

飛躍吧!水滴

類別：自然理工類

模組單元名稱：飛躍吧!水滴

設計人：劉思婕

教學年段：高中二年級

教學前準備：

研習編號：WOLF12147

教學總時數：5 小時

1. 學生們已有平面向量、三角函數的概念
2. 請學生們帶不同粗細的吸管
3. 將班上 40 個學生分成 5 組(一組 8 個人)



一、傳承傳統世界觀：賽夏族的柯南-水占卜

(一) 主要學習概念、活動目標、能力指標

1. 主要學習概念：
 - (1) 占卜的歷史與分類
 - (2) 占卜對早期賽夏族的重要性
 - (3) 賽夏族常用的占卜方式—水占
2. 學習活動目標：
 - (1) 知道占卜的起源
 - (2) 認識常用占卜類別
 - (3) 了解賽夏族使用占卜的原因
 - (4) 了解水占卜的流程
3. 分段能力指標：
 - ◆ 社會領域-公民與社會課程綱要：
 - 一、多元文化社會與全球化。
 - 二、認識多元文化的現象。

(二)學習活動：看圖說故事 (40min)

(1)小組討論：(10 min)

每組發下一張學習單，如附件(一)，給學生 10 分鐘討論學習單上故事，思考到底 piling 與老人之間發生了什麼。

(2)上台分享：(20 min)

討論 10 分鐘後，每組派一個人上台以任何方式說出他們討論的故事情節。小組討論跟發表完之後，學生都有初步的故事大綱。

(3)老師教學：(10 min)

老師將完整的水占卜故事以口頭講述並配合附件(一)，詳細敘述一遍附錄一。學生都知道故事情節之後，再介紹水占卜的分類，如附錄二中資料。

附錄一

水占卜小故事

賽夏族是喜歡自然資源的民族，敬畏天地，因長期與大自然相處之下，其一切行為都與大自然相關，他們試著調適自身的作為與方向，與大自然緊緊相連，虛心解讀大自然最純真的賞賜。

水占卜的由來源自於之前有一個叫作 Piling 的青年，不論是陷阱裡的獵物、他人的農具、獵具都是他下手的目標，雖然不是有價值的東西，但三番兩次的竊取行為，令失主十分痛恨。有一天，Piling 與大夥圍爐取暖，半燃的薪柴不斷冒煙，而那煙霧偏偏往他坐的地方飄去，燻得他涕淚交流，Piling 移到反方向位置，煙霧卻如影隨形的跟著他走。「這小子有問題！」圍坐其中的一位老者，心裡如此暗忖著。

第二天，老者將碗裝滿清水，細竹管或空心芒草稈置水中央，若不倒，則有事發生，老者隨即默禱心中疑念，並湊耳細聽水精靈透露些什麼。水精靈不會直截了當道出何人所為或哪個方位，而是自行以細竹管汲水，往前噴出並隨著水珠方向前進，直到找到人、物品或贓物，老者就這樣揭穿了 Piling 的壞行為。

附錄二

賽夏族的水占分成二種不同功能：

一. 幫人解決疑難問題以及治療疾病的叫做 sa-lalom。

首先先取一個裝滿水的碗，將茅草的新芽放入水中，之後再豎立一和耳飾同大的竹管；而占卜師拿著碗向神靈祈禱之後，將耳朵附在竹管之上，傾聽神靈的指示，由此來判斷問題的癥結以及會生病的原因。

二. 幫人尋找遺失物的叫做 punapis。

首先巫師先拿著一個裝水的碗，另一手拿著一根五、六公分姆指粗細的竹管，將竹管一端插入水中吸水之後，取出竹管向空中強力吹出，水珠噴出後落地的方向即為遺失物所在的方向，若遇見岔路則在做相同的動作，即可以尋回遺失物。

