

投稿類別：物理類

篇名：

做出完美茶壺-康達效應

作者：

陳柏嘉。市立高雄高工。化工科高一甲班

劉力銓。市立高雄高工。化工科高一甲班

鍾承憲。市立高雄高工。化工科高一甲班

指導老師：

陳俞伶老師

壹●前言

一、研究動機

每次倒水時如果倒得太慢水流就會沿著杯壁流出，使雙手及桌子皆滴滿了水，但只要乾脆且快速地倒入杯子中，水就會乾淨俐落地進杯中。

實驗中，有關實驗器材的操作中，老師都要求我們倒出燒杯中的液體時，要使用玻棒依附杯口，讓水順著玻棒流下，使我們聯想到了這個問題。我們希望藉著這一次的研究，更加深入的了解液體的沿著杯口外壁流下的原因。

二、摘要

本研究主要是觀察杯壁在各種不同的變因下，能否影響流體的附壁力。而我們在實驗中，操縱的變因包括杯壁的厚度、杯子傾斜的角度以及杯壁的介質，並藉此瞭解在日常生活中倒水時，為何會造成一液體隨著杯壁流下。

The study mainly to watch that whether can the maral ability be affected when the experiment in the different manipulated variable due. The manipulated variable due we use contain the thickness of the walls of the cup,the angle we lean and the material of the walls of the cup.And we want to find out why the liquid would conduct Coanda effect when we are pouring in everyday's life.

貳●正文

一、實驗原理：康達效應

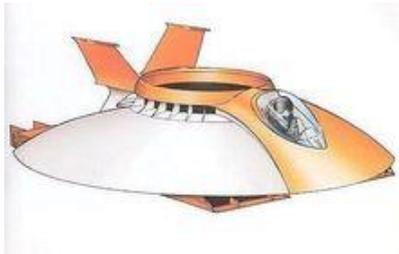
比用引射產生升力更科幻的是所謂 Coanda 效應。亨利·康達發明的一架飛機（康達-1910）曾經因這種效應墜毀，之後他便致力這方面的研究。亨利·康達在著名工程師居斯塔夫·埃菲爾（Gustav Eiffel）（就是設計埃菲爾鐵塔和紐約自由女神結構的那個 Eiffel）的支持下，開始研究流體力學，發現了所謂「邊界層吸附效應」，通常也稱 Coanda 效應。

Coanda 效應指出，如果平順地流動的流體經過具有一定彎度的凸表面的時候，有向凸表面吸附的趨向。開自來水的時候，如果手指碰到水柱，水會沿著手臂的下側往下淌，而不是按重力方向從龍頭直接往下流。（註一）

二、特殊的應用：飛碟設計

Coanda 效應可以實現垂直起落，這其中的佼佼者就是加拿大 Avro 的 Avrocar。（圖一）關於飛碟的傳說很多，最後大多被證明只是人們的想像，但 Avrocar 確實很像飛碟，這大概是最接近傳奇式的飛碟的飛行器了。

康達效應飛行器 Avrocar 就像一個上面圓渾的大碟子，中間是進氣的圓孔，周邊是一圈小噴嘴。發動機產生高壓排氣，通過周邊的噴嘴噴出，拉動上方氣流，沿上表面高速從中心向周邊流動，在飛行器靜止的時候就可以形成升力，達到垂直起飛。垂直起飛後，重新調整周邊噴嘴的氣流分佈，就可以實現噴氣推進，一旦達到一定速度，飛碟本身的形狀就可以產生氣動升力，這時轉入正常飛行。Avrocar 是美國陸軍 VZ 系列垂直起落研究機中的一個，在試飛中演示了垂直起落能力，但無法飛出地效高度，一進入無地效飛行，飛行控制就顯得力不從心。（註二）



(圖一)

三.錯誤概念：

高中物理課本大都會用翼型來演示柏努利定律的應用，但是部份課文內容把上下氣流速率的差別，說成是因為機翼上面的長度比下面的要長，上下氣流為了要同時在機翼後面會合，上面氣流的速率會較快。

這種解釋的出現很可能和翼型的形狀有關，部份課文甚至指翼型導致氣流速率的差別就是產生升力的原因，它們忽略了平直的機翼也能導致氣流速率出現差別。這種說法亦不能解釋一些飛機為何能倒飛，而紙飛機更是和翼型扯不上任何關係。（註三）

