

中華民國第四十七屆中小學科學展覽會
作品說明書

國中組 理化科

第三名

最佳團隊合作獎

031609

與水共舞

學校名稱：臺南市立崇明國民中學

作者： 國二 陳語潔 國二 王亭懿 國一 陳俞涵 國一 張容甄	指導老師： 張正國 程旭煬
---	---------------------

關鍵詞：壓力 密度 力

與水共舞

摘要：

在理化課程提到「水的壓力與液體深度及液體密度有關，與容器形狀無關」；但課本中所提及的橡皮薄膜水壓觀測器，在實驗操作過程中，只能觀察到水愈深，薄膜凹陷程度愈大；但薄膜凹陷變化量能代表多大的水壓值並無法得知；因此我們嘗試利用方便取得的器材如針筒、壓克力板、彈簧秤等，設計出新型水壓測量實驗裝置，藉由觀測彈簧伸長量，進而換算出液體壓力的準確數值；並且此實驗裝置也可在不同形狀容器中觀測同一位置的上、下、側壓力值，達到準確驗證、操作方便的目標。

壹、研究動機：

在理化課程中提及「水的壓力與液體深度及液體密度有關，與容器形狀無關」；但我們在實驗課操作時，經由「橡皮膜水壓觀測器」只能觀察到水深愈深、薄膜凹陷程度愈大；但薄膜凹陷變化量能代表多大的水壓值呢？在不同形狀容器中同一點的上、下、側壓力也相同嗎？而水的壓力大小真的與容器無關嗎？這些疑惑促使我們想更深入去研究；最後經由我們四位臭皮匠的討論後，決定自己設計實驗裝置，期望能做出一組能準確驗證且操作方便的水壓觀測器！

貳、研究目的：

- 一、設計製作觀測「水壓力」的實驗裝置。
 - 二、第二代改良水壓力實驗裝置，並測試儀器效能。
 - 三、第三代改良水壓力實驗裝置，並測試儀器效能。
- (附錄一)、設計簡單實驗，探討影響液體壓力大小的變因。
(附錄二)、設計簡單實驗，探討靜止液體其上、下、側壓力關係。

參、研究設備及器材：

(依次標示100mL、5mL)玻璃注射針筒、蒸餾水、壓克力水槽三座、250g彈簧秤、(粗、細)砂紙、砝碼、各式潤滑劑、眼鏡擦拭布、壓克力圓管、手搖鑽、瓶蓋、長鐵棒、含圓環的螺絲釘、砂輪機、尖嘴鉗、橡皮軟管、尺、三秒膠、美工刀、剪刀、電腦、數位照相機。

肆、研究步驟與結果：

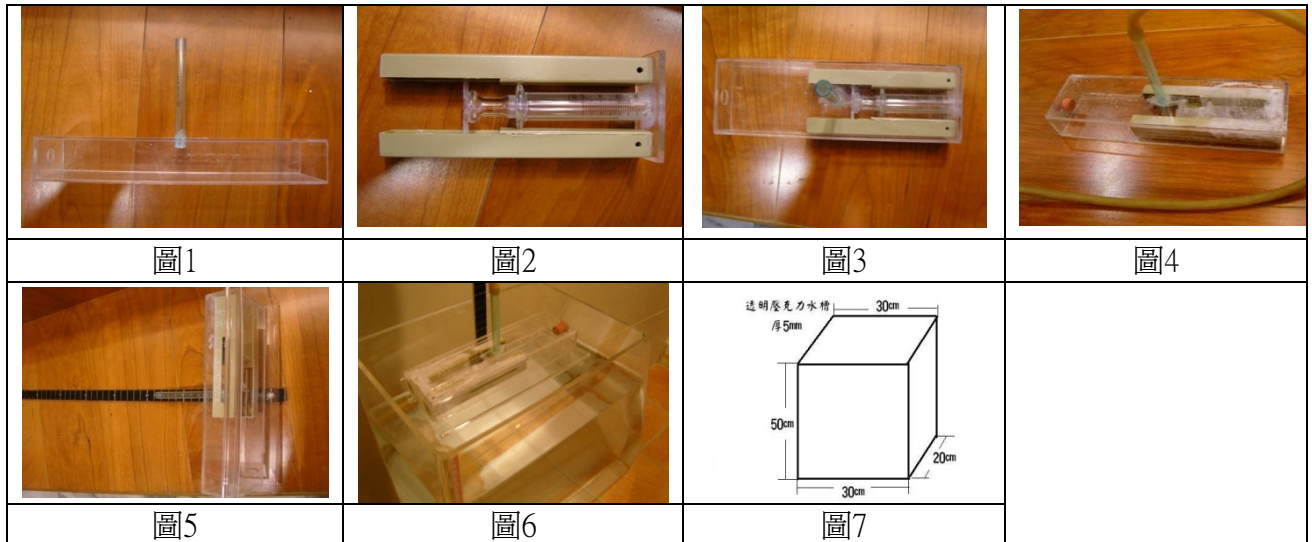
(研究一)：設計製作觀測「水壓力」的實驗裝置

一、原理

- (一)依據虎克定律(彈簧伸長量與所受外力成正比)，所以當注射針筒內活塞受水壓力移動，會推動彈簧，就可由伸長量得知受力大小。
- (二)依據壓力的定義(單位面積上所受的垂直外力大小)，當注射筒截面積大小相同時，若二組不同實驗，注射筒內活塞的壓縮量相同情形下；在相同的彈簧測量下，表示二者在液面下所受的壓力相等。

