

『大手拉小手』

科學遊戲探索課程

寶桑國中
教師版



班級：_____

姓名：_____

學號：_____

國立臺東大學應用科學系 編印

107年4月

目錄

前言	1
課程時間表	2
01. 以杯取珠.....	3
02. 平衡大師	4
03. 腕力球	5
04. 夜市擲硬幣	6
05. 吊酒瓶	7
06. 深水炸彈	9
07. 石中劍	10
08. 神奇泡泡	11
09. 科學拉茶	12
10. 水的表面張力 ...	13
11. 電動火車	15
12. 超距力	16
13. 輻射	17
14. 磁鐵平衡	18
15. 萊頓瓶	19
16. 磁浮筆	20
17. 飛行筒	22
18. 飛行紙杯	23
19. 紙砲	25
20. 模擬大葉桃花心木	27
21. 紙飛機射遠	28
22. 河內塔	30
23. 瓶子吹吹樂	31
24. 竹筷槍與彈力位能	32
25. 撲克牌金字塔	33
26. 百發百中	34
27. 吹球快遞	35
28. 字飄起來了!	36
29. 黑貓白貓	37
30. 釣冰塊	38
31. 舞動葡萄	39

前言

這學期很高興有機會帶領臺東大學應用科學系物理組的同學，配合寶桑國中大手拉小手的計畫，與寶桑國中的學生們一起探索物理的奧秘、進行物理實驗操作與演示，進而引起學生對科學產生興趣。

這學期與去年不一樣的地方在於：原先為與七年級的學生執行計畫，今年針對八年級的學生進行實驗操作，目的在於希望本課程能與校排課程(理化課)有相關聯，將科學的理論與實務概念應用推廣至課程及生活的每一角落，藉此開啟另一扇學習的窗。

基礎物理是奠定應用科學和高科技的基石，科學實驗則輔助基礎科學的進行，讓學生親身體驗與操作，在過程中引導學生觀察科學的現象、了解其原理，進而歸納出重點。

感謝寶桑國中共同協助辦理科普環島列車及科學園遊會，將這堂課所學運用、推廣出去。『學習服務，服務學習』，相信這門課程必能在施予者與受予者心中埋下希望的種子，在下一個收割的季節結滿纍纍的果實，帶動彼此的成長。

最後，感謝臺東大學應用科學系全體師生的支持、協助及參與，寶桑國中師生的協助與配合，使此課程的得以開展。

國立臺東大學科學教育中心主任兼助理教授 林自奮

教學助理 陳昱秀

課程時間表

班級 日期	801	802	803	804	805
4/16	27-31	11-16	1-5	22-26	17-21
4/23	11-16	1-5	22-26	17-21	6-10
4/30	1-5	22-26	17-21	6-10	27-31
5/14	22-26	17-21	6-10	27-31	11-16
5/21	17-21	6-10	27-31	11-16	1-5

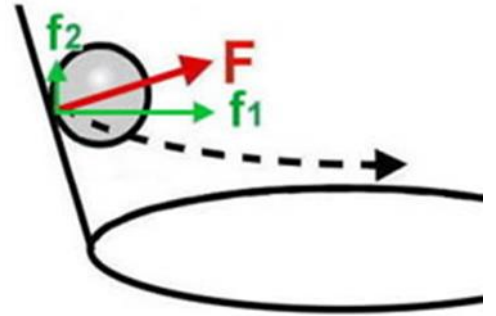
01. 以杯取珠

一、實驗目的：

了解離心力與向心力

二、實驗原理：

當玻璃珠(巧克力球)在杯子內旋轉時，杯壁給予玻璃珠一作用力 F (紅色箭頭)，方向為垂直於杯壁並略朝上(因為杯壁是斜的)。作用力 F 可分解為二作用力(綠色箭頭)，一為指向玻璃杯中心(圓周運動中心)的 f_1 ，一為略為朝上的 f_2 (f_1 與 f_2 互相垂直)。 f_1 為使玻璃珠進行圓周運動的向心力；而分力 f_2 方向朝上，可以抵抗朝下的重力(玻璃杯的重量)。



三、實驗儀器或材料：

高腳杯	平口杯	玻璃彈珠(巧克力球)
-----	-----	------------

四、實驗步驟：

1. 將高腳杯的杯口蓋住玻璃珠之後，開始旋轉，讓玻璃珠在高腳杯內旋轉。旋轉得越快，玻璃珠就會沿著杯緣上升。邊旋轉邊移動至另一個杯子裡。
2. 將步驟一換成平口杯嘗試看看。

五、問題小站

1. 請說明看看有那些技巧可以更容易成功?

Ans：秘訣在於利用旋轉的力量，旋轉力量越大玻璃珠(巧克力球)越不容易掉下

2. 為什麼使用瓶口杯玻璃珠不會往上跑?

Ans：如果旋轉速度增加，會使向心力 f_1 增加(旋轉半徑會增加)，同時 f_2 也增加，玻璃珠就會往杯子上緣爬升了。如果杯子是垂直而不是斜的，則沒有 f_2 分力，玻璃珠只會沿著杯壁旋轉而不會上升，因此這個實驗必須用窄口杯才能成功。

3. 請想想生活中有那些例子也使用到向心力?

Ans：車子過彎、行星運動、脫水機、呼拉圈、雲霄飛車...等

02. 平衡大師

一、實驗目的：

1. 觀察力的平衡與力矩的平衡。
2. 用餐桌上隨手可得的餐具來演示「重心」、「力平衡」、「力矩平衡」、及「穩定平衡」原理。

二、實驗原理：

1. 物體平衡除了合力為零外，合力矩也應該為零。
2. 湯匙與叉子之所以會平衡，主要是槓桿原理及重心的應用，仔細觀察會注意到，整個系統的重心是落在牙籤與玻璃杯緣接觸點下方，當調整牙籤位置到左右兩邊力矩相同且整個系統的重心落在牙籤與玻璃杯緣接觸點下方，則湯匙與叉子永不掉落。

三、實驗儀器或材料：

湯匙 x1	玻璃杯 x1	牙籤 x1
叉子 x1	木板支架 x1	酒瓶 x1

四、實驗步驟：

1. a. 取一端斜 45 度的木板支架，於其中心開孔，使酒瓶可以置入。
b. 放入酒瓶，觀察其靜置時的情形。
2. a. 將湯匙與叉子交叉後用一根牙籤插入並將牙籤放在玻璃杯上。
b. 前後調整牙籤位置使其平衡。