二、表達自我世界觀：占卜經驗分享

(一) 主要學習概念、活動目標、能力指標

1. 主要學習概念：

- (1) ” 占卜 ” 是什麼
- (2) 自己或家人的占卜經驗分享
- (3) ” 占卜 ” 功能

2. 學習活動目標：

- (1) 說出對 ” 占卜 ” 這件事的觀點
- (2) 說出自己或家人有趣或是可怕的經驗
- (3) 寫下自己希望占卜的事

3. 分段能力指標：

◆ 綜合活動學習領域核心能力：

- 一、建構自我體驗、省思與實踐的能力。
- 二、具備自我學習、邏輯思考、價值澄清與解決問題的能力。
- 三、培養探索、創造、休閒與生活的能力。
- 四、養成自治、領導、溝通與協調的能力。
- 五、涵養敬業樂群的團隊精神，具備合作學習之能力。
- 六、激發同理心、親和力、服務他人和關懷社會的態度及能力。
- 七、涵養尊重生命，關懷自己、他人與自然環境的態度及能力。

◆ 國文核心能力：

- 一、說。
- 二、針對不同場合適當的說明意見，分享經驗。

(二) 學習活動：說說你的經驗(30 min)

(1) 填寫學習單：(10 min)

每人發下一張學習單，如附件(二)，學生寫下學習單的內容，10 分鐘後將學習單收回。

(2) 老師以及同學分享：(20 min)

此學習單將採不記名制，老師將隨機抽取其中幾份，將其中的內容唸出，與班上學生分享。
如果有學生想做補充或是想分享自己的經驗，也可以隨時舉手發問以及分享。

三、探索世界觀：飛越吧!水滴

(一) 主要學習概念、活動目標、能力指標

1. 主要學習概念：

- (1) 水滴飛躍距離的變因
- (2) 水滴飛躍方向的變因
- (3) 水滴飛躍的軌跡

2. 學習活動目標：

- (1) 尋找造成飛越現象不同原因
- (2) 觀察以及體驗水滴從吸管飛出之後的運動過程
- (3) 將實作結果與推論作比較

3.分段能力指標：

◆ 綜合活動學習領域核心能力：

- 一、建構自我體驗、省思與實踐的能力。
- 二、具備自我學習、邏輯思考、價值澄清與解決問題的能力。
- 三、培養探索、創造、休閒與生活的能力。
- 四、養成自治、領導、溝通與協調的能力。
- 五、涵養敬業樂群的團隊精神，具備合作學習之能力。
- 六、激發同理心、親和力、服務他人和關懷社會的態度及能力。
- 七、涵養尊重生命，關懷自己、他人與自然環境的態度及能力。

◆ 「基礎物理」核心能力：

- 一、定性及定量的分析能力。
- 二、以歸納及演繹的方法來界定並解決問題的能力。
- 三、安排及執行實驗的能力。

(二) 學習活動：水滴飛躍實驗(50 min)

(1)小組討論:(10 min)

組員互相討論，想想要如何作才能讓水滴飛的很遠，討論 5 分鐘後請各組派出一人發言，說出各組別的想法。

(2)小組實驗: (10 min)

每人發下一張學習單，如附件(三)，且每組發下一張白壁報紙，請學生拿出帶來的吸管，根據學習單上面的指示作練習，試試如何可以使水滴飛向自己所希望的地方，找出水滴飛躍的距離與那些變因是相關的，與同組的同學互相討論，並寫下討論的結果於學習單上。

(3)小組競賽: (30 min)

學生討論出一些心得之後，請每一組派出 1~3 位同學來進行比賽，老師在地上放置 20 宮格積分紙，如附圖一所示，每組輪流派一人站在遊戲的位置上，依照剛剛所討論出的結果進行實驗比賽。每格上都有標示積分，當水滴落在格內即可獲的積分；若水滴落在方格外或是方格框線上則無法獲得任何積分。遊戲中所使用的水滴將以果汁代替，每組將會拿到不同顏色的果汁作為區分。最後將每組每位同學的積分加總，最高分的前 3 組可以獲得獎品。活動結束之後，請學生一起幫忙把場地清理乾淨。