二、實驗步驟

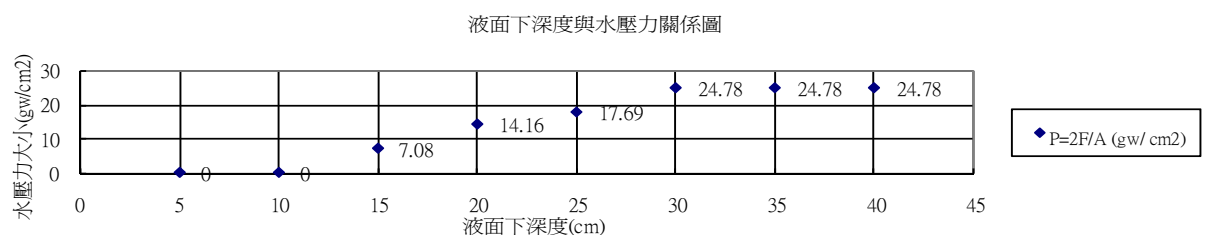
- (一) 如下(圖1)，製作厚2mm、(長20.4cm×寬6cm×高3.4cm)壓克力水壓觀測器，內側如(圖2)並加裝2根彈簧【Jin Yuan牌--彈性係數 $K=250/6.25=40.00$ gw/cm；彈性限度250gw】，及5mL玻璃針筒(前端針頭已切除)，裝製完成圖如(圖4)。
- (二) 上端接橡皮管，並於尾端以橡皮塞封住孔洞，保持觀測器內壓與大氣壓力一樣。
- (三) 將裝置放置於固定架上，如(圖5)所示；並放入(圖7)長方型水槽中，觀測不同深度的彈簧讀數，液面下每隔5公分紀錄一次彈簧伸長量如(圖6、7)。
- (四) 每次測量後即取出檢視是否能回復至起始點，並確保每次實驗皆在彈性限度內。



三、實驗結果：

控制變因：相同容器形狀及同一水位高度(已考慮放入觀測器後所造成水位的上升)；
 探討不同液面下深度對壓力的影響，所得結果如下【表1】

容器	液體密度 $d(\text{g}/\text{cm}^3)$	液面下 深度 $h(\text{cm})$	彈性係數 $K(\text{gw}/\text{cm})$	單彈簧伸長 量 $\Delta x(\text{cm})$	$F=K\Delta x$ (gw)	雙彈簧合力 $2F(\text{gw})$	玻璃針筒內活塞 截面積 $A(\text{cm}^2)$	$P=2F/A$ (gw/cm^2)
長 方 型 水 槽	1.0	5.0	40.00	0.00	0.00	0.0	1.13	0.0
	1.0	10.0	40.00	0.00	0.00	0.0	1.13	0.0
	1.0	15.0	40.00	0.10	4.00	8.00	1.13	7.08
	1.0	20.0	40.00	0.20	8.00	16.00	1.13	14.16
	1.0	25.0	40.00	0.25	10.00	20.00	1.13	17.69
	1.0	30.0	40.00	0.35	14.00	28.00	1.13	24.78
	1.0	35.0	40.00	0.35(滲水)	14.00	28.00	1.13	24.78(不採計)
	1.0	40.0	40.00	0.35(滲水)	14.00	28.00	1.13	24.78(不採計)



