

逢甲大學學生報告 ePaper

流力試驗實驗九

落球設計試驗

作者：吳伯翰、林祐陞、戴憲勝

系級：水利三甲

學號：D9356904、D9357111、D9357078

開課老師：許少華

課程名稱：流體力學試驗

開課系所：水利系

開課學年：95 學年度 第一學期

摘要

這是一個自己設計的試驗，我們有一個注滿水的 100cm 透明圓柱管，另外還有數組不同粒徑不同材質的小球。

那麼這些器材可以做出什麼呢？我們決定做小球的沉降速度的比較。

首先我們先將各式球體（有各種材質與大小）都進行沉降速度的測量，再來進行各式結果的分析。

首先，我們想知道沉降速度和球的大小的關連性。於是，我們拿出同材質的球的資料作分析。後來我們發現，在相同材質下越大的球其沉降速度會越快，且在相同材質的情快下，球的沉降速度和其直徑會成一線性關係。

再來，我們用相同大小但材質不同的球來做比較。我們發現，其沉降速度的差異似乎隨著直徑的變大而變大，且密度大的球體成降速度會比同體雞蛋密度小的球體速度快。

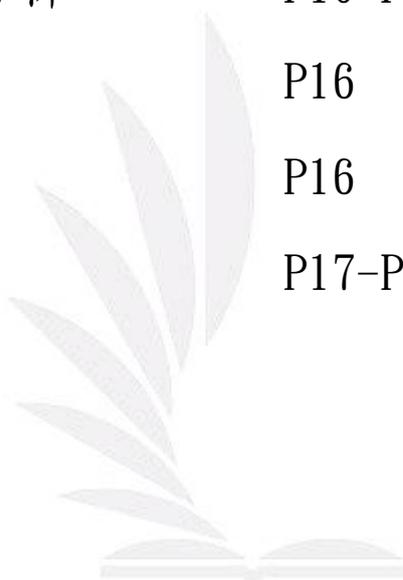
最後，因為我們有一種材質的密度是未知的，所以我們經過與其他球體的沉降速度的比較計算後，成功推估出該材質的密度，可見，沉降速度是可用來計算未知物體的密度。

關鍵字

落球、沉降速度

目錄

一、實驗原理	P4
二、實驗過程	P4
三、實驗流程	P5-P8
四、注意事項	P9
五、實驗數據	P9
六、實驗結果與分析	P10-P15
七、問題討論	P16
八、結論	P16
九、心得	P17-P18



一、實驗原理

在這次試驗中，我們有一個水深 1m 的水槽，另外還有 22 種不同尺寸和材質的小珠子。PolyAcetal 有 4 種尺寸，inox 有 11 種尺寸，PolyAmide 有 2 種尺寸，dural 有 3 種尺寸，Aluminum 有 2 種尺寸。