五、問題小站

1. 木板支架的傾斜角度有甚麼影響？

Ans：當傾斜角度改變時，為達系統平衡需重新調整酒瓶位置，使其合力矩為 0

2. 輕輕動一下湯匙與叉子會不會掉落？為甚麼？

Ans：系統達成靜力平衡條件為系統力與力矩都要平衡，因本系統重心在支點下，傾斜時會提供恢復力矩使其回復平衡，稱為穩定平衡。

3. 舉例市售產品有哪些和我們的實驗有相同的特點？

Ans：如喝水鳥、平衡玩具、鋼索騎輪車玩偶之類有重心集中、降低、兩邊力矩平衡相等特性的產品。

03. 腕力球

一、實驗目的：

1. 透過理解儀器結構去探索類似構造的裝置。
2. 操作裝置除了達到訓練腕力效果更能進一步體會運作原理。

二、實驗原理：

物體受到合力為零會靜止或持續運動，是慣性表現；換到轉動也有類似情況。

腕力球結構是一組輪軸，軸兩端放置在內圈軌道，最外層以球殼包覆，僅露出一小塊區域提供操作轉動滾輪，啟動後轉動手腕會感到費力，轉動越快越吃力，是因為原本轉動滾輪，經過手腕扭動產生交互作用的結果。

三、實驗儀器或材料：

腕力球	指尖陀螺
-----	------

四、實驗步驟：

1. 將細繩穿入滾輪的頂部一小孔、像溜溜球的啟動方式繞滾輪，而後抽出使其轉動。
2. 手掌心接觸下半球方式握住，小心手指不要碰觸滾輪，開始大力扭動手腕，滾輪會保持轉動，軸兩端也會在內圈轉動，嘗試加快扭動速度，感受它產生的力道，也可嘗試換手；停止時請接觸衣物方式減速。

五、問題小站

1. 請簡單的說明何謂慣性？

Ans： 習慣，物體傾向保持原本狀態。

2. 手持轉動中的指尖陀螺翻面時會有什麼感受？

Ans： 一股被拉動的感覺，一股力。

3. 同腕力球原理的應用有哪些，舉兩個例子？

Ans： 直升機、單車、手機感應方向……

04. 夜市擲硬幣

一、實驗目的：

控制硬幣不落入膠布外進而學習分析丟出硬幣時的力

二、實驗原理：

丟出硬幣時使硬幣落入桌上時力的合力向上

三、實驗儀器或材料：

硬幣	膠布	桌子
----	----	----

四、實驗步驟：

1. 站在線上往桌上的框框擲硬幣
2. 擲的過程反覆思考如何使硬幣最後停留於桌上的框框內

五、問題小站

1. 如何使硬幣最後停留於桌上的框框內？

Ans： 丟的過程不使硬幣轉動，且最後以 45 度傾角撞擊桌面

05. 吊酒瓶

一、實驗目的：

1. 體驗夜市遊戲的樂趣，成為令人讚嘆的遊戲大師。
2. 了解重心原理與慣性定律的奧妙，認識生活中的物理。

二、實驗原理：

1. 重心原理：

地球上每個物體都有重心，只要重心位於系統(支點)內，物體就能達成平衡。

例如：人行慢慢行走不會跌倒，但奔跑卻比較容易跌倒，因為跌倒時的重心跑出了系統(支點)外。

「靜態平衡」主要是靜力達到平衡，可以由「重心」的角度來歸納：

(1)重心越低，越容易平衡。

(2)重心的位置如果有支撐物(支點)，系統較容易維持平衡。

2. 慣性原理(牛頓第一定律)：

指在未受任何外力作用時，物體若處於運動狀態，則會一直維持運動；若處於靜止狀態，則會一直維持靜止。但在地球表面，慣性時常會被摩擦力、空氣阻力等等效應掩蔽，從而促使運動中的物體移動速度變得越來越慢，終成靜止。

三、實驗儀器或材料：

竹筷	酒瓶	棉繩	鐵環
----	----	----	----

四、實驗步驟：

1. 手握住竹筷，將鐵環垂放到酒瓶瓶口處並套住。
2. 套住瓶頸後，繩子保持垂直，輕輕上拉，直到瓶身與地面約傾斜 45 度時停止（若繼續上拉，套環就會滑出瓶口）。
3. 手臂慢慢往前伸，藉由繩子將瓶子拉向後方，瓶子就會慢慢站起來，等到重心越過瓶底支點時，桿子不能再往前推，此時桿子只須固定不動，瓶子就會自動向後仰而站立。
4. 若瓶子在站立後開始搖晃，將桿子再往前伸，讓繩子維持在幾乎繃緊的狀態，藉由拉向後方的繩張力，即可避免瓶子往兩旁或往前（向著自己的方向）翻倒。



五、問題小站

1. 為什麼施力使酒瓶快立起來時，酒瓶會往另一方向傾倒？

Ans： 受慣性作用

2. 將酒瓶拉高時，有時候瓶身會晃來晃去，那是因為重心位置高會？

Ans： 不穩定

3. 請舉例在生活中，運用到重心或慣性原理的物體，兩原理選一個舉例。

Ans： 重心：陀螺

慣性：剎車身體往前傾

六、學生上課心得或筆記：

06. 深水炸彈

一、實驗目的：

了解光的折射

二、實驗原理：

光的折射造成水中的物體看起來的位置比實際深度不同。

三、實驗儀器或材料：

透明整理箱	小碟子	彈珠
-------	-----	----

四、實驗步驟：

1. 操作者距離裝水七分滿之整理箱一公尺處(水箱須架高五十公分)。
2. 瞄準水中圓盆，投擲彈珠使之落入盆內，八顆進三顆即可過關。

五、問題小站

1. 為何水中的物體看起來的位置比實際深度還淺？

Ans：因為光線的折射

2. 物體會比實際深度深還淺？

Ans：淺

3. 當光線從空氣進入水中折射角比入射角大還小？

Ans：小

07. 石中劍

一、實驗目的：

了解甚麼是非牛頓流體以及特性

二、實驗原理：

玉米粉溶液和一般水溶液的差別是：

玉米粉溶液：一種「非牛頓流體」

主要特徵：流體的黏度會因為受到的壓力或速度而變化，壓力越大，黏度會增加，甚至成為暫時性的固體。

一般水溶液：「牛頓流體」

三、實驗儀器或材料：

玉米粉	水	筷子	杯子
-----	---	----	----

四、實驗步驟：

將玉米粉與水依比例 5:3 加入杯子，充分攪拌

五、問題小站

1. 玉米粉加水中間究竟產生了什麼變化？

Ans：玉米粉並不會溶解於水，只是分散在水中，是一種「懸浮液」。

產生的懸浮液，比高分子溶液還要稠，水分子跑進玉米澱粉的長鏈結構中，使澱粉高分子間的距離加大，但不到完全分離的程度，仍有部份糾結在一起。糾結在一起的部份，使得整體漿液呈現非牛頓流體性質，水的牛頓流體特性完全消失。

2. 牛頓流體及非牛頓流體的差別？

Ans：牛頓流體：黏度不隨速度而變，速度分佈呈拋物線形。例：水、酒精、空氣

非牛頓流體：流體形為不符合牛頓黏度定律者

3. 日常中會使用到的非牛頓流體？

Ans：口香糖、水泥、牛奶糖

08. 神奇泡泡

一、實驗目的：

1. 簡單利用泡泡的生成來理解力平衡。
2. 探討泡泡模具是否會影響泡泡形狀。

二、實驗原理：

肥皂泡是非常薄的一個帶虹彩表面的空心形體的肥皂水形成的膜。

肥皂泡的存在時間通常很短，肥皂泡的存在是因為液體（通常是水）的表面層有一種特定的表面張力。

三、實驗儀器或材料：

清潔劑	甘油	盆子	鐵絨絲
-----	----	----	-----

四、實驗步驟：

1. 將清潔劑和甘油發下並由各組自由調配，請調配出不同比例的溶液並比較泡泡存在時間的長短並記錄下來。
2. 用鐵絨絲來摺出自己喜歡的形狀，並用調配好的溶液來拉出泡泡並比較各組的泡泡形狀是否不同。