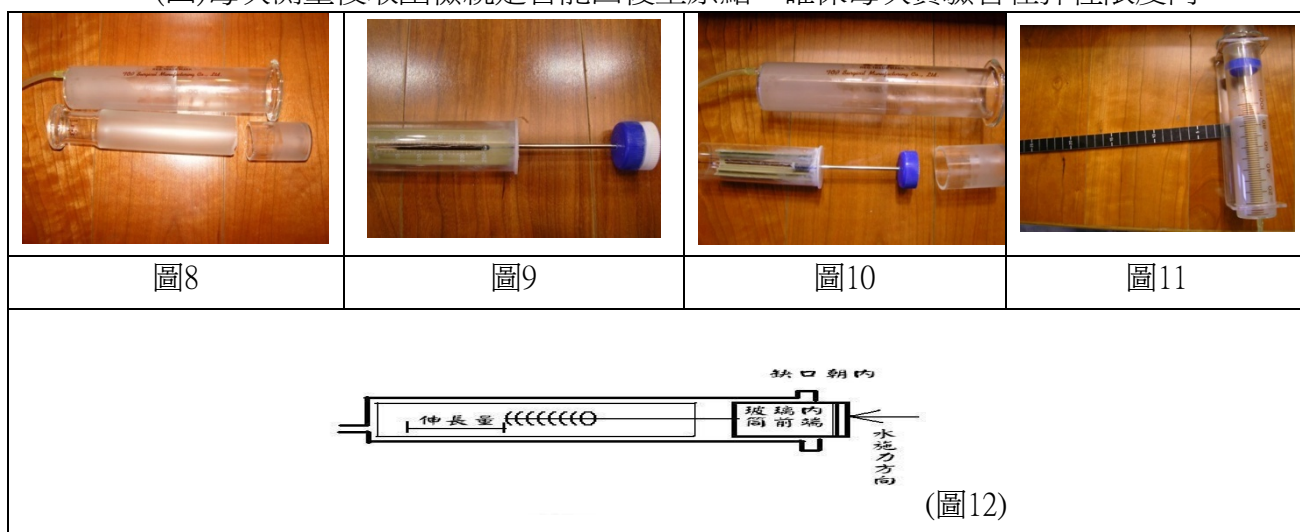
四、研究分析與討論：

- (一)本實驗設計主要是利用水壓產生的力量使玻璃針筒內活塞移動，進而帶動兩邊彈簧跟著拉長，依據虎克定律可由伸長量換算出玻璃針筒內活塞所受的總力；再除以活塞截面積 A，即可求得液面下某一位置所受的壓力大小。
- (二)由於雙彈簧的設計是考量在測較深水壓力時，避免水壓力過大超過彈性限度而無法測量，但卻造成整個反應裝置靈敏度不足，液面下 10 公分以內測不到數值；而且這組水壓觀測裝置黏牢後，要拆掉維修並不容易，所以只能拆掉重做。
- (三)但最終實驗結果是失敗的，因為壓克力用黏接方式易造成滲水現象，造成在測量較深處的壓力值並無法採計；所以得重新改良這組實驗裝置。

(研究二)：第二代改良水壓力實驗裝置，並測試儀器效能

一、實驗步驟

- (一) 如下(圖8)，以砂輪機切割(或送水刀切割工廠切割)截取100mL玻璃針筒內活塞前端5公分，並在針筒內側如(圖9)加裝1根改良彈簧裝置【Jin Yuan牌--彈性係數 $K=250/6.25=40.00$ gw/cm；彈性限度250gw】，設計原理如(圖12)所示。
- (二)於玻璃針筒前端接上橡皮管，並於尾端以切割後的注射針玻璃活塞前端倒置套入改良彈簧裝置，封住玻璃針筒，保持水壓觀測器內壓與外界大氣壓力一致。
- (三)將裝置放置於固定架上，如(圖11)所示；並放入(上圖7)長方型水槽中，觀測不同深度的彈簧讀數，液面下每隔5公分紀錄一次彈簧伸長量。
- (四)每次測量後取出檢視是否能回復至原點，確保每次實驗皆在彈性限度內。



二、實驗結果：相同容器形狀及同一水位高度，不同液面下深度對壓力的影響

【表2】 容器	液體密度 $d(\text{g}/\text{cm}^3)$	液面下 深度 $h(\text{cm})$	彈性係數 K gw/cm	彈簧伸長量 Δx (cm)	$F=K\Delta x$ (gw)	玻璃針內筒截 面積 $A(\text{cm}^2)$	$P=F/A$ (gw/ cm^2)
長 方 型 水 槽 	1.0	5.0	40.00	0.00	0.00	9.07	0.0
	1.0	10.0	40.00	0.00	0.00	9.07	0.0
	1.0	15.0	40.00	0.00	0.00	9.07	0.0
	1.0	20.0	40.00	0.00	0.00	9.07	0.0
	1.0	25.0	40.00	0.20	8.00	9.07	0.88
	1.0	30.0	40.00	0.20	8.00	9.07	0.88
	1.0	35.0	40.00	0.20	8.00	9.07	0.88
	1.0	40.0	40.00	0.20	8.00	9.07	0.88

三、研究分析與討論：

(一)本實驗設計主要是利用水壓產生的力量使玻璃針筒內活塞移動，就如同磅秤放上重物，彈簧就往下跟著拉長一樣；再依據虎克定律由伸長量換算出玻璃針筒內活塞所受的總力，再除以玻璃活塞截面積 A，即可求得液面下某一位置所受的壓力大小。

(二)照原先的預測採用單一彈簧且截面積較大的針筒應該可更靈敏反應出受力的大小，但由上表數據顯示，玻璃活塞根本沒動，比第一代裝置更糟糕!不只液面下 10 公分以內測不到數值，即使快接近水槽底部仍只有移動一些些，真是萬念俱灰；不過天生樂觀的我們瞧見到這創意水壓觀測器的優點是---只要不摔碎，都有機會能拆掉重組。

(三)後來我們研究發現，原來倒置的玻璃內活塞雖然可造成密閉空間，但會造成摩擦力過大，所以我們決定加各式潤滑劑，觀測還沒有下水前，第二代的水壓觀測器能否克服摩擦力的問題。

(四)測試各種潤滑劑對降低玻璃內管摩擦力的影響

步驟 1:在玻璃針筒內外均勻塗上潤滑劑(乳液採用 1mL 配成 10mL 水溶液)

步驟 2:在上端放置 50 公克的砝碼測量彈簧的伸長量，如下圖所示

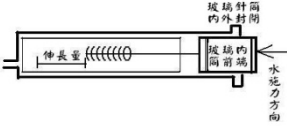




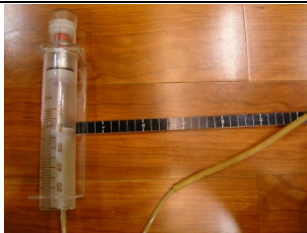
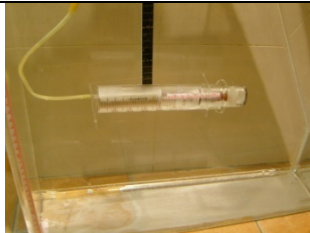
潤滑劑	洗手乳	棉羊油	針車油	潤髮乳	凡士林	
伸長量						
放置 50gw 砝碼後彈簧伸長量	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	

(五)經由實驗結果可知完全失敗，簡直是完全卡住，得用旋轉方式才能往下產生伸長量。所以又得重新改良該實驗裝置，不過我們直覺認為只要克服摩擦力，這組裝置應該可獲得不錯的實驗效能。