四.實驗步驟：

(一) 實驗設計:

探討：

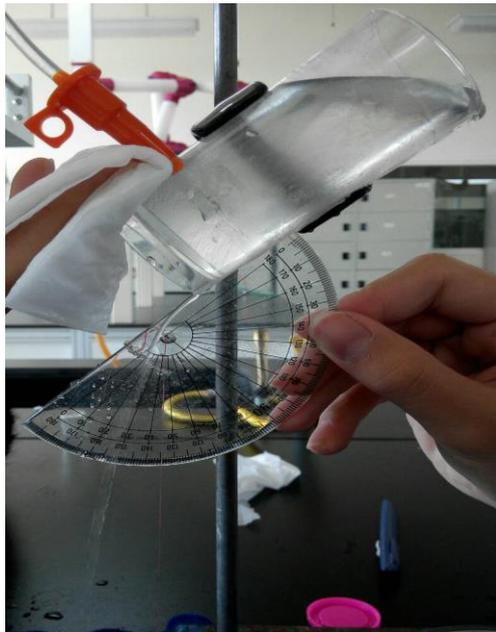
(1) 壁流臨界角與液體流量之關係

(2) 壁流臨界角與杯壁厚度之關係

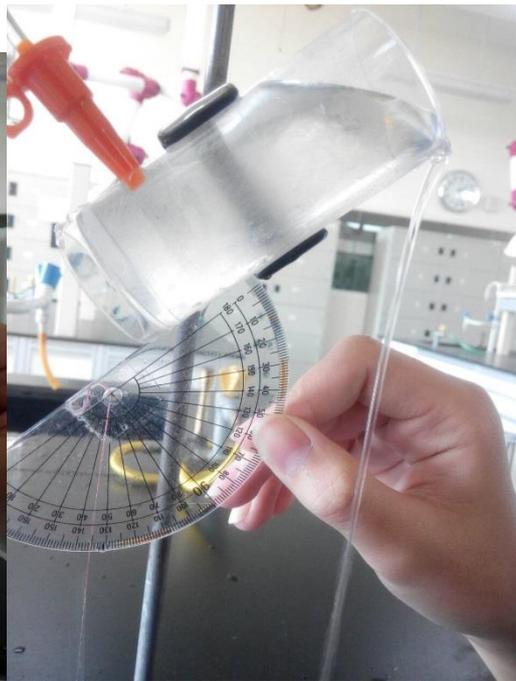
(3) 壁流臨界角與杯壁介質之關係

(此實驗利用穩定的水流量，漸漸改變壓克力管的傾斜角度，並定義發生壁流現象之最小角度為壁流臨界角。)

例：當容器規格為容量 85ml、杯壁 0.1cm 時,壁流臨界角為 45 度；在此角度時流體時而附壁，時而沒附壁。



(圖二)



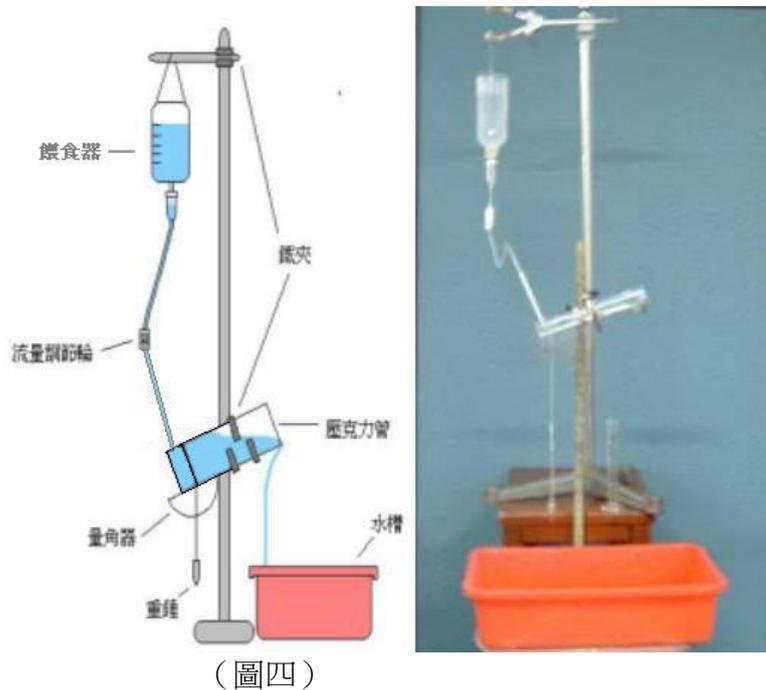
(圖三)