基於裝備的考量，最直覺的就是測各式球體的沉降速度。

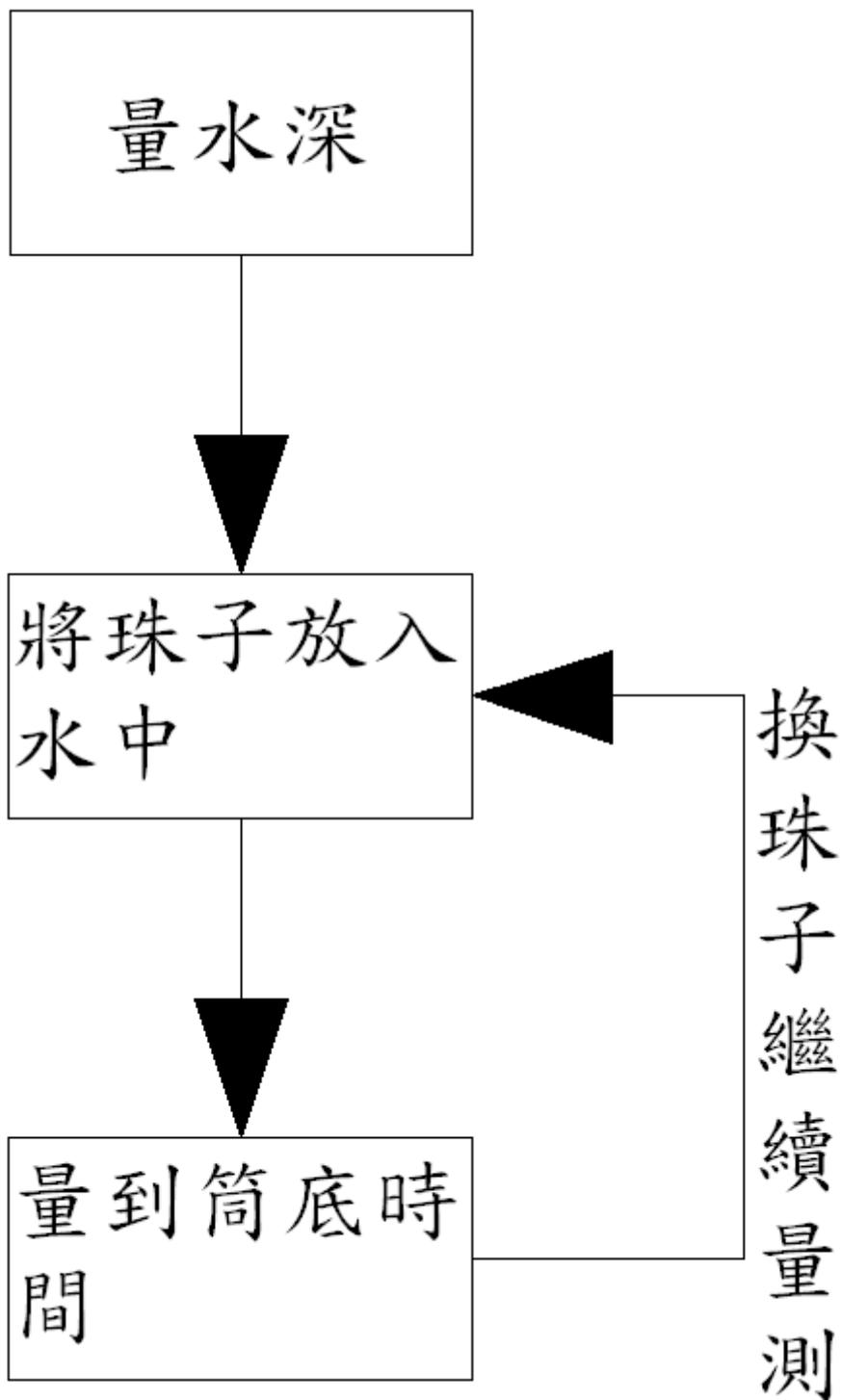
沉降速度就是距離除以時間。



二、實驗過程

1. 量水深。
2. 將各式珠子一個一個的放入水中，測其到筒底時的時間。
3. 計算速度。

三、實驗流程





圖一. 各式小球。



圖二. 實驗儀器，深 1 公尺的管子。



圖三. 球由水面丟落。



圖四. 球到底線時要寄的壓碼表。



圖五. 底部回收小球的裝置。

四、注意事項

1. 放小球入水時，要用放的避免出現初速。

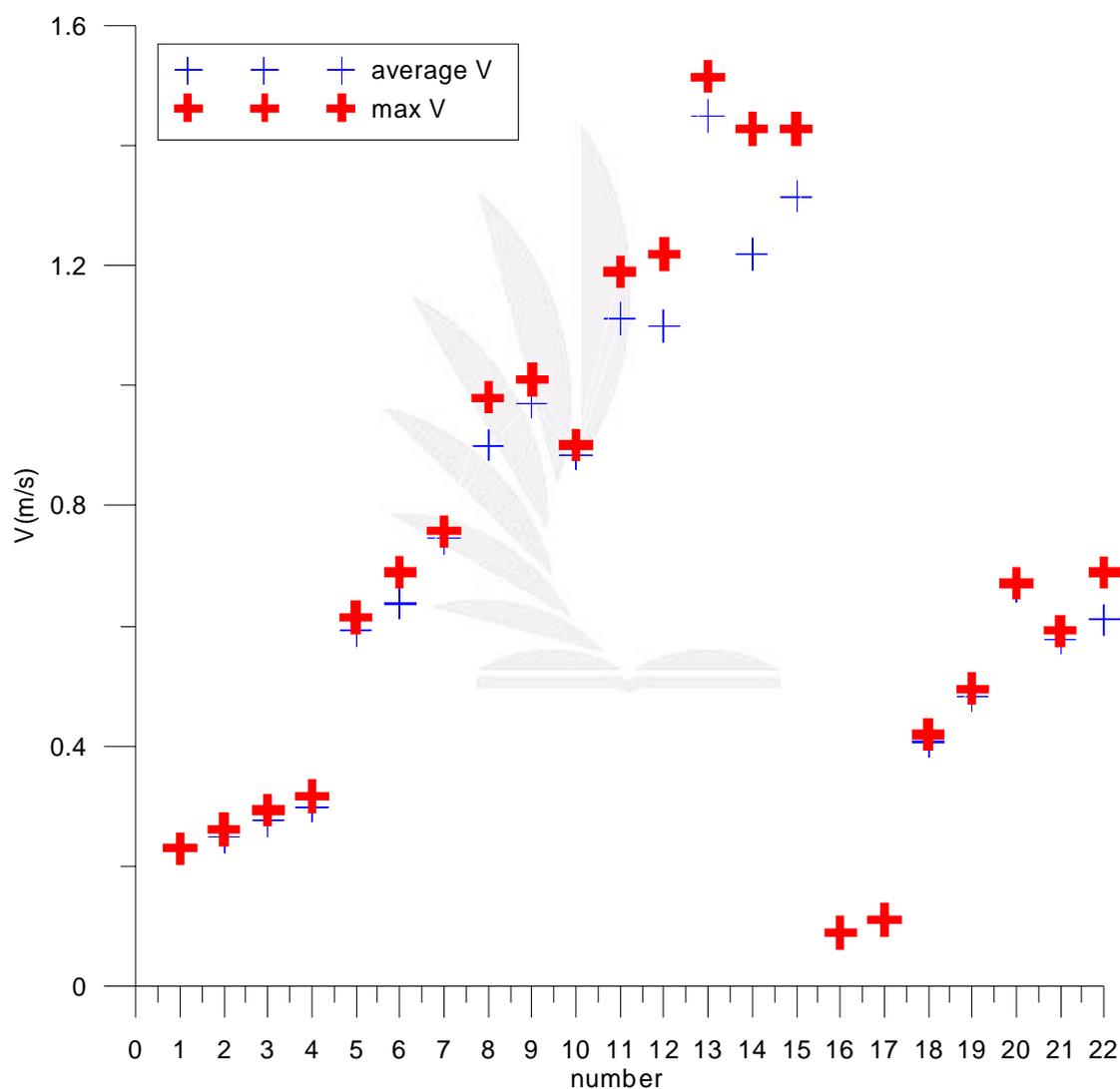
五、實驗數據

表一. 各式球體的落下時間與落下速度

編號	種類	直徑	密度	平均時間	平均速度(m/s)	最小時間	最大速度(m/s)
1	PolyAceta	5	1.45	4.36	0.229357798	4.36	0.229357798
2		6	1.45	4.02	0.248756219	3.83	0.261096606
3		7	1.45	3.62	0.276243094	3.41	0.293255132
4		8	1.45	3.35	0.298507463	3.17	0.315457413
5	inox	1.587	7.83	1.69	0.591715976	1.63	0.613496933
6		2	7.83	1.57	0.636942675	1.45	0.689655172
7		2.5	7.83	1.34	0.746268657	1.32	0.757575758
8		3	7.83	1.11	0.900900901	1.02	0.980392157
9		3.5	7.83	1.03	0.970873786	0.99	1.01010101
10		4	7.83	1.13	0.884955752	1.11	0.900900901
11		4.5	7.83	0.9	1.111111111	0.84	1.19047619
12		5	7.83	0.91	1.098901099	0.82	1.219512195
13		6	7.83	0.69	1.449275362	0.66	1.515151515
14		7	7.83	0.82	1.219512195	0.7	1.428571429
15		8	7.83	0.76	1.315789474	0.7	1.428571429
16	Polyamid	3	1.13	11.426	0.087519692	11.27	0.088731145
17		4	1.13	9.11	0.109769484	9.06	0.110375276
18	dural	3	2.7	2.46	0.406504065	2.39	0.418410042
19		3.969	2.7	2.07	0.483091787	2.02	0.495049505
20		7.45	2.7	1.5	0.666666667	1.49	0.67114094
21	Alumin	5		1.73	0.578034682	1.69	0.591715976
22		6		1.64	0.609756098	1.45	0.689655172