(研究三)：第三代改良水壓力實驗裝置，並測試儀器效能

一、第三代改良裝置：

如下(圖14)，以砂輪機切割(或送水刀切割工廠切割)截取兩支100mL玻璃針內筒前端5公分、2公分並以底片盒蓋子黏接牢固(圖15)，針筒內側如(圖16加裝1根改良彈簧裝置【Jin Yuan牌--彈性係數 $K=250/6.25=40.00$ gw/cm；彈性限度250gw】，並於壓克力隔板上鑽洞加速玻璃針筒內氣體的宣洩，設計原理如 (圖13)所示。

			
圖13	圖14	圖15	圖16
			
圖17	圖18	圖19	

二、未浸水前之前置步驟：

(一)摩擦力過大，除了玻璃管反向放置所造成結構上的阻力外，其實也與玻璃間的接觸面狀況有關，所以我們決定再加各式潤滑劑，觀測還沒有下水前，第三代水壓觀測器能否運作更順暢。

(二)測試各種潤滑劑對降低玻璃內管摩擦力的影響

步驟 1:在玻璃針筒內外均勻塗上各種潤滑劑(乳液皆採 1mL 配成 10mL 水溶液)

步驟 2:在上端放置 50 公克的砝碼測量彈簧的伸長量，如下圖所示

加潤滑劑後實驗結果如下：

潤滑劑	洗手乳	棉羊油	針車油	潤髮乳	凡士林	不使用
伸長量						
放置 50gw 砝碼後彈簧伸長量(cm)	1.15	1.05	1.10	1.20	1.20	1.20
放置 100gw 砝碼後彈簧伸長量(cm)	2.40	2.25	2.30	2.45	2.45	2.45
放置 200gw 砝碼後彈簧伸長量(cm)	4.80	4.85	4.80	4.95	4.95	4.95

(三)經由實驗結果可知添加潤髮乳、凡士林、甚至只要用眼鏡布擦乾淨(不可用衛生紙，因為會產生碎屑)都可有不錯的效果；我們這組討論後決定塗上凡士林，因為於兩玻璃器皿的縫隙間塗上凡士林，則玻璃就不會互相咬死以致卡住。最常見的地方就是滴定管中的玻璃活栓上都要塗上薄薄的一層凡士林，以增加扭轉時的潤滑度並有封住縫隙的功能。且凡士林為礦物蠟，具有十分良好的防水性，所以可以阻隔水分對防止裝置滲水有良好的效果!

三、第三代水壓觀測器之浸水實驗步驟：

(一)於玻璃針筒前端接上橡皮管，放入改良彈簧裝製後，於尾端以注射針玻璃內活塞封住玻璃針筒，保持水壓觀測器內氣體壓力與外界一致。

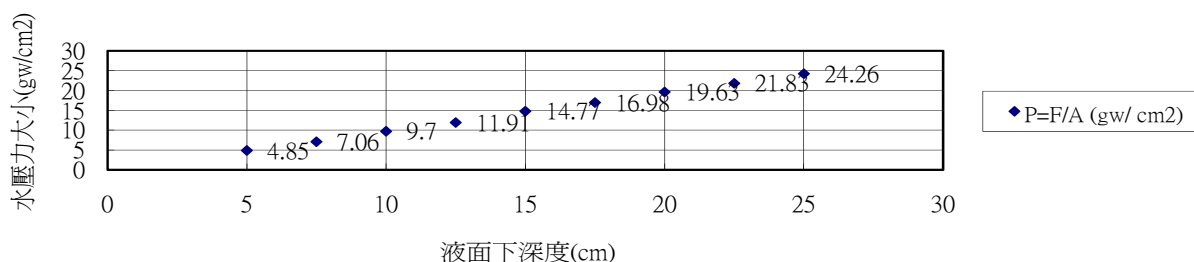
(二)將裝置放置於固定架上，如(上圖18)所示；並放入(上圖7)長方型水槽中，觀測不同深度的彈簧讀數，液面下每隔5公分紀錄一次彈簧伸長量，如(上圖19)。

(三)每次測量後即取出檢視能否回復至起始點，並確保每次實驗皆在彈性限度內。

四、實驗結果：相同容器形狀及同一水位高度，不同液面下深度對壓力的影響

【表2】 容器	液體密度 $d(g/cm^3)$	液面下 深度 $h(cm)$	彈性係數 K gw/cm	彈簧伸長量 $\Delta x (cm)$	$F=K\Delta x$ (gw)	玻璃針內筒截 面積 $A(cm^2)$	$P=F/A$ (gw/cm^2)
長 方 型 水 槽 	1.0	5.00	40.00	1.10	44.00	9.07	4.85
	1.0	7.50	40.00	1.60	64.00	9.07	7.06
	1.0	10.0	40.00	2.20	88.00	9.07	9.70
	1.0	12.50	40.00	2.70	108.00	9.07	11.91
	1.0	15.00	40.00	3.35	134.00	9.07	14.77
	1.0	17.50	40.00	3.85	154.00	9.07	16.98
	1.0	20.00	40.00	4.45	178.00	9.07	19.63
	1.0	22.50	40.00	4.95	198.00	9.07	21.83
	1.0	25.00	40.00	5.50	220.00	9.07	24.26