附圖一:

10	9	9	10
8	7	7	8
6	5	5	6
4	3	3	4
2	1	1	2

學生

四、形成新世界觀：平面運動

(一) 主要學習概念、活動目標、能力指標

1. 主要學習概念：

- (1) 平面運動
- (2) 水平拋射
- (3) 斜向拋射

2. 學習活動目標：

- (1) 理解平面運動與直線運動的差別
- (2) 了解水平拋射、斜向拋射的差異
- (3) 延伸已學習過平面向量概念
- (4) 了解複雜的平面運動即為二種直線運動的結合
- (5) 重新思考小水滴實驗中如何飛的比較遠

3. 分段能力指標：

◆ 高級中學基礎物理二：

- 一、運動學
- 二、平面運動

(二) 學習活動：學習平面運動(160 min)

(1) 老師講解：(120 min)

老師用口頭講述搭配板書的方式介紹附錄三內容。先在黑板上畫出與學習單上相同的兩張圖，如附件(四)，搭配著平面運動圖形做分析。請學生跟著我一起畫圖，分別對於初速度、距離、仰角、飛越時間、最大高度，作詳細的分析解說，並且在學習單上請學生將公式做整理與比較，如此比較容易了解，也可以增加學生印象。

(2) 動畫觀賞：(10 min)

a) 水平拋射：http://content.edu.tw/vocation/mechanical/tp_st/top1/chap8/html/chap8-41.htm

b) 斜向拋射：http://content.edu.tw/vocation/mechanical/tp_st/top1/chap8/html/chap8-42.htm

(3) 學生練習：(30 min)

學生在課堂上練習平面運動相關題目，如附件(五)，藉由剛剛小水滴實驗的經驗，加上老師對平面運動概念的介紹之後，學生思考題目中的問題，寫下答案，並從問題的結果與小組討論並做歸納。

附錄三

(1) 平面運動：

將平面運動中的物理量(位置、速度、加速度)分解在 x 、 y 方向上討論。

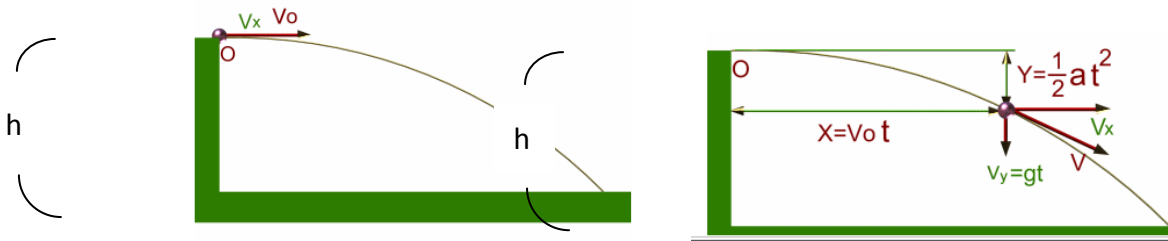
a) x 、 y 坐標系：

定義 x 、 y 坐標，將平面運動的問題，變為 x 、 y 方向上各自的直線運動問題來處理。通常與地面平行為 x 軸，與地面垂直為 y 軸，拋出點為坐標原點，並注意方向的選定。

b) 將位移、速度、加速度分解在此 x 、 y 方向上，再使用三角函數計算位移、速度、加速度分解在 x 、 y 上的分量。

c) 分別計算 x 、 y 方向上的直線等加速度運動， x 、 y 方向上的運動分開加以討論。

(2) 水平拋射：



http://content.edu.tw/vocation/mechanical/tp_st/top3/chap8/html/ch8-3.htm

水平拋射為在距地面高為 h 的地方，物體以 v_0 的速度水平拋出。由於物體在地面附近受垂直向下的重力加速度 g 的影響，因此物體所做的運動為平面的等加速度運動。先將其各參數分解為 x 方向和 y 方向，定義向右和向下為正。