五、問題小站

1. 泡泡為何會破掉？

Ans： 表面張力不均

2. 泡泡形狀是否會因模具的形狀而改變？

Ans： 不會 因力平衡泡泡一律為圓形

3. 泡泡溶液的最佳比例是？ 清潔劑：甘油

Ans： 各組自由發揮

09. 科學拉茶

一、實驗目的：

透過小遊戲能夠認識內聚力以及附著力。

二、實驗原理：

分子與分子間有作用力的存在，同物質間彼此的作用力是內聚力，不同物質間的作用力為附著力，在實驗中，水與水之間有內聚力，水和棉線間有著附著力。

三、實驗儀器或材料：

塑膠杯× 2	半杯水	棉線	保麗龍膠
--------	-----	----	------

四、實驗步驟：

1. 先將其中一個塑膠杯裝水
2. 將裝水的杯子拿高，沒有裝水的杯子放低，中間的棉線盡量拉直並且不要讓繩子太斜。
3. 將水緩緩沿著棉線流下至另一杯沒裝水的杯子。

五、問題小站

1. 請解釋表面張力的成因。

Ans：因為液體間的內聚力所造成。

2. 請解釋毛細現象的成因。

Ans：因為液體和固體間的附著力大於液體本身內聚力。

10. 水的表面張力

一、實驗目的：

透過一些小實驗跟現象讓同學了解表面張力的作用

二、實驗原理：

水的表面張力來自於凡德瓦力德造成的內聚力。

(一) 分合的水流：水的表面張力使水流進行分、合

(二) 漂浮的針：

1、水的表面張力支撐住了針，使之不會沉下。

表面張力是水分子形成的內聚性的連接。這種內聚性的連接是由於某一部分的分子被吸引到一起，分子間相互擠壓，形成一層薄膜。這層薄膜被稱做表面張力，它可以托住原本應該沉下的物體。

2、清潔劑降低了表面張力，針就浮不住了。

(三) 神奇的牙籤：放方糖會有個力往方糖方向拉，放肥皂則牙籤往肥皂的反向移動（肥皂右邊往左，左往右）

三、實驗儀器或材料：

分合的水流			
寶特瓶	錐子	水	
漂浮的針			
水盆	針	液體清潔劑	
神奇的牙籤			
牙籤	一盆清水	肥皂	方糖

四、實驗步驟：

(一)分合的水流

- 3、在空鐵罐盒底部用一根釘子在上面鑽5個小孔（小孔間隔只在5毫米左右）。
- 4、將罐內盛滿水，水是分成5股從5個小孔中流出的。
- 5、用大拇指和食指將這些水流捻合在一起。
- 6、手拿開後，5股水就會合成一股。
- 7、如果你用手再擦一下罐上的小孔，水就又会重新變成5股。

(二)漂浮的針 **※針有危險，請小心操作。**

1. 在杯子裡倒一杯清水
2. 用一個杯子，小心地把一根針放到水的表面
3. 慢慢地移出杯子，針將會浮在水面上
4. 向水裡滴一滴清潔劑，針就沉下去了

(三)神奇的牙籤

1. 把牙籤小心地放在水面上。
2. 把方糖放入水盆中離牙籤較遠的地方，牙籤會向方糖方向移動。
3. 換一盆水，把牙籤小心地放在水面上，把肥皂放入水盆中離牙籤較近的地方。
4. 牙籤會遠離肥皂。

五、問題小站

1. 多股的水流用手一抹，竟變成一股水流這是為什麼呢？

Ans 因為小孔夠靠近，當把水流整合，水分子間的內聚力會使水流變成一股。

2. 針為什麼會浮在水面上？

Ans： 水的表面張力導致。

3. 放在水裡的牙籤，為何隨著放在水裡的方糖遊動或者隨著放在水裡的肥皂遊動？

Ans： 當你把方糖放入水盆的中心時，方糖會吸收一些水分，所以會有很小的水流往方糖的方向流，而牙籤也跟著水流移動。但是，當你把肥皂投入水盆中時，水盆邊的表面張力比較強，所以會把牙籤向外拉。

六、學生上課心得或筆記：

11. 電動火車

一、實驗目的：

了解電與磁關係與磁浮列車原理

二、實驗原理：

電流先經由電池正極前端的磁鐵與裸銅線接觸而流入線圈中，然後再藉由電池負極的磁鐵流回電池內部而形成迴路。

當電流流經線圈時，會在線圈內部建立一個均勻平行磁場，若將電池前後二端強力磁鐵的極性做適當的配置，則磁鐵就會被推出線圈外；若將線圈兩端開口接合，磁鐵就能持續在其中滑動了。

三、實驗儀器或材料：

裸銅線 100 公分	強力磁鐵× 2	4 號電池× 1
------------	---------	----------

四、實驗步驟：

1. 將銅線以筆捲起來
2. 將強力磁鐵吸附在電池兩側
3. 將電池放入線圈

五、問題小站

1. 為什麼需要裸銅線而不是漆包線？

Ans：使用漆包線會導致線圈無法通電。

2. 將電池放入線圈時，被推出來該如何解決？

Ans：1. 將兩端磁鐵向外的那端都改為 N 極或者 S 極

2. 將整台車調換方向

12. 超距力

一、實驗目的：

1. 了解哪些物質可以被磁鐵吸引
2. 了解阻隔磁力的方式

二、實驗原理：

當鐵釘被磁鐵所吸引，且兩者之間有一定的空隙時，只要在兩者之間的空隙放入鐵片，鐵釘將會因為失去磁鐵的引力而掉落。

三、實驗儀器或材料：

磁鐵	細線	鐵釘	固定架框
膠帶	紙片	鋁箔	鐵片

四、實驗步驟：

1. 用細線一端綁住鐵釘，另一端用膠帶固定在架框底部
2. 將磁鐵放在架框上方，拉直細線使鐵釘被磁鐵吸引，並留有一定的空隙
3. 將鐵片放入鐵釘與磁鐵的空隙中，觀察鐵釘的掉落情形
4. 用紙片、鋁箔替代鐵片做實驗，觀察鐵釘是否會掉落