六、實驗結果與分析

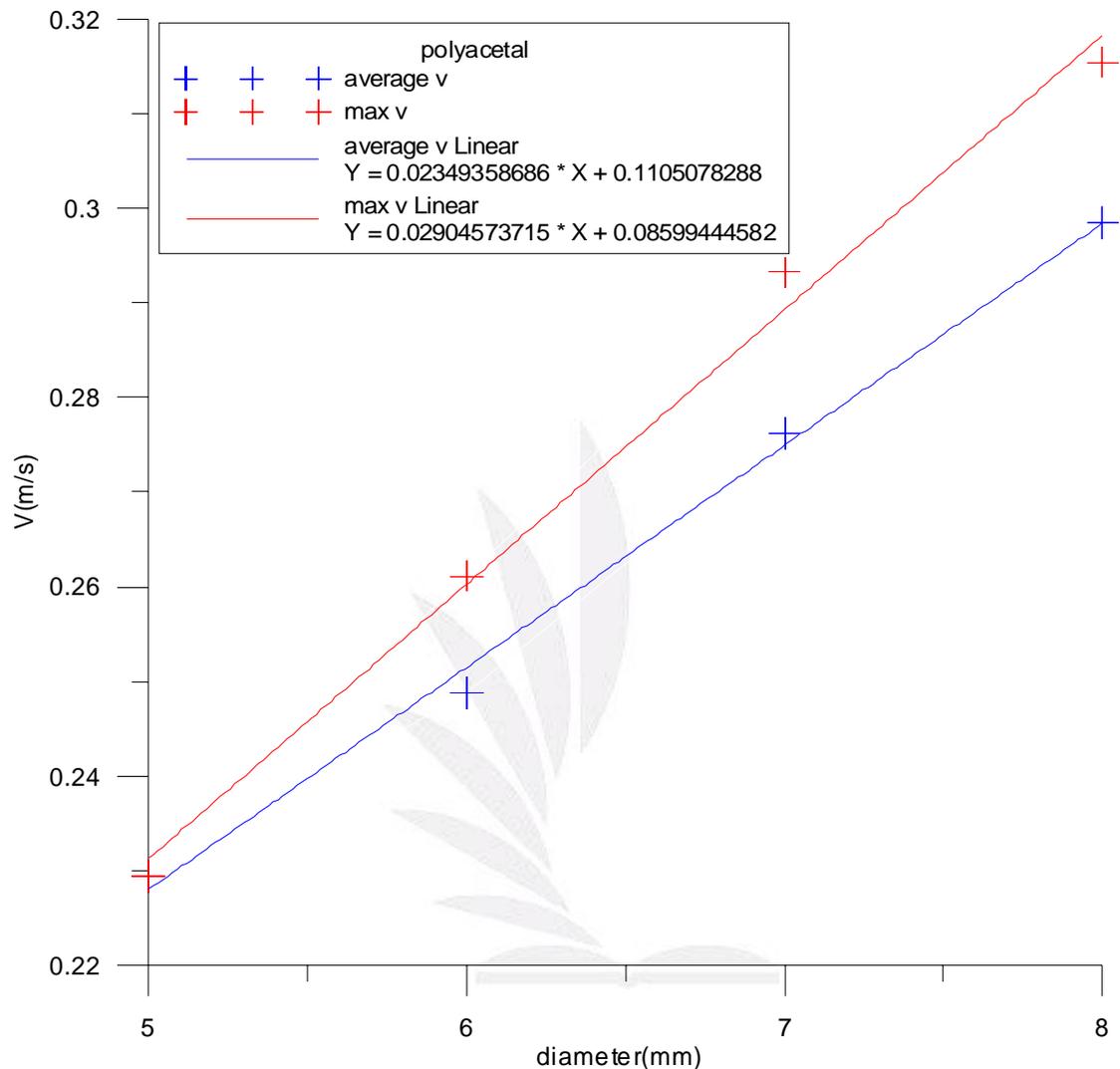
首先，我所有的球與速度的關係放在一起看。一開始我是採用平均速度，但我想一件事，那就是我記得我在實驗中看過數次小球在水中因不知的因素而沿著管壁以螺旋狀落至管底，當然當出現這種情況時，耗的時間會比較長而速度也比較慢。於是，我改取出最短的時間，也就是最快速度來看，發現到以大直徑的球體變化會較明顯（也就是，最大速度比平均速度來的大很多）。仔細想想，直徑大體積就會大，體積大受到的阻力也會大，所以這是蠻合理的現象。