(二) 器材：

名稱	規格	數量
鐵架		1 個
鐵環		1 個
試管夾		2 個
燒杯	250ml & 500ml	各 1 個
量角器		1 個
重錘		1 個
棉線		1 條
不同容量的杯子	85ml & 195ml & 175ml	各 1 個
量筒	100ml	1 個

餵食器		1 個
不同杯壁厚度的杯子	0.1cm & 0.15cm & 0.25cm	各 1 個

(三) 實驗裝置如圖四所示



(四) 實驗

一、實驗過程

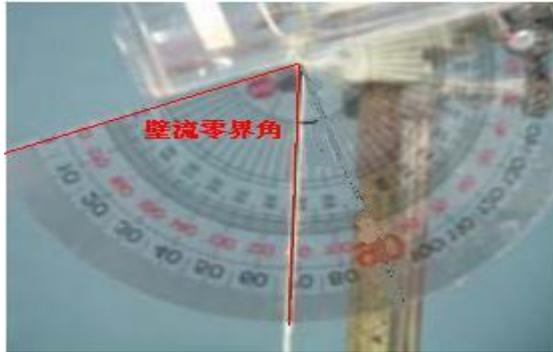
本實驗主要是在測量發生壁流現象的臨界角。因此我們在水流量穩定時，漸漸改變壓克力管之傾斜角度；並定義發生壁流現象的最小角度為壁流臨

界角。每一次操作過程中，均有些共同步驟：

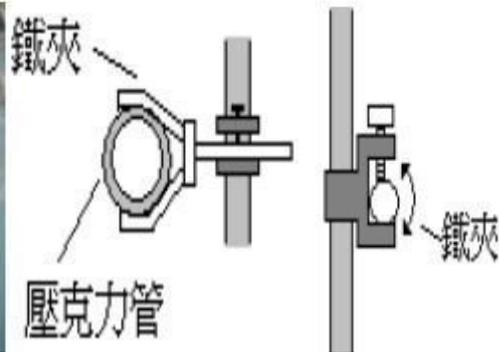
測量及調整角度：

在壓克力管末端繫上一重錘，再以膠帶將量角器垂直固定於管壁，即可確切量出管子和水平面的夾角 θ （如圖五所示）。又我們訂管口向下傾斜之角度為負，向上為正。

鐵夾則讓我們能輕鬆準確的調整角度和固定壓克力管（如圖六所示）。



(圖五)

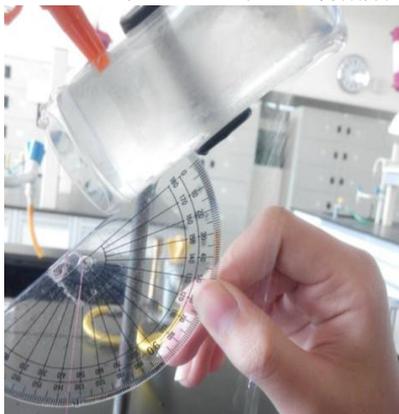


(圖六)

項目 (1) 壁流臨界角與液體流量之關係

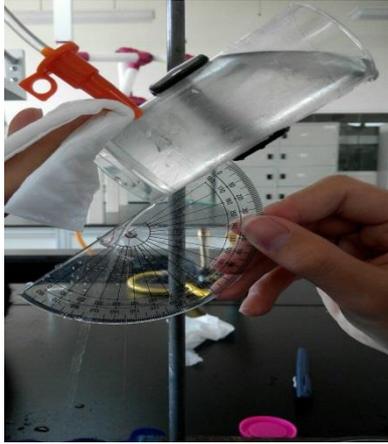
流量	0.17ml/s (流量調節輪開到一半)	2.83ml/s (流量調節輪開到最大)
45 度時	附壁作用	無附壁作用

在 2.83ml/s 時無附壁作用 如(圖七)



(圖七)