液面下深度與水壓力關係圖



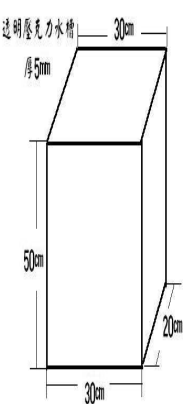
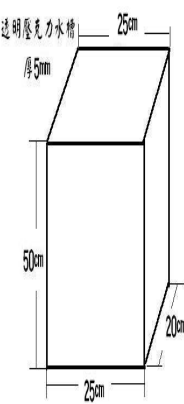
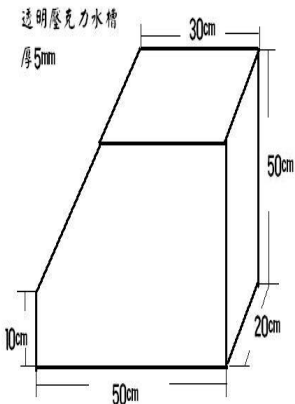
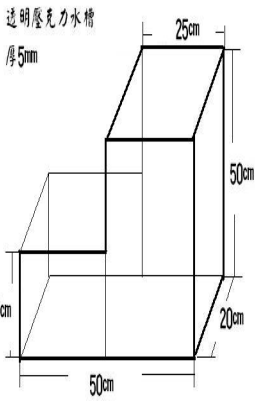
五、研究分析與討論：

- (一)本實驗設計主要是利用水壓產生的力量，使注射針筒內玻璃活塞往內移動，就如同磅秤放上重物，彈簧就往下跟著拉長一樣；再依據虎克定律由伸長量換算出玻璃針筒內管所受的總力，再除以內玻璃活塞截面積 A ，即可求得液面下某一位置所受的壓力大小。
- (二)在第二代水壓觀測器所遭遇的問題是針筒的玻璃活塞摩擦力過大，結果無意間把玻璃活塞正向放置，竟發現彈簧可順暢地來回移動，讓大家的心喜若狂；不過開口朝外，那受力面積要算哪一面呢？是否要扣除玻璃活塞截面積，還是要用砂紙磨平缺口再黏上一個與活塞截面積一樣的圓形壓克力片？
- (三)最後克服的方法是用兩個底片盒的蓋子反向黏牢，藉以固定兩個半截玻璃活塞，即克服這個難題，可參照上圖 14、15。如此兩個面的截面積就都是 9.07cm^2
- (四)經由上述實驗也測得活塞與針筒內壁的摩擦力大小；在考慮摩擦力後，並於實驗結果扣除摩擦力的影響，如此也較能正確反映實驗的真實結果。
- 有了這組改良的水壓觀測器，接著就可進一步去探討影響水壓力的因素有哪些！

(附錄一)：設計簡單實驗，探討影響液體壓力大小的變因

一、研究設備器材：

壓克力水槽四組(容器厚5mm)、第三代水壓觀測器、改良彈簧裝置【Jin Yuan牌--彈性係數 $K=250/6.25=40.00\text{ gw/cm}$ ；彈性限度 250gw 】

			
<p>壓克力水槽甲 底面積$30 \times 20\text{cm}^2$</p>	<p>壓克力水槽乙 底面積$25 \times 20\text{cm}^2$</p>	<p>壓克力水槽丙 底面積$50 \times 20\text{cm}^2$</p>	<p>壓克力水槽丁 底面積$50 \times 20\text{cm}^2$</p>

二、各項實驗結果與討論：

實驗(一)探討液面下深度，對液體壓力的影響

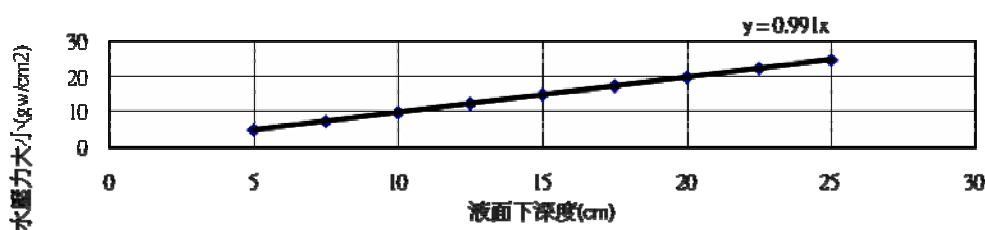
控制變因：液體密度、容器底面積、同一改良水壓觀測器(彈簧秤相同)、

注射筒內活塞截面積 $A=9.07\text{cm}^2$

【表1】實驗數據(彈簧伸長量已扣除玻璃間塗加凡士林所造成的摩擦阻力影響值)

容器	液體密度 $d(\text{g}/\text{cm}^3)$	液面下 深度 $h(\text{cm})$	彈性係數 K gw/cm	彈簧伸長量 $\Delta x(\text{cm})$ 3次平均值	$F=K\Delta x$ (gw)	玻璃針內筒截 面積 $A(\text{cm}^2)$	$P=F/A$ (gw/cm^2)
壓克力 水槽甲	1.0	5.00	40.00	1.12	44.80	9.07	4.94
	1.0	7.50	40.00	1.67	66.80	9.07	7.36
	1.0	10.00	40.00	2.23	89.20	9.07	9.83
	1.0	12.50	40.00	2.81	112.40	9.07	12.39
	1.0	15.00	40.00	3.38	135.20	9.07	14.91
	1.0	17.50	40.00	3.94	157.60	9.07	17.38
	1.0	20.00	40.00	4.50	180.00	9.07	19.85
	1.0	22.50	40.00	5.07	202.80	9.07	22.36
	1.0	25.00	40.00	5.60	224.00	9.07	24.70