圖六. 各式球體的沉降速度圖

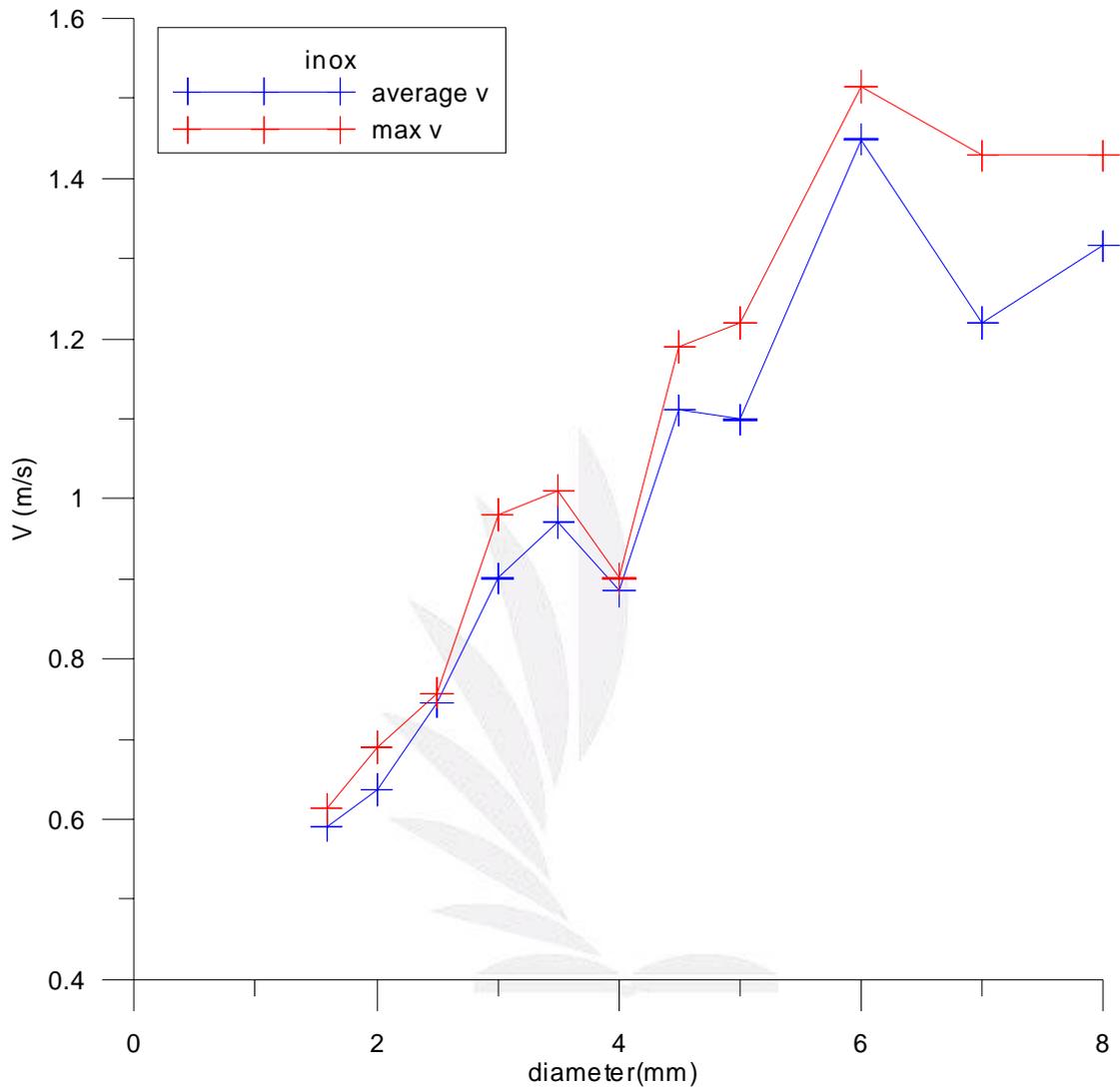
我們試著以材質來分類，想看當同材質不同直徑時會有何反應。

我們第一個來看的是 polyacetal。由於數據分布情況出奇的漂亮，所以我試著用線性來觀看整個分佈的情況。



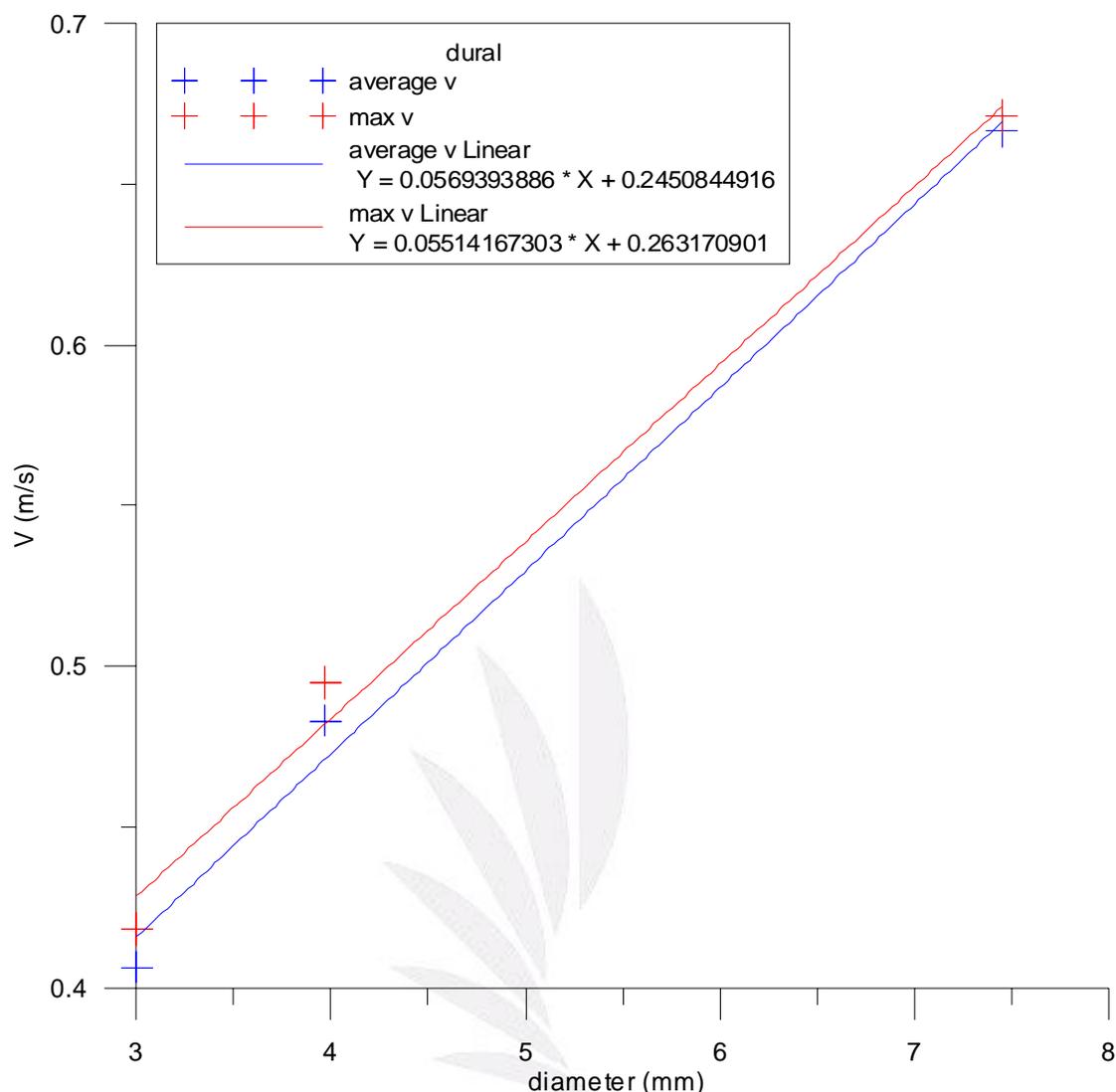
圖七. polyacetal 各式直徑與速度的關係。

由圖八我們清楚的感受到，這應該沒有線性的關係吧。但是這就讓我覺得很奇怪，為何一樣是用材質來分，前面的 polyacetal 有著漂亮的線性關係，那這個 inox 為什麼就沒有？