0.17ml/s 時有附壁作用 如 (圖八)



(圖八)

結論 (1) 流量越小時越容易產生附壁作用。

項目 (2) 壁流臨界角與杯壁厚度之關係

杯壁厚度	0.1cm	0.15cm	0.25cm
在 45 度時	附壁	附壁與不附壁中間(附壁臨界角)	不附壁

結論 (2) : 杯壁越厚越無法產生附壁作用。

項目 (3) 壁流臨界角與管壁介質之關係

	泡油	正常	放砂紙
在 45 度時	附壁	在附壁與無法附壁之間	附壁

結論 (3) : 只要改變了杯壁介質就會變更容易產生附壁作用。

參●結論

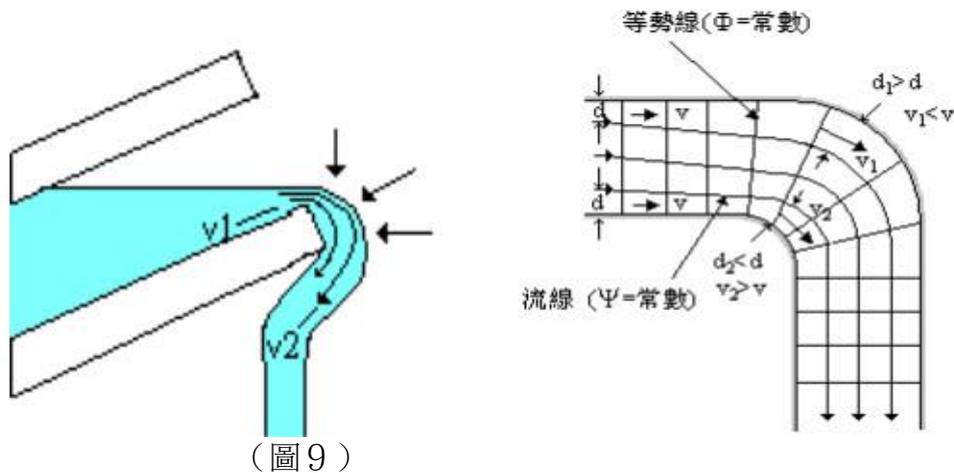
(一) 只要流速變小就會變得比較容易產生附壁作用。

(二) 杯壁越厚越難產生附壁作用。

(三) 杯壁只要改變介質就會變容易產生附壁作用。

(四) 設水流為一理想不可壓縮液體，則在圓形路徑上流動時，其速度反比於半徑，亦即半徑越小，速度越快。又依據伯努力原理：流速快的流體壓力較低。因此，當流體外的壓力大於管口的流體壓力時，水流便順著管壁流下，產生壁流現象。(如圖九所示)

(五) 管壁厚度愈大，轉彎半徑愈大，所需向心力愈小，據此推論較易產生壁流；但從另一角度來看，管壁厚度愈厚，轉彎內側水分子與管壁摩擦愈多，速度減小，造成與外部水流速度差減少，壓力差減少，又不利壁流生成。這可能是我們實驗中管壁厚度對壁流現象影響不明顯的原因。(註四)



肆●引註資料

一、Jearl Walker 著 葉偉文譯(2000)。物理馬戲團 1。天下遠見，2，248-249

二、Young Munson Okishi 著 杜鳳棋譯(1997)。流體力學—精華本 (A Brief Introduction to Fluid Mechanics)。高立圖書有限公司，6，253。

註一：台灣 wiki:

<http://www.twiki.com/wiki/%E5%BA%B7%E9%81%94%E6%95%88%E6%87%89>

註二：百度百科-康達效應:

<http://baike.baidu.com/view/941844.htm?goodTagLemma>

註三：好搜百科-附壁效應:

<http://baike.haosou.com/doc/4959130.html#4959130-5181099-5>

註四：中華民國 第四十五屆中小學科學展覽會。陳尹芄、楊睿緣(2005)。杯子與茶壺的對話。國立新竹女子高級中學。

圖一: 百度百科-康達效應:

<http://baike.baidu.com/view/941844.htm?goodTagLemma>

圖九: 中華民國 第四十五屆中小學科學展覽會。陳尹芃、楊睿緣(2005)。杯子與茶壺的對話。國立新竹女子高級中學。