液面下深度與水壓力關係圖



結果：液體壓力大小與距離液面深度成正比

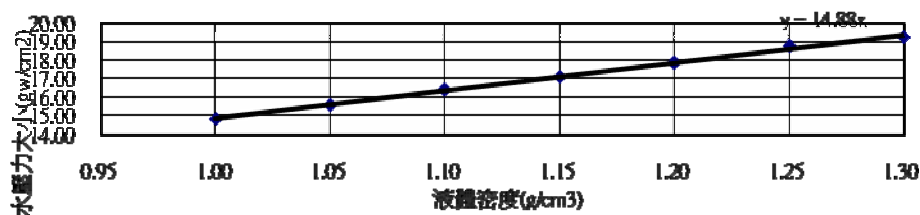
實驗(二)探討不同液體密度，對液體壓力的影響

控制變因：液面下深度(15cm)、容器底面積、同一改良水壓觀測器(彈簧秤相同)、
注射筒內活塞截面積 $A=9.07\text{cm}^2$

【表2】實驗數據(彈簧伸長量已扣除玻璃間塗加凡士林所造成的摩擦阻力影響值)

容器	液體密度 $d(\text{g}/\text{cm}^3)$	液面下 深度 $h(\text{cm})$	彈性係數 K gw/cm	彈簧伸長量 $\Delta x(\text{cm})$ 3次平均值	$F=K\Delta x$ (gw)	玻璃針內筒截 面積 $A(\text{cm}^2)$	$P=F/A$ (gw/cm^2)
壓克力 水槽甲	1.00	15.00	40.00	3.37	134.80	9.07	14.86
	1.05	15.00	40.00	3.53	141.20	9.07	15.57
	1.10	15.00	40.00	3.65	146.00	9.07	16.10
	1.15	15.00	40.00	3.88	155.20	9.07	17.11
	1.20	15.00	40.00	4.02	160.80	9.07	17.73
	1.25	15.00	40.00	4.25	170.00	9.07	18.74
	1.30	15.00	40.00	4.37	174.80	9.07	19.27

液體密度與水壓力關係圖



結果：液體密度與液體壓力大小成正比。

實驗(三)探討不同容器形狀，對液體壓力的影響

控制變因：液面下深度、液體密度、同一改良水壓觀測器(彈簧秤相同)、
注射筒內活塞截面積 $A=9.07\text{cm}^2$

【表3】實驗數據(彈簧伸長量已扣除玻璃間塗加凡士林所造成的摩擦阻力影響值)

壓克力水槽	液體密度 $d(\text{g}/\text{cm}^3)$	液面下 深度 $h(\text{cm})$	彈性係數 $K \text{ gw}/\text{cm}$	彈簧伸長量 $\Delta x (\text{cm})$ 5次平均值	$F=K\Delta x$ (gw)	玻璃針內筒截 面積 $A(\text{cm}^2)$	$P=F/A$ (gw/cm^2)
甲	1.0	15.00	40.00	3.43	137.20	9.07	15.13
乙	1.0	15.00	40.00	3.38	135.20	9.07	14.91
丙	1.0	15.00	40.00	3.44	137.60	9.07	15.17
丁	1.0	15.00	40.00	3.32	132.80	9.07	14.64

實驗結果：容器形狀與液面下同一位置的壓力大小並無明顯相關性

實驗(四)探討不同容器底面積，對液體壓力的影響

控制變因：容器形狀、液體高度、液體密度、同一水壓觀測器(彈簧秤相同)
、注射筒內活塞截面積 $A=9.07\text{cm}^2$

【表4】實驗數據(彈簧伸長量已扣除玻璃間塗加凡士林所造成的摩擦阻力影響值)

壓克力水槽	容器底面 積 (cm^2)	液體密度 $d(\text{g}/\text{cm}^3)$	液面下 深度 $h(\text{cm})$	彈性係數 $K \text{ gw}/\text{cm}$	彈簧伸長量 $\Delta x (\text{cm})$ 5次平均值	$F=K\Delta x$ (gw)	玻璃針內筒截 面積 $A(\text{cm}^2)$	$P=F/A$ (gw/cm^2)
甲	600	1.0	15.00	40.00	3.42	136.80	9.07	15.08
乙	500	1.0	15.00	40.00	3.39	135.60	9.07	14.95

結果：底面積大小與液面下同一位置的壓力大小並無明顯相關性

(五)數據歸納：

由實驗(一)數據推導出 R平均值

容 器	液體密度 $d(\text{g}/\text{cm}^3)$	液面下 深度 $h(\text{cm})$	彈性係數 $K \text{ gw}/\text{cm}$	彈簧伸長量 $\Delta x (\text{cm})$ 3次平均值	$F=K\Delta x$ (gw)	玻璃針內 筒截面積 $A(\text{cm}^2)$	$P=F/A$ (gw/cm^2)	$R=P/hd$	R平均值
壓 克 力 水 槽 甲	1.0	5.00	40.00	1.12	44.80	9.07	4.94	0.99	0.988
	1.0	7.50	40.00	1.67	66.80	9.07	7.36	0.98	
	1.0	10.00	40.00	2.23	89.20	9.07	9.83	0.98	
	1.0	12.50	40.00	2.81	112.40	9.07	12.39	0.99	
	1.0	15.00	40.00	3.38	135.20	9.07	14.91	0.99	
	1.0	17.50	40.00	3.94	157.60	9.07	17.38	0.99	
	1.0	20.00	40.00	4.50	180.00	9.07	19.85	0.99	
	1.0	22.50	40.00	5.07	202.80	9.07	22.36	0.99	
1.0	25.00	40.00	5.60	224.00	9.07	24.70	0.99		