圖八. inox 各式直徑與速度的關係。

圖九雖然只有三組數據，但仍然可看出其線性的關係。



圖九. dural 各式直徑與速度的關係。

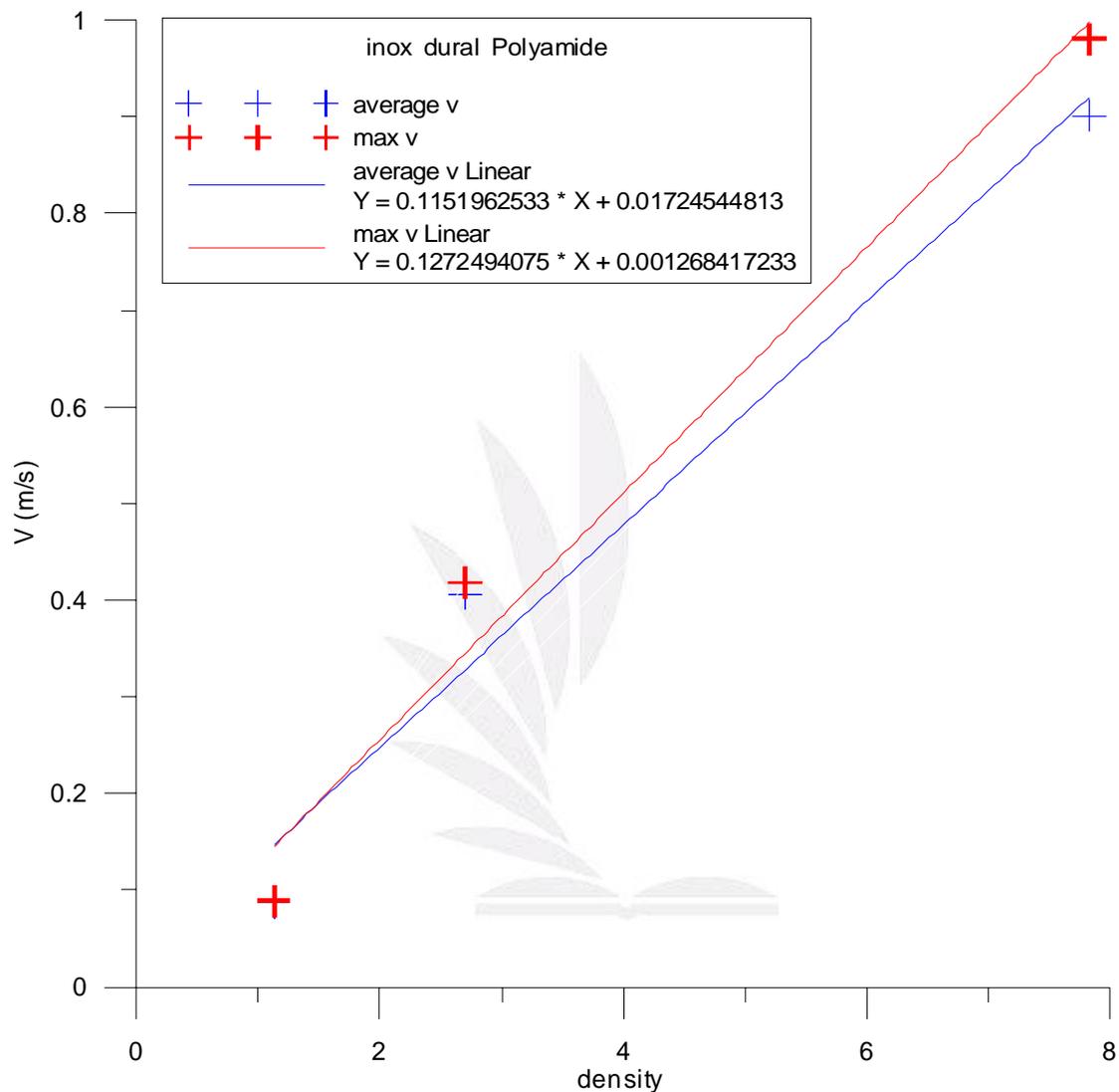
在圖七. 圖八. 圖九. 我們分別看了 polyacetal、inox、dural 這三種材質的直徑與速度的關係，其實另外有 polyamide 和 aluminum，但是這兩種材質都只有兩種尺寸，所以他們的尺寸與速度的關係就先略過不看了。