a) 坐標、原點和方向的選定：

取拋出點為坐標原點，平行地面為 x 軸，垂直地面為 y 軸，取向
右、向下為正，故其加速度 $a = g$ 。

b) x 、 y 方向的運動：

$$x \text{ 方向 } \begin{cases} V : V_0 \\ a : 0 \end{cases}$$

水平方向為等速度運動
可決定拋射距離

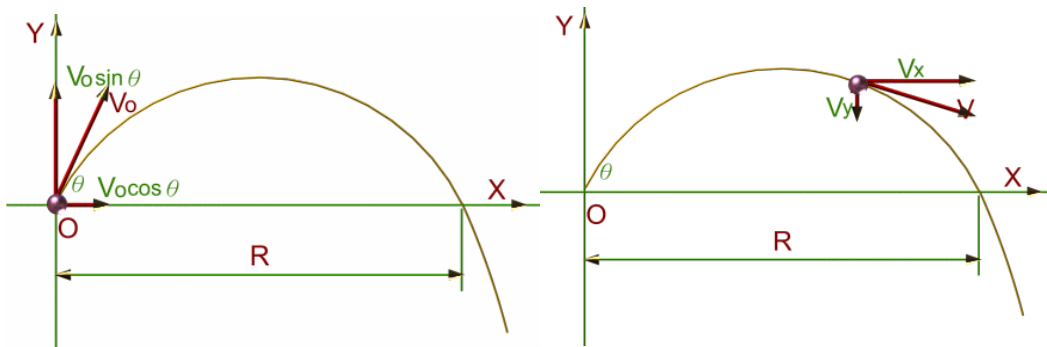
$$R = V_0 t = V_0 \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

$$y \text{ 方向 } \begin{cases} V : 0 \\ a : g \end{cases}$$

垂直方向為自由落體
可決定物體的飛行時間

$$h = \frac{1}{2} g t^2 \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

(3) 斜向拋射：



http://content.edu.tw/vocation/mechanical/tp_st/top3/chap8/html/ch8-3.htm

斜向拋射為物體和水平夾 θ 角以 v_0 的初速度拋出。由於物體在地面附近受垂直向下的重力加速度 g 的影響，因此物體所做的運動為平面的等加速度運動。先將其各參數分解為 x 方向和 y 方向，定義向右和向下為正。

a) 坐標、原點、方向的選定：

取拋出點為坐標原點，平行地面為 x 軸，垂直地面為 y 軸，取向
右、向上為正，故其加速度 $a = -g$ 。

b) x 、 y 方向的運動：

$$x \text{ 方向 } \begin{cases} V : V_0 \cos \theta \\ a : 0 \end{cases}$$

水平方向為等速度運動
可決定拋射距離R

$$R = V_0 \cos \theta T$$

$$y \text{ 方向 } \begin{cases} V : V_0 \sin \theta \\ a : -g \end{cases}$$

垂直方向為鉛直拋射
可決定物體的飛行時間T

$$T = \frac{2V_0 \sin \theta}{g}$$

$$\text{可決定最大高度 } H = \frac{V_0^2 \sin^2 \theta}{2g}$$

c) 最高點處之 $V_y = 0$:

物體在最高點處其 $V_y = 0$ ，物體在最高點時其速度 $V = V_x = V_0 \cos \theta$ 。

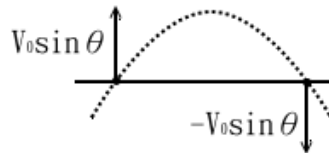
d) 考慮拋射的對稱性：

因水平方向等速，而鉛直方向為鉛直拋射，而在鉛直拋射中，同高度處速度相同，故斜拋也有此特性，且物體拋出後回到同高度時，上升時間等於下降時間。

e) 飛行時間 T、最大高度 H、水平射程 R 的推導

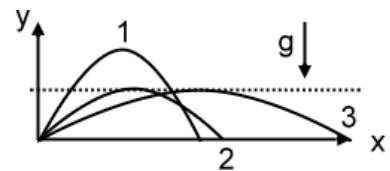
I. 飛行時間 T 由 y 方向的運動來找(因何時落地是由 y 方向決定)

$$\begin{aligned} -V_0 \sin \theta &= V_0 \sin \theta - gT \\ T &= \frac{2V_0 \sin \theta}{g} \end{aligned}$$