五、問題小站

1. 哪些物質可以被磁鐵吸引？

Ans： 鐵、鈷、鎳

2. 將鐵片放入鐵釘與磁鐵的空隙中，為甚麼鐵釘會掉落？

Ans： 鐵片因為被吸引，導致鐵釘受到的引力變小。

3. 為甚麼紙片、鋁箔無法阻隔磁力？

Ans： 無法被磁鐵吸引。

13. 輻射

一、實驗目的：

1. 了解日常生活中，使用的日常用品那些有輻射。
2. 了解輻射對人體是否有害。

二、實驗原理：

利用物品放射出的微量輻射，測得輻射的量。

三、實驗儀器或材料：

輻射檢測器	含輻射的礦石	含輻射的元素
-------	--------	--------

四、實驗步驟：

1. 將待測物對準檢測器的洞口，觀察輻射的變化。
2. 增加帶測物的距離、屏蔽，再觀察輻射的變化。

五、問題小站

1. 請問有哪些方式可以使輻射減少？

Ans： 遠離、屏蔽、減少照射時間

2. 請問日常生活中，哪一種食物含有少量的輻射？？

Ans： NaCl

3. 請問游離輻射以及非游離輻射，何者較有危險性？

Ans： 游離輻射

14. 磁鐵平衡

一、實驗目的：

1. 了解磁鐵之間如何達到平衡。
2. 探討影響磁力震盪的因素

二、實驗原理：

磁鐵靜止是因為靜力平衡（合力為零，合力矩為零），是摩擦力和磁鐵斥力的互相抵消，也是重力所造成的力矩和磁鐵斥力所造成的力矩間的平衡。

三個磁鐵之間的模式就好像二氧化碳（CO₂）各原子之間的鍵結模式，最穩定的狀態就是讓鍵角夾 180 度，這是一種簡單的學習遷移，適用於平面的鍵結。

三、實驗儀器或材料：

圓盤狀磁鐵×5

四、實驗步驟：

將一顆磁鐵擺在中心點，將其他磁鐵圍繞中心磁鐵呈現靜力平衡狀態。

五、問題小站

1. 磁鐵為何呈現如此狀態？

Ans：磁鐵靜止是因為靜力平衡（合力為零，合力矩為零），是摩擦力和磁鐵斥力的互相抵消，也是重力所造成的力矩和磁鐵斥力所造成的力矩間的平衡。

15. 萊頓瓶

一、實驗目的：

讓學生了解摩擦不只能生電,還能利用簡易電池儲存電力。

二、實驗原理：

萊頓瓶是一種儲存電的裝置，裡面的鋁箔紙用來儲存電荷，而鋁箔紙外面的塑膠杯是用來保留住電荷。

三、實驗儀器或材料：

塑膠杯×2	鋁箔紙	水管	毛布
-------	-----	----	----

四、實驗步驟：

1. 在兩個塑膠杯外緣貼上鋁箔，盡量保持平整服貼
2. 將兩個塑膠杯套再一起，內、外層的鋁箔間不可接觸；內層塑膠杯延伸一條鋁箔。
3. 藉由毛布摩擦產生靜電，將靜電由伸出的鋁箔導入。
4. 碰觸延伸的一條鋁箔即可放電。

五、問題小站

1. 萊頓瓶放出的電從何而來？

Ans： 從毛布與塑膠杯摩擦起正負電,而萊頓瓶帶的電就是所謂的負電。

2. 要如何避免被萊頓瓶放出的電電到？

Ans： 用所謂的絕緣手套即可避免,或和萊頓瓶保持距離。

16. 磁浮筆

一、實驗目的：

同時考慮懸浮物位置誤差值來調整是否可達到平衡。

二、實驗原理：

利用了磁鐵「同性相斥，異性相吸」的原理。

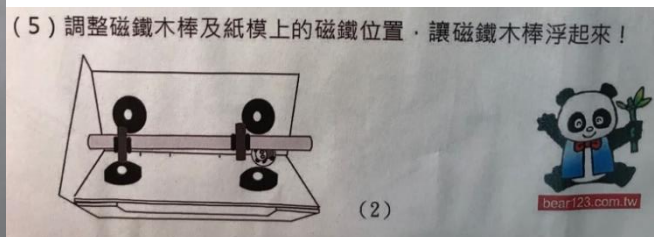
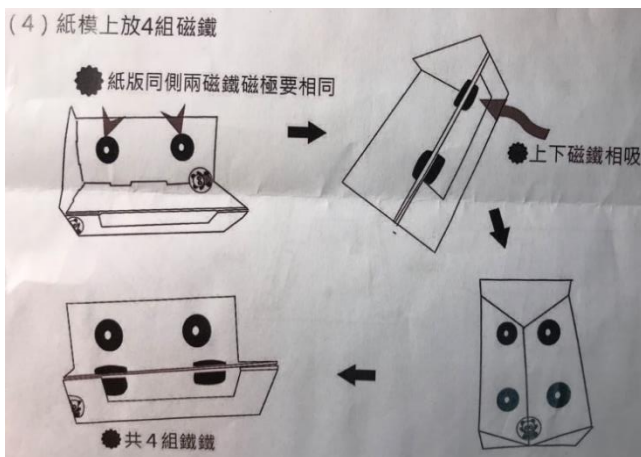
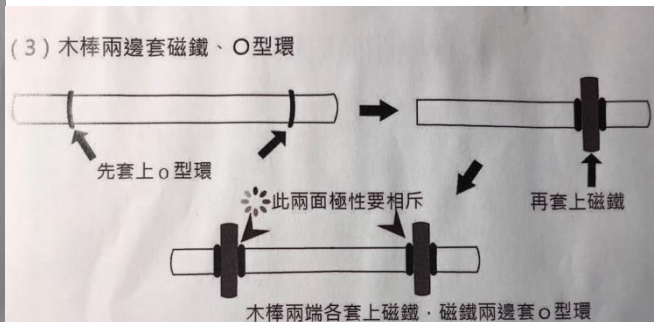
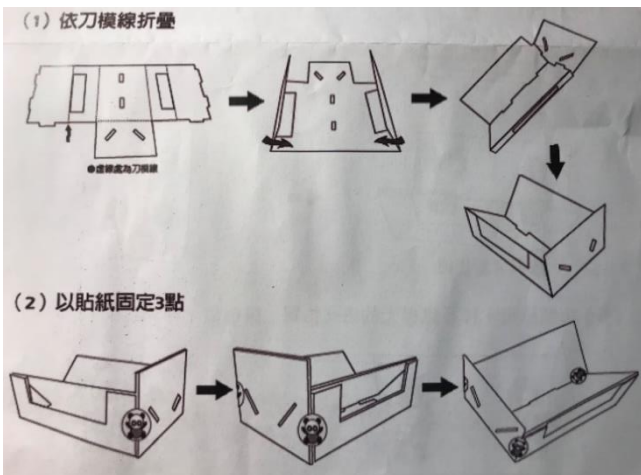
四塊磁鐵 N 極向上，形成一個小型磁場。

