於及格線的學生都有個共同點：段考當前也不會對自己在某個章節「幾乎不理解」這點而感到焦慮。這種心態問題很難用教育來矯正，不如實行5E計劃讓這類學生在課堂上加強對學習章節的認識，課堂氣氛一旦帶起，即使是不讀書的學生都能付出部分專注力在課堂上，我認為對減C方針必有所幫助；唯時間壓力上會迫使教師在5E教學與傳統授課上作出部分的取捨，這部分其實稍微可惜了一些。

高逸珽老師

教師反思心得5

當初申請這個計畫主要是希望組織校內的自然科教師，透過教師實務社群，教師本身不僅能夠在科學素養導向的教材發展與教學能力有所成長，更能最終達到培養學生科學素養、讓學生喜歡上自然課之目標。

一個多學期的計畫執行下來，社群內的成員在每次的社群會議都很能夠表達自己的看法，分享自己的教學經驗。但也因為每個老師的教學方式不盡相同，因此一開始就要發展計畫中的科學素養導向教材，有所困難。例如，社群中的教師中有以實驗操作為主的探究式教學、有講述式上完課程在到實驗室操作實驗驗證的，也有擔心學生在實驗室不受控而很少進實驗室的。因此，執行計畫之初我們先做了兩階段前置準備，分別是共同探討科學素養、多重表徵、5E 探究式教學策略等相關文獻，以及每位教師各自以一個小組題發整多重表徵融入5E 的探究式教材，並且輪流在社群會議中分享與討論。經過將近一個學期的準備後，社群成員們一起在寒假開始了力與壓力單元教材的發展。

教材發展至今，自己和其他成員們多能夠掌握5E 不同階段的精神，也能體會多重表徵融入的重要性。雖然在大家集思廣益下，漸漸將力與壓力單元發展出來，但對於獨自教材設計還是會覺得困難。設計教材時比較能掌握的也確實是5E 中的五個階段，對於多重表徵的融入則是覺得比較難之處。此外，後續將教材投入教學預期將會是另一個挑戰。必須面對讓學生願意用心投入每一個探究階段並且在每個探究之間階段銜接得很好，又要讓學生能充分應用多重表徵進行記錄與溝通等挑戰。不過~~這也是我們成立這個社群的用意之一，透過社群共同面對困難、解決問題，相信只要我們繼續持續下去，未來定能夠很熟練的將多重表徵與5E 探究式教學策略應用在教學中。