我們大致上可得到一個結論，在初速為零的水中落體試驗中，相同材質的球體其直徑越大降落速度就會越大。

但是問題來了，為何在 inox 中我們看不到這個現象呢？我覺得應該和終端速度有關，因為終端速度的出現，造成球體在大直徑時會有奇特的表現。但這也只是種推測，因為我們並沒有測量終端速度，所以詳細的也無法得知了。

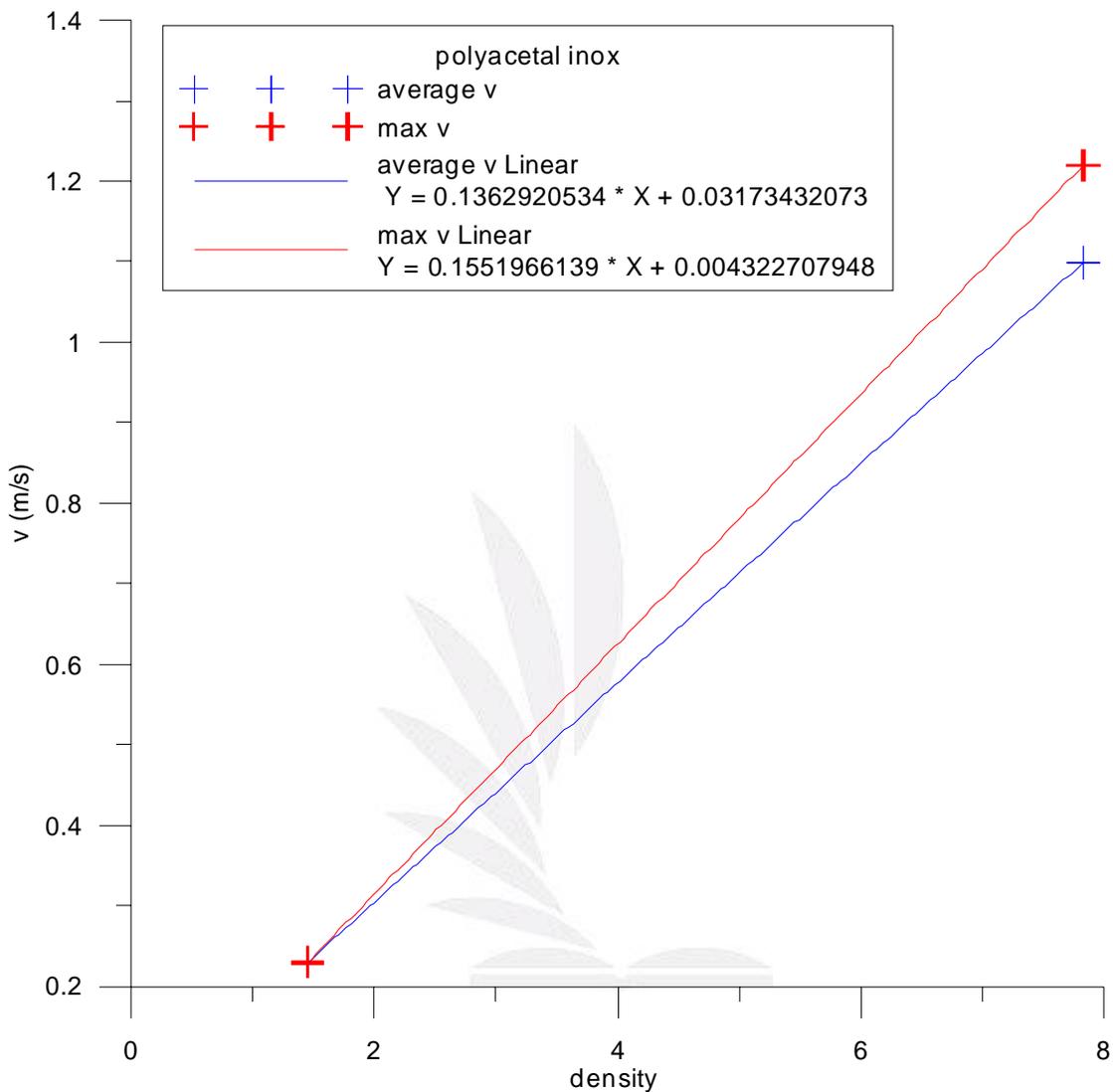
看過同材質不同尺寸的球的比較後，我們在想，那同尺寸不同材質又會有什麼樣的表現呢？