穿著磁鐵的木棒就等於小磁鐵，磁場對筆形成了一個向上的力，和木棍受到向下的重力達到平衡，使筆能夠懸浮起來。

三、實驗儀器或材料：

紙板	木棒	磁鐵× 10	貼紙*3	O 型環× 4
----	----	--------	------	---------

四、實驗步驟：



五、問題小站

1. 磁力的日常應用？

Ans：磁浮列車、磁浮音響、電磁鐵

2. 怎麼讓磁浮筆浮的高度做變化？

Ans：調整磁力的大小

3. 磁極的 N/S 極是代表麼意思？

Ans：N 極：磁北極

S 極：磁南極

六、學生上課心得或筆記：

17. 飛行筒

一、實驗目的：

認識什麼是白努力定律。

二、實驗原理：

空氣流速愈快壓力越小，反之流速愈慢壓力越大。

三、實驗儀器或材料：

*圓柱狀的寶特瓶	電工膠布	美工刀	麥克筆
----------	------	-----	-----

四、實驗步驟：

1. 將寶特瓶的頭跟尾裁切掉，只留下圓柱狀的瓶身。
※使用美工刀時請專注於美工刀，切勿過度用力&將刀刃對著人。
2. 在裁切好的寶特瓶瓶身選切口較平穩的一邊纏繞電工膠布，並在纏繞之前將要纏繞的一端用麥克筆劃一條比電工膠布的寬度還的直線，以方便便計算纏繞圈數。
3. 用電工膠布纏繞十五至二十圈，纏繞時都貼在同一位置上。貼完電工膠布即完成飛行筒。
4. 將飛行筒纏繞膠布的一端向前丟出，並且在丟出的同時施加向側邊旋轉的力道。若飛行筒能安穩地向前飛行即表示製作成功。
※丟擲飛行筒時請在空曠處丟，以免傷及行人。
5. 若飛行狀態不理想可以嘗試在黏貼膠布的地方黏貼更多圈膠布，或是將瓶身的高裁切得更短再進行測試。

五、問題小站

1. 如果瓶身是其他形狀可以成功飛行嗎？

Ans： 可以。但圓形的飛行效率最好。

2. 為什麼要將瓶身的一端黏貼膠布以及將瓶身裁切得更短呢？

Ans： 為了克服空氣阻力以及減輕飛行筒重量而降低外力對飛行筒的影響，

使飛行筒可以飛得更遠、更穩定。

3. 試著說明能多次成功丟出飛行筒的技巧。

Ans： 在丟出時施與飛行筒往旁邊轉的力，並且不要丟太大力，使筒身保持平穩。

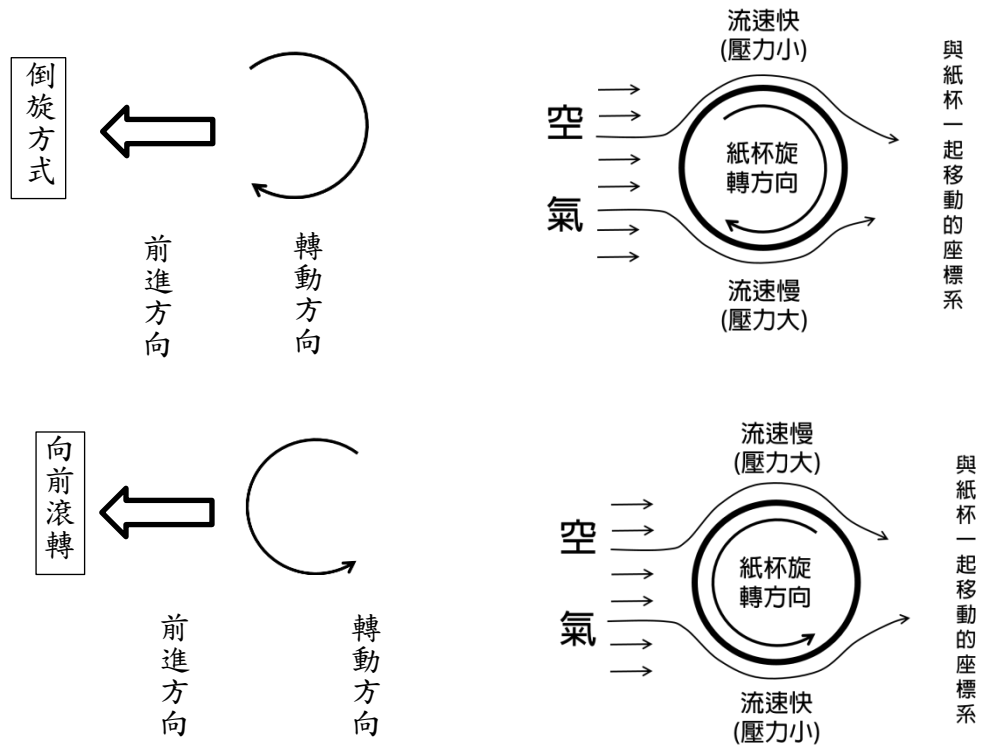
18. 飛行紙杯

一、實驗目的：

了解流體力學原理並讓紙杯飛起來

二、實驗原理：

白努力原理

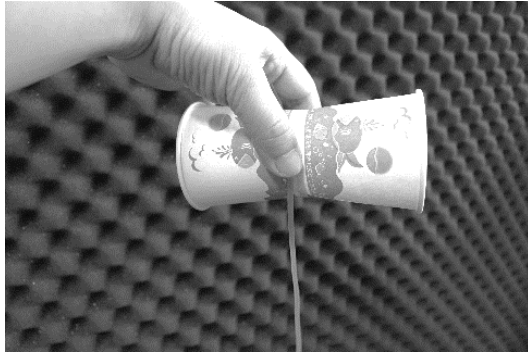


三、實驗儀器或材料：

紙杯×2	剪刀	橡皮筋×4	透明膠帶
------	----	-------	------

四、實驗步驟：

1. 將兩個紙杯底部用膠帶黏在一起。
2. 將四條橡皮筋串起來。
3. 手持紙杯平放於胸前，用拇指把橡皮筋一端固定在紙杯(下左圖)，另一隻手抓住橡皮筋另一頭，然後倒轉數圈(下右圖)。
4. 練習將紙杯水平射出，直到操作熟練，可以使紙杯平射後上飄為止。



五、問題小站

1. 要使平射的紙杯上飄，則紙杯必須以向前還是向後的方式轉動？

Ans：向後轉

2. 紙杯射出後升力逐漸減弱終而下墜，是因為有什麼力造成能量耗損的關係？

Ans：空氣阻力

19. 紙砲

一、實驗目的：

了解空氣振動會產生音波。

二、實驗原理：

當我們抓緊紙砲用力往下甩時，內摺的紙會彈開，造成空氣突然震動，就發出了強而有力的音波，衝過空氣，傳到你的耳朵，所以你就聽到響聲啦！

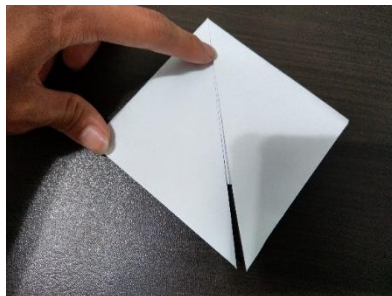
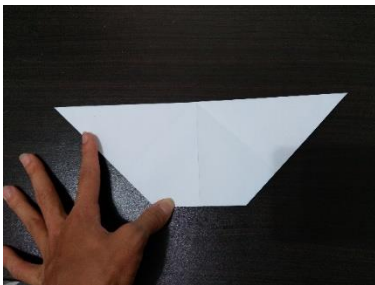
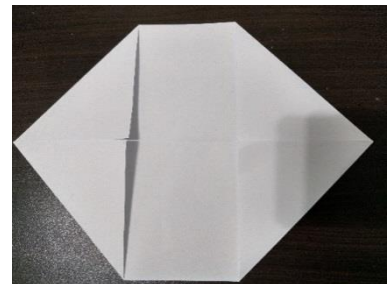
三、實驗儀器或材料：