另外由最高點處的 $V_y = 0$ 可以知道物體飛到最高點的時間 $t = \frac{T}{2}$

*右圖中的三個拋射軌跡之最大高度分別為 H_1 、 H_2 、 H_3 ，而 $H_1 > H_2 = H_3$ ，若三個物體拋出後在空中的停留時間分別為 t_1 、 t_2 、 t_3 ，則 $t_1 > t_2 = t_3$



II. 最大高度 H 由 y 方向來找:

因最高點的 $V_y = 0$ 故可由 $V^2 = V_0^2 + 2aS$ 來找出最大的拋射高度

$$\begin{aligned} 0^2 &= (V_0 \sin \theta)^2 - 2gH \\ H &= \frac{V_0^2 \sin^2 \theta}{2g} \end{aligned}$$

III. 水平射程 R:

水平射程 R 由 X 方向的運動來找，因 x 方向為等速度運動故

$$R = V_0 \cos \theta T = \frac{2V_0^2 \sin \theta \cos \theta}{g}$$

由 $R = \frac{2V_0^2 \sin \theta \cos \theta}{g}$ 可看出當 $\theta = 45^\circ$ 時有最大的水平射程，且若兩物以相同的初速，拋射角分別為 α 、 β ，但兩物最大的水平射程相同，則 $\alpha + \beta = 90^\circ$

五、連結賽夏族世界觀與科學世界觀

(一) 主要學習概念、活動目標、能力指標

1. 主要學習概念：

- (1) 生活中的科學發現
- (2) 水占的準確度質疑
- (3) 生活中與平面運動原理相同的例子

2. 學習活動目標：

- (1) 培養學生注意周遭環境的一舉一動
- (2) 思考水占卜這種方式準確性與人為操作的關係
- (3) 舉出生活之中與平面運動相關的例子

3. 分段能力指標：

◆ 綜合活動學習領域核心能力：

- 一、建構自我體驗、省思與實踐的能力。
- 二、具備自我學習、邏輯思考、價值澄清與解決問題的能力。
- 三、培養探索、創造、休閒與生活的能力。
- 四、養成自治、領導、溝通與協調的能力。
- 五、涵養敬業樂群的團隊精神，具備合作學習之能力。
- 六、激發同理心、親和力、服務他人和關懷社會的態度及能力。
- 七、涵養尊重生命，關懷自己、他人與自然環境的態度及能力。

◆ 「基礎物理」核心能力：

- 一、定性及定量的分析能力。
- 二、以歸納及演繹的方法來界定並解決問題的能力。
- 三、安排及執行實驗的能力。

(二) 學習活動：從生活學科學 (20 min)

(1) 老師做連結：(5 min)

老師先做一個總結，將前半段課程中賽夏族的水占卜與我們課本中的物理做結合，讓學生了解其實所學的東西不只有教科書上寫的，其實在日常生活之中處處皆學問，同學可以試著多觀察，多聯想，將會體會到很多意想不到的樂趣。

(2) 小組討論：(15 min)

各小組做討論，想想生活之中還有哪些現象也是平面運動的應用。請大家討論 5 分鐘之後，派一位同學與全班同學做分享。

六、參考資料:

1. 臺灣大百科全書:

<http://taiwanpedia.culture.tw/web/content?ID=11122>

2. 臺灣原住民歷史語言文化大辭典

http://citing.hohayan.net.tw/citing_content.asp?id=1831&keyword=%A5e%A4R

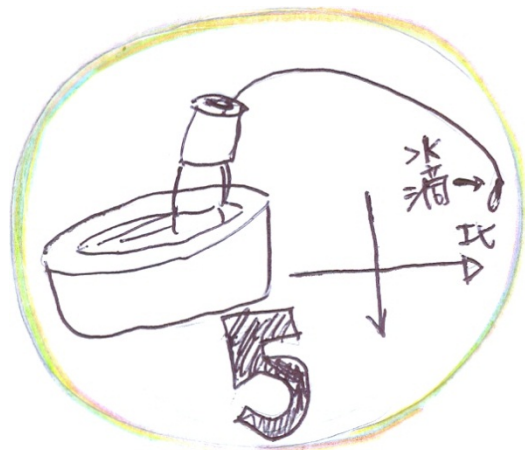
3. <http://blog.xuite.net/ymsblog/yms1/28108908-%E8%B3%BD%E5%A4%8F%E6%97%8F%E7%9A%84%E5%AE%97%E6%95%99%E4%BF%A1%E4%BB%B0>

4. <http://enjoy.phy.ntnu.edu.tw/mod/resource/view.php?id=17194>
5. <http://phys.thu.edu.tw/teachers/lin/physics-ch02.pdf>
6. http://www.youtube.com/watch?v=IB11HYdQCMQ&list=PL27D202D0601A40D4&index=1&feature=plpp_vid
eo
7. 飛鼠部落
<http://www.yabit.org.tw/>
8. 普通高級中學課程綱要

附件(一)

看圖說故事:

由下列的圖中說說看”piling”跟”老人”之間發生了什麼事:



附件(二)

說說你的經驗:

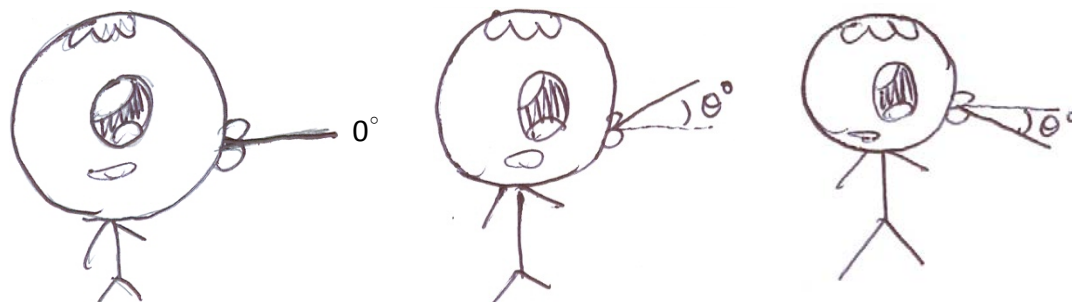
1. 聽了剛剛的故事，說說你對占卜有什麼樣的看法呢?
2. 從小到大你有占卜的經驗嗎?
3. 如果有，願意跟大家分享你的經驗嗎?
4. 如果沒有，你最想占卜的是什麼事呢?

附件(三)

飛越吧!水滴:

1. 根據下面的指示，做做看:

a. 吸管角度:



b. 吹出去的力道:



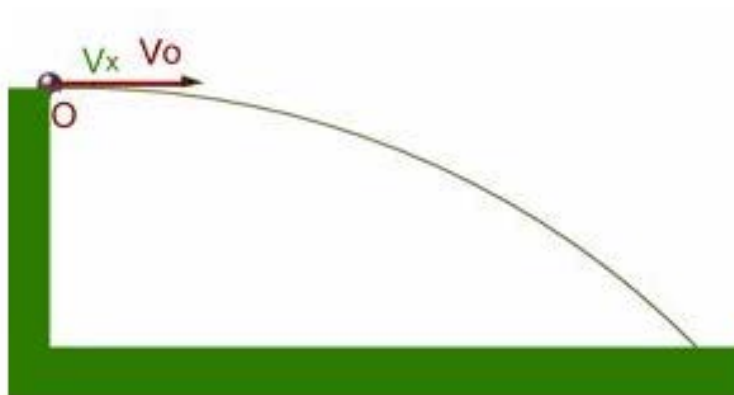
2. 實際操作後並作紀錄:

指示	距離	哪個最遠
水平吹		
水平大力吹		
往上揚吹		
往上揚大力吹		
往下揚吹		
往下揚大力吹		

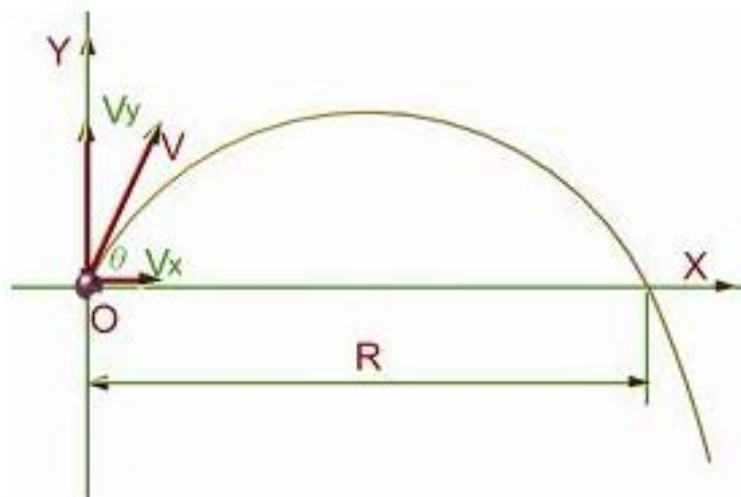
附件(四)

平面運動:

水平拋射:



斜向拋射:



填一填下列表格:

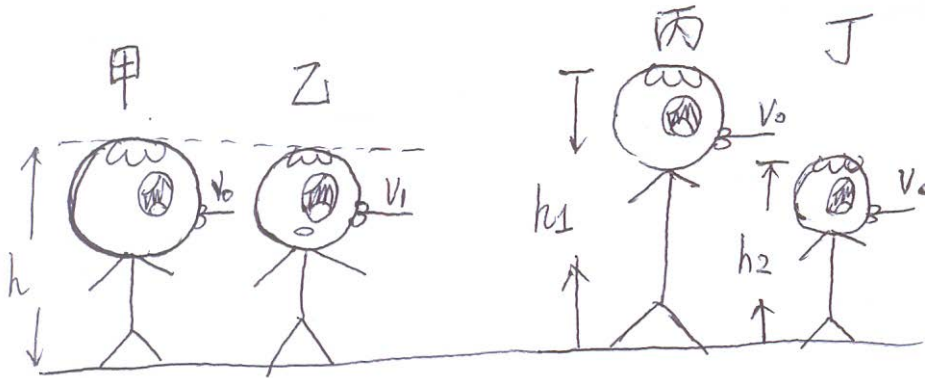
方式	初速度	時間	距離	最大高度
水平拋射				
斜向拋射				

😊 想想初速相同時，想要拋射最遠的距離，拋射角應該要多少度?

附件(五)

平面運動練習題:

1. 試比較以及說明甲跟乙誰的水滴飛的遠?其中 $V_1 > V_0$ ，甲跟乙一樣高。
2. 試比較以及說明丙跟丁誰的水滴飛的遠?
其中 $h_1 > h_2$ ，丙跟丁的水滴初速度一樣。



3. 試比較以及說明戊跟己跟庚誰的水滴飛的遠?
其中 $\theta_2 > \theta_1$ ，身高為己 $>$ 戊 = 庚。
4. 試比較以及說明辛跟壬誰的水滴飛的遠?其中 $V_1 > V_0$ ，辛跟壬一樣高。