於是我們選了直徑都是 3 三種球，並用其密度與速度做了個比較圖，因為數據的分布讓人覺得頗不錯的，所以就試著畫出其線性方程式的線。



圖十. inox dural polyamide 直徑 3mm 的密度和速度的關係圖

我們改用直徑都是 5mm 的小球。表面上有 3 種材質，分別是 polyacetal inox aluminum，但是 aluminum 沒給密度資料，於是我們試著用 polyacetal 和 inox 得到的線性迴歸方程式，來求得 aluminum 的密度。



圖十一. polyacetal inox 直徑 5mm 的密度和速度的關係圖

透過平均速度的計算，得到 aluminum 的密度為 4.008306777。透過最大速度的計算，得到 aluminum 的密度為 3.784833015。

而我們透過網路查詢，得知氧化鋁 Al_2O_3 的密度約為 3.7 上下，這和我們算出來的數值是十分類似的。

七、問題討論

1. 為何速度要取「平均速度」和「最大速度」？

ANS：

其實本來是只取平均速度的，但絕的平均速度的數據被阻力影響太大了，於是在我想，那在都沒有初速的情況下，速度越大是不是代表著受到阻力的影響越小呢？所以我速度分成「平均速度」和「最大速度」來做分析。

2. 我有可能藉著這次的實驗找出終端速度嗎？

ANS：

不可能。因為這次我們只有測末端的速度，這對於分析終端速度是明顯的資料不足。但是，如果我們有做多段的速度量測，那麼，在用 inox 的大直徑球體時，應該就能看出終端速度的現象。

八、結論

就整體來看，不管是直徑還是密度都會影響到最後的落下速度。

直徑越大落下的速度越快，密度越大落下的速度也會越快，所以選體積越大密度越大的球體就會有越快的速度產生。

九、心得

水利三甲 吳伯翰

這實驗真是累人啊！光是整理這堆數據就花了我 5 天的時間，而構思這堆數據能看出什麼也耗了我多天的時間，真的是只有一個累字能形容啊。

平常做慣了有預報有方向的實驗，現在要做這種沒什麼頭緒的實驗還真的不是普通的麻煩。而在算數據時，腦袋中一直在想著是為什麼當初沒測那些數據呢為什麼當初不略過那些數據呢。如果當初在一開始設計實驗時，能夠考慮更多更周全納後來的問題就能更少了把。

到頭來我也只能用這堆數據稍微的看出一些小小的關係，但是光是能求出 aluminum 的密度這點，就讓我高興了很久，可見我的想法並沒錯吧。

2006/12/10 吳伯翰



九、心得

水利三甲 戴憲勝

這個實驗雖然看似簡單，可是做起來卻相當擾人，因為球落下的過程，好像都不是垂直落下，有時會貼壁落下，不然就撞一下管壁彈跳一下，量測起來相當不順利，有時角度抓不對，還會受到儀器裡的日光燈影響，落下時根本看不到球體。為了彌補前面那些問題，我們不對重複實驗，來追求盡量相近的數據。

2006/12/5 戴憲勝

九、心得

水利三甲 林祐陞

這個實驗跟以往不一樣，這次控制的不是液體本身，而是各種材質各種直徑的球，藉由不一樣的球來觀察液體對不同物質的黏滯性，實驗當中很刺激，有些球落的很快，在考驗我們的反應力，有些球則是太輕受到黏滯性影響而浮載水面上，做到最後面直徑越來越小，連從盒子裡面取出來就有點挑戰性，如過掉到地上就找不回來了，所以助教在一開始就提醒我們要小心不要讓球不見了，最後在膽顫心驚之下完成所有落球試驗。

2006/12/5 林祐陞



參考文獻

1. 許少華，2006，流體力學試驗手冊。
2. 黃丕陵 林利國，1992，水利工程實驗及應用。