A3 紙×2

四、實驗步驟：

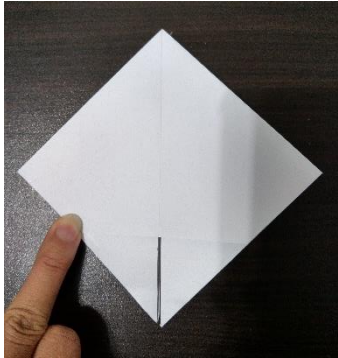
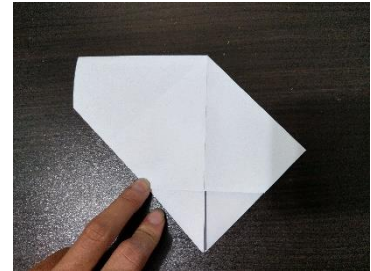
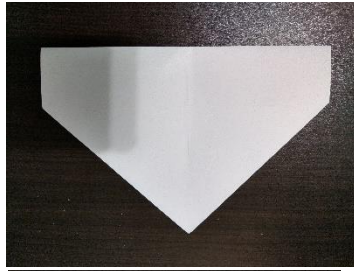
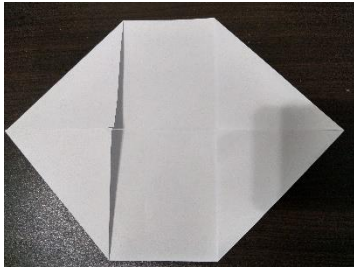
(一)單發紙砲

1. 把較長的那一方對摺後，再打開。
2. 四個角沿著中線往內摺。
3. 再整個對齊。
4. 對摺後再打開。
5. 把左右兩邊的角沿著中線往下摺。
6. 把紙往後摺，形成一個三角形，紙砲完成了。



b. 雙發紙砲

1. 如上圖的步驟 2 摺出二個梯形的六角形。
2. 再左右對摺，形成一個五邊形。
3. 將五邊形的下方打開後再對摺。
4. 將圖 4 的上方打開後再對摺，外觀成為四邊形。
5. 將圖 6 上下對摺，雙發紙砲就完成了。
6. 抓緊圖 7 左側上方的尖角部分，用力往下甩，紙張就突出二發的紙砲了。



五、問題小站

1. 紙砲為什麼會發出聲音？

Ans： 震動周圍的空氣

2. 紙張大小會影響聲音的大小嗎？

Ans： 會，震動面積越大，能量越高，聲音越大

3. 紙張厚薄會影響聲音的大小嗎？

Ans： 會，薄 > 厚

20. 模擬大葉桃花心木

一、實驗目的：

了解為何桃花心木種子落下時會旋轉。

二、實驗原理：

操控長度重心(轉動平衡)原理使葉片長度水平 操控寬度重心(轉動平衡)原理使葉片寬度傾斜產生轉動的現象。

三、實驗儀器或材料：

A6 紙(四分之一 A4)	剪刀	釘書機
---------------	----	-----

四、實驗步驟：

1. 使用四分之一張的 A4 紙張，將此紙張以直立方式擺放，將紙張向左對摺再對摺，變成長條型紙張。
2. 將長條型紙張下端往上方的中央線摺一次、再摺一次。
3. 沿虛線部分剪下來，剪上面三層紙張，保留最底下一層。

五、問題小站

1. 桃花心木飛行時為什麼會旋轉？

Ans：飛行時傾斜在下面的部分會以最快速的方式向下墜落，但頭的部分太重，

翅膀無法帶動，造成翅部分繞著種子部分旋轉。

2. 如果底部加重會不會對飛行有所影響？

Ans：會，在適當的重量下，果實滯空的時間會更長，過輕會不夠穩定而導致滯

空時間縮短，太重的話則會直接墜落。

3. 翼片面積對飛行的影響？

Ans：面積越大旋轉速度越慢，滯空時間越短，飛行姿態搖擺不穩定，下落時越

偏離原點。大面積適合滑翔不適合選轉。

21. 紙飛機射遠

一、實驗目的：

1. 初步了解空氣動力學
2. 了解空氣對日常生活的影響

二、實驗原理：

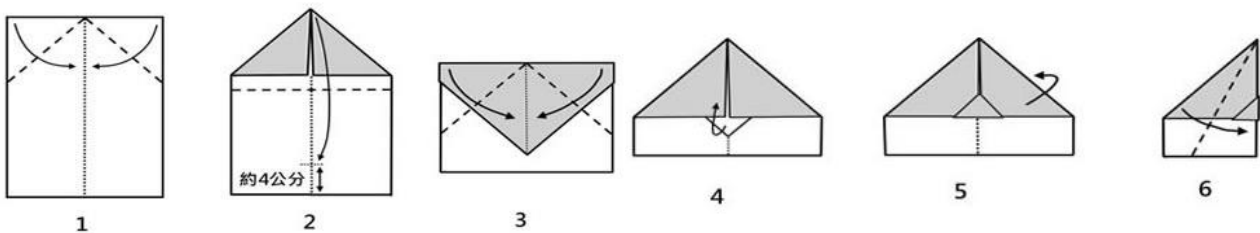
紙飛機本身沒有動力，主要是靠機翼提供了空氣阻力，而減緩下降速度。因此只要保持平衡，就可以一邊前進，一邊緩緩下降，此現象稱為「滑翔」。只要能增加下降的時間（降低下降的速度），並保持平衡就可以飛得很遠。

三、實驗儀器或材料：

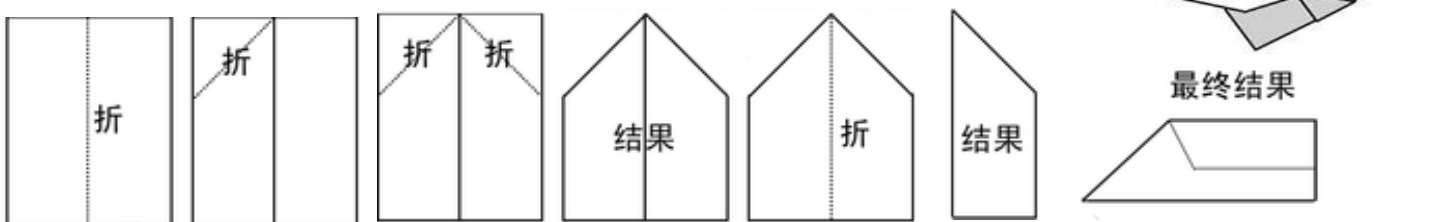
A4 紙×2

四、實驗步驟：

方法一：



方法二：



五、問題小站

1. 紙飛機飛行時大概會受到哪幾種力的影響？

Ans：推力、升力、重力、阻力，推力是將紙飛機投擲出去的力量，升力則是機翼

對空氣作用產生的向上力。

2. 除了紙飛機外還有什麼東西有這種保持平衡的翼？

Ans：飛彈、弓箭、鳥；機翼通常是用來在強風中保持穩定，所以基本上在空氣中
高速移動的物體都會有。

3. 怎樣的紙飛機才能飛得又遠又久呢？

Ans：兩邊要盡量對稱，兩側機翼稍微往上，重心應該保持在中央略靠近頭部的地
方。

六、學生上課心得或筆記：

22. 河內塔

一、實驗目的：

學習數學歸納法和訓練推理及構思能力。

二、實驗原理：

河內塔由來：

宇宙中心有一間神廟，神廟中有三根柱子，其中一根柱子上有 64 個圓環，有一位僧侶每天都會移動一個圓環，當 64 個圓環依照大小排列到另一根柱子時，就是世界末日之時。

將塔移動到其他位置，一次只能移動一個圓環，並且小圓環一定要在大圓環上，環的數量會決定移動次數的多寡。

圓環的數量與移動最少次數的關係式：

$$n = 2^0 + 2^1 + 2^2 + 2^3 + \dots + 2^{a-1} = 2^a - 1 \quad (n: \text{移動次數} \quad a: \text{圓環的數量})$$

三、實驗儀器或材料：

河內塔	圓環
-----	----

四、實驗步驟：

移動圓環，一次移動一個，將塔移動到其他位置。

五、問題小站

1. 三個圓環的最少移動次數是多少？

Ans： 7

2. 七個圓環的最少移動次數是多少？

Ans： 127

3. 如果移動的位置變多，是否會影響移動次數？

Ans： 會，移動位置越多移動次數會越少。

23. 瓶子吹吹樂

一、實驗目的：

1. 利用看見的原理瞭解白努力定律
2. 在兩相鄰空寶特瓶空隙中間吹氣, 的史相鄰空寶特瓶靠近

二、實驗原理：

白努力：流體流速快，壓力小；流速慢、壓力大。

利用白努力原理來使相鄰的兩個寶特瓶空罐互相靠近，以不同碰到寶特瓶以及不吹倒寶特瓶為前提，使其互相靠近。

三、實驗儀器或材料：

空的鋁罐× 2	白紙
---------	----

四、實驗步驟：

兩個寶特空瓶擺成平行並在中間吹氣，以不同碰到寶特瓶以及不吹倒寶特瓶為前提，使兩個寶特瓶互相靠近。

五、問題小站

1. 請簡單的解釋一下白努力定律？

Ans：從高壓區域往低壓區域，有一小體積流體沿水平方向流動，小體積區域後方的壓力自然比前方區域的壓力更大。

2. 生活中有那些現象也跟白努力定律有關？

Ans：飛機的昇力、無葉片風扇、伸卡球。

3. 白努力定律是從哪個定律推倒出來的？

Ans：牛頓第二定律

能量守恆觀念：動能+位能=定值

24. 竹筷槍與彈力位能

一、實驗目的：

1. 透過遊戲的方式教導何謂彈力位能。
2. 比較長短兩種橡皮筋的差異。

二、實驗原理：

有彈力的物體變形的時候會儲存彈力位能：

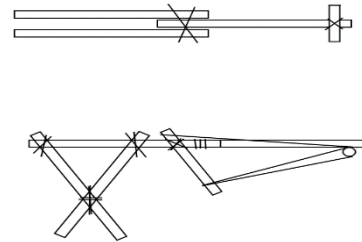
竹筷槍是將橡皮筋儲存的彈力位能轉成動能。

三、實驗儀器或材料：

竹筷	捲尺	橡皮筋
----	----	-----

四、實驗步驟：

1. 用橡皮筋把竹筷綁成竹筷槍，如圖：
2. 設定一條基準線，站在基準線上發射橡皮筋，再用捲尺測量距離
3. 換一種橡皮筋，重複一次 b 步驟。



五、問題小站

1. 為什麼橡皮筋會飛出去？

Ans： 因為橡皮筋將儲存的彈力未能轉變成動能。

2. 長短兩種橡皮筋飛行距離是否不同？

Ans： 是，短的會飛的比較遠。

25. 撲克牌金字塔

一、實驗目的：

用撲克牌做出金字塔的形狀，並用它瞭解巴斯卡三角型。

二、實驗原理：

把 $(A+B)^n$ 展開後，所疊起來的形狀正好為一個三角形，而發現的人為巴斯卡，故稱之為巴斯卡三角形。

三、實驗儀器或材料：

撲克牌

四、實驗步驟：

依序由最底到最高，最底層為五組(每疊2個三角形即放一張撲克牌在上面)撲克牌疊成，依序往上遞減，而上方的撲克牌三角形則放在兩個撲克牌三角形的中間直到剩下一組撲克牌三角形即可完成。



五、問題小站

1. 請問何謂巴斯卡三角形？

Ans：為一種二項式係數在的一種寫法，形似三角形，由巴斯卡發現的故稱

巴斯卡三角形

2. 如何能穩定底部的重量呢？

Ans：可以試著在2個三角形上方的撲克牌增加1-2張就可以穩定底部的重量以確

保上方不容易倒。

3. 撲克牌的三角形最好呈現哪種三角形比較好？

Ans：等腰三角形

26. 百發百中

一、實驗目的：

了解位能轉換在實務上的應用。

二、實驗原理：

利用橡皮筋的彈力位能來轉換成能讓箭矢從衣架十字弓射出去的動能。

三、實驗儀器或材料：

衣架十字弓	吸管箭矢	九宮格
-------	------	-----

四、實驗步驟：

1. 將衣架十字弓的橡皮筋向後拉用夾子夾住固定。
2. 瞄準九宮格發射。
3. 連線者及過關。

五、問題小站

1. 在十字弓發射到射出的過程中的能量轉換？

Ans： 彈力位能轉換成動能。

2. 橡皮筋的角度有差嗎？

Ans： 理論上 45 度能量最大。

六、學生上課心得或筆記：

27. 吹球快遞

一、實驗目的：

認識白努力定律

二、實驗原理：

白努力定律:氣流流速越快壓力越小，氣流流速越慢壓力越大

三、實驗儀器或材料：

乒乓球	杯子	吸管	漏斗
-----	----	----	----

四、實驗步驟：

1. 先將杯子裝水到九分滿並且把杯子排成一列
2. 把乒乓球放到第一個杯子
3. 把乒乓球吹到對面在吹回來

五、問題小站

1. 實驗的原理是什麼？

Ans：白努力定律

2. 舉出生活中有使用此原理的應用？

Ans：噴霧器

3. 在實驗中如何讓乒乓球更快到對面？

Ans：吹球跟水面之間。

28. 字飄起來了!

一、實驗目的：

1. 讓學生了解酯類化合物不溶於水
2. 讓學生知道白板筆的成分，以及各種成分的用途

二、實驗原理：

一般白板筆的成份有：

墨水：大多使用醇類(酒精)墨水或酯類墨水

※酯類是不溶於水的，碰到水後定著劑會融化，墨水會完整浮在水面

樹脂：用來將墨水凝固形成黏膜，浮到表面，

定著劑：會在墨水與白板之間

三、實驗儀器或材料：

白板筆	盛水容器	塑膠墊板	剪刀
-----	------	------	----

四、實驗步驟：

1. 選擇自己喜歡的白板筆，在玻片上寫字或塗鴉。
2. 迅速將玻片以 45 度角插入水中。
3. 讓白板筆浮於水面上。
4. 抽塑膠墊板。

五、問題小站

1. 為甚麼要使用酯類墨水的白板筆，而非醇類的？

Ans： 因為要讓墨水浮於水面上，要選用不溶於水的酯類墨水白板筆。

2. 請問一般的白板筆中有哪些成分，哪些事可溶於水的？

Ans： 墨水(不溶)、樹脂(不溶)、定著劑(可溶)。

3. 請問定著劑在白板筆中的用途為何？

Ans： 讓墨水可以凝固在白板上。

29. 黑貓白貓

一、實驗目的：

光的全反射

二、實驗原理：

角度高的光線折射到密度低時，若角度大於某個值，就會發生全反射。

黑貓放入塑膠帶中，再放入水中，所以黑貓就會因為從塑膠帶中的空氣折射到水中，產生一個很大的折射角，產生了全反射，而塑膠帶外畫的白貓因為只從水中到空氣中折射，折射角度較小，所以不會消失。。

三、實驗儀器或材料：

奇異筆	夾鏈袋	裝水容器	小紙卡
-----	-----	------	-----

四、實驗步驟：

1. 首先在小紙卡上畫上一個喜歡的圖案(請上色)
2. 將小紙卡裝入夾鏈袋中(請封緊)
3. 再夾鏈袋上依照小紙卡上的圖案描上外框
4. 將夾鏈袋放入水中
5. 觀察變化

五、問題小站

1. 若不用黑色是否會影響實驗結果？

Ans： 不會。

30. 釣冰塊

一、實驗目的：

了解冰塊融化的原理

二、實驗原理：

當水要結冰的時候，水分子之間會產生氫鍵，而形成規律的晶體，所以如果水中溶解有其他的物質的話，會妨礙晶體的形成，於是使水的凝固點下降；冰塊表面有一層薄薄的水，如果灑上食鹽，鹽巴便可以溶解在其中，於是混合後的鹽水凝固點會下降。另外，鹽溶化還會吸收熱量，使溫度下降；根據測量，300g 的冰撒上一百克的鹽，溫度可以降到攝氏零下二十一度。綜合了以上兩個原因，原本已凍成固體的冰，冰塊加鹽以後會重新溶化，再逐漸被冷凍到新的冰點，就和冰塊黏成一體了。

三、實驗儀器或材料：

棉線(15cm)	竹筷	自製冰塊
鹽(100g)	小湯匙	塑膠盒

四、實驗步驟：

1. 剪一條十五公分長的棉線，綁在筷子上當「釣竿」(不用釣鉤喔！)
2. 從冰箱拿一桶自製的冰塊，放在白色的塑膠盒裡。
3. 把棉線垂到冰塊裡頭，瞄準你所要的冰塊。
4. 把棉線壓在冰塊下頭，用湯匙撒點鹽在冰塊上面。冰塊表面逐漸被鹽「侵蝕」，形成許多小小的凹洞，棉線被冰塊「咬住」了，往上一提，冰塊就被釣上來了。
5. 試試看，每一次要撒多少鹽，才能把冰塊釣起來，而且在空中停留得最久。

五、問題小站：

1. 為什麼冰塊會被咬住

Ans：水中溶解有其他的物質的話，會妨礙晶體的形成於是使水的凝固點下降冰塊

表面有一層薄薄的水，如果灑上食鹽，鹽巴便可以溶解在其中，於是混合後

的鹽水凝固點會下降另外，鹽溶化還會吸收熱量使溫度下降以上兩個原因原

本已凍成固體的冰冰塊加鹽以後會重新溶化再逐漸被冷凍到新的冰點就和冰

塊黏成一體了。

2. 用糖可以嗎？

Ans：當然可以！只不過溫度下降不像加鹽這麼多就是了。

31. 舞動葡萄

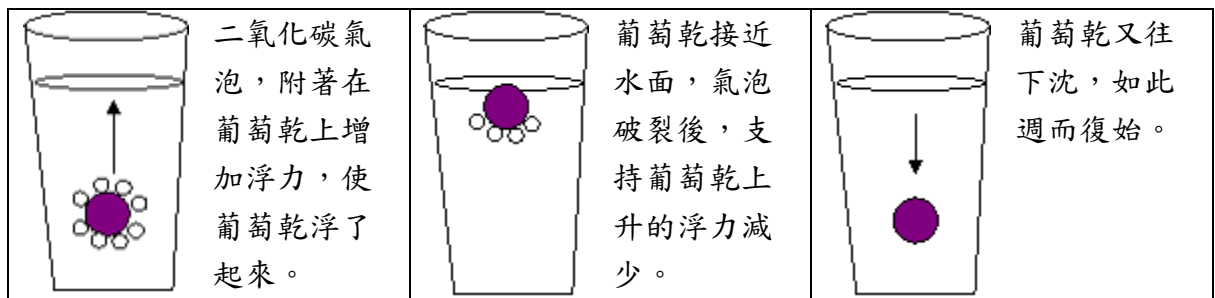
一、實驗目的：

1. 了解比重的原理。
2. 了解浮力的原理。

二、實驗原理：

利用浮力的原理：

葡萄乾因為比汽水重會沉入汽水中，而溶在汽水中的二氧化碳，自汽水中溶出而形成二氧化碳氣泡，附著在葡萄乾上增加浮力，使葡萄乾浮了起來。當葡萄乾接近水面時，氣泡破裂後，支持葡萄乾上升的浮力逐漸消失，葡萄乾又會往下沉，如此週而復始直到汽水中的二氧化碳濃度降低至不再能產生足夠大的氣泡以支持葡萄乾的重量，汽水中的葡萄乾將不再浮上液面。



三、實驗儀器或材料：

杯子	葡萄乾	汽水
----	-----	----

四、實驗步驟：

- a. 在玻璃杯倒入汽水，放入葡萄乾。
- b. 觀察葡萄乾可以發現葡萄乾會先下沉而後慢慢上升，一會兒後又下沉，反覆浮沉。

五、問題小站

1. 將葡萄放入汽水中會發生什麼情形(會下沉)、(會上升)、(會消失不見...)?

Ans： 會先下沉後慢慢上升，一會兒又下沉，在上升，如此周而復始。

2. 只有汽水會有這種現象嗎，換做其他罐裝飲料可以嗎?

Ans： 只要是有氣泡的碳酸水都行，普通飲料不可。