由實驗(二)數據推導出 R平均值

容器	液體密度 d(g/cm ³)	液面下 深度h(cm)	彈性係數K gw/cm	彈簧伸長量 Δx (cm) 3次平均值	F=KΔx (gw)	玻璃針內筒 截面積 A(cm ²)	P=F/A (gw/cm ²)	R=P/hd	R平均值
壓克力 水槽甲	1.00	15.00	40.00	3.37	134.80	9.07	14.86	0.99	0.986
	1.05	15.00	40.00	3.53	141.20	9.07	15.57	0.99	
	1.10	15.00	40.00	3.65	146.00	9.07	16.10	0.98	
	1.15	15.00	40.00	3.88	155.20	9.07	17.11	0.99	
	1.20	15.00	40.00	4.02	160.80	9.07	17.73	0.98	
	1.25	15.00	40.00	4.25	170.00	9.07	18.74	0.99	
	1.30	15.00	40.00	4.37	174.80	9.07	19.27	0.98	

由實驗(三)數據推導出 R平均值

壓克力 水槽	液體密度 d(g/cm ³)	液面下 深度 h(cm)	彈性係數K gw/cm	彈簧伸長量 Δx (cm) 5次平均值	F=KΔx (gw)	玻璃針內 筒截面積 A(cm ²)	P=F/A (gw/ cm ²)	R=P/hd	R平均值
甲	1.0	15.00	40.00	3.43	137.20	9.07	15.13	1.01	0.997
乙	1.0	15.00	40.00	3.38	135.20	9.07	14.91	0.99	
丙	1.0	15.00	40.00	3.44	137.60	9.07	15.17	1.01	
丁	1.0	15.00	40.00	3.32	132.80	9.07	14.64	0.98	

由實驗(四)數據推導出R平均值

壓克力 水槽	容器底 面積 (cm ²)	液體密 度d (g/cm ³)	液面下 深度 h(cm)	彈性係數K gw/cm	單一彈簧 伸長量(cm) 5次平均值	F=KΔx (gw)	玻璃針內 筒截面積 A(cm ²)	P=F/A (gw/cm ²)	R= P/hd	R平均 值
甲	600	1.0	15.00	40.00	3.42	136.80	9.07	15.08	1.01	1.005
乙	500	1.0	15.00	40.00	3.39	135.60	9.07	14.95	1.00	

(六)討論:

影響液體壓力的變因可能為容器形狀、底面積大小、液面下深度及液體密度。

經由實驗結果推論如下:

實驗設計	實驗結果	結論	檢視各實驗 R=P/hd平均值
實驗(一)	液體壓力大小與距離液面深度成正比 $P \propto h$	綜合實驗(一)~(四) 可推導出 液體所受的壓力大小 正比於 液面下深度與 液體密度的乘積 $P \propto hd$ 即 $P=Rhd$	0.997 \approx 1
實驗(二)	液體密度與液體壓力大小成正比 $P \propto d$		1.005 \approx 1
實驗(三)	容器形狀與液壓大小並無明顯相關性		0.988 \approx 1
實驗(四)	底面積大小與液壓大小並無明顯相關性		0.986 \approx 1

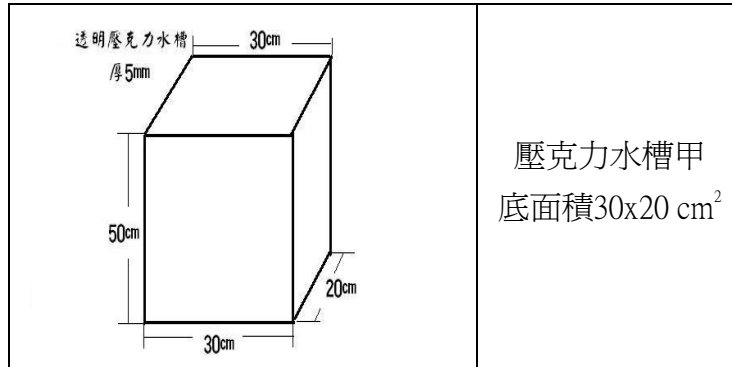
所以綜合上述討論可知液面下某一點的液體壓力為【 $P=hd$ 】

(附錄二)：設計簡單實驗，探討靜止液體其上、下、側壓力關係

一、研究設備器材：

壓克力水槽 (容器厚5mm)、第三代水壓觀測器、

改良彈簧裝置【Jin Yuan牌--彈性係數 $K = 250/6.25 = 40.00 \text{ gw/cm}$ ；彈性限度250gw】



二、實驗步驟:

<p>透明壓克力水槽 厚5mm 測量上壓力 (操作示意圖)</p> <p>液面原點 (記下彈簧起始刻度) 往下移動每2.5cm 記下伸長量 30cm 50cm 20cm</p>	<p>步驟一: 測上壓力 液面下5cm記下彈簧起 始點,每下移2.5公分記 下彈簧伸長變化量 (調整活塞重量使其小 於浮力;可使活塞上浮 以方便原始刻度校正)</p>	<p style="text-align: center;">↑ $B_{大}$ [活塞] ↓ $W_{小}$</p>
<p>透明壓克力水槽 厚5mm 測量下壓力 (操作示意圖)</p> <p>液面原點(記下彈簧起始刻度) 往下移動每2.5公分記下伸長量 30cm 50cm 20cm</p>	<p>步驟二: 測下壓力 液面下5cm記下彈簧起 始點,每下移2.5公分記 下彈簧伸長變化量 (調整活塞重量使其大 於浮力;可使活塞下沉 以方便原始刻度校正)</p>	<p style="text-align: center;">↑ $B_{小}$ [活塞] ↓ $W_{大}$</p>
<p>透明壓克力水槽 厚5mm 測量左側壓力 (操作示意圖)</p> <p>液面原點(記下彈簧起始刻度) 往下移動每2.5公分記下伸長量 30cm 50cm 20cm</p>	<p>步驟三: 測左壓力 液面下5cm記下彈簧起 始點,每下移2.5公分記 下彈簧伸長變化量</p>	

透明壓克力水槽
厚5mm
測量右側壓力
(操作示意圖)

步驟四:
測右壓力

液面下5cm記下彈簧起
始點, 每下移2.5公分記
下彈簧伸長變化量

三、實驗結果：

【表一】	液體密度 $d(\text{g}/\text{cm}^3)$	液面下 深度 $h(\text{cm})$	彈性係數 K gw/cm	彈簧伸長量 $\Delta x(\text{cm})$ 3次平均值	$F=K\Delta x$ (gw)	玻璃針內筒截 面積 $A(\text{cm}^2)$	$P=F/A$ (gw/cm^2)
	1.0	5.00	記下水壓觀測器各方位的彈簧起點位置				
上壓力	1.0	7.50	40.00	1.63	65.20	9.07	7.19
下壓力	1.0	7.50	40.00	1.65	66.00	9.07	7.28
左側壓力	1.0	7.50	40.00	1.66	66.40	9.07	7.32
右側壓力	1.0	7.50	40.00	1.69	67.60	9.07	7.45
上壓力	1.0	10.00	40.00	2.19	87.60	9.07	9.66
下壓力	1.0	10.00	40.00	2.21	88.40	9.07	9.75
左側壓力	1.0	10.00	40.00	2.23	89.20	9.07	9.83
右側壓力	1.0	10.00	40.00	2.24	89.60	9.07	9.88
上壓力	1.0	12.50	40.00	2.77	110.80	9.07	12.22
下壓力	1.0	12.50	40.00	2.80	112.00	9.07	12.35
左側壓力	1.0	12.50	40.00	2.82	112.80	9.07	12.44
右側壓力	1.0	12.50	40.00	2.80	112.00	9.07	12.35
上壓力	1.0	15.00	40.00	3.29	131.60	9.07	14.51
下壓力	1.0	15.00	40.00	3.30	132.00	9.07	14.55
左側壓力	1.0	15.00	40.00	3.35	134.00	9.07	14.77
右側壓力	1.0	15.00	40.00	3.37	134.80	9.07	14.86
上壓力	1.0	17.50	40.00	3.88	155.20	9.07	17.11
下壓力	1.0	17.50	40.00	3.90	156.00	9.07	17.20
左側壓力	1.0	17.50	40.00	3.94	157.60	9.07	17.38
右側壓力	1.0	17.50	40.00	3.92	156.80	9.07	17.29

四、討論：

- (一) 可證實同一高度時，左右側壓力等於下壓力，也等於上壓力；即靜止液體其四周的壓力值是一樣的。
- (二) 在測量上壓力時，因為注射筒內空腔造成浮力較大較難控制，會常往上飄移所以要先固定好裝置後，再放入水中；由實驗數據也可看出明顯數值偏小。
- (三) 在靜置的水液面下某一位置，由討論(一)已知其上、下、側壓力值是一樣的。但容器形狀是否會影響呢？於是我們決定再做一項小實驗，以驗證我們的想法是否正確！

1. 實驗步驟:

	<p>液面下5cm記 下彈簧起始 點，延著斜邊 每垂直下移 2.5公分，記下 彈簧伸長量的 變化</p>	
--	--	--

2. 實驗數據:

【表二】	液體密度 d(g/cm ³)	液面下 垂直深度 h(cm)	彈性係數K gw/cm	彈簧伸長量 Δx (cm) 3次平均值	$F=K\Delta x$ (gw)	玻璃針內筒截 面積A(cm ²)	$P=F/A$ (gw/cm ²)
	1.0	5.00	記下水壓觀測器各方位的彈簧起點位置				
右側壓力	1.0	7.50	40.00	1.67	66.80	9.07	7.36
右側壓力	1.0	10.00	40.00	2.19	87.60	9.07	9.66
右側壓力	1.0	12.50	40.00	2.76	110.40	9.07	12.17
右側壓力	1.0	15.00	40.00	3.31	132.40	9.07	14.60
右側壓力	1.0	17.50	40.00	3.89	155.60	9.07	17.16

3. 結果：在相同水溶液下，由數據可知斜邊所受的壓力大小與液面下的垂直深度成正比，與斜邊形狀無關；不會因為側邊變斜而增加壓力，可比對【表一】與【表二】同一垂直深度h的水壓力值就可以知道！

伍、實驗總結論：

- 一、本實驗設計主要是利用水壓產生的力量，使注射針筒內玻璃活塞往內移動，就如同磅秤放上重物，彈簧就往下跟著拉長一樣；再依據虎克定律由伸長量換算出玻璃針筒內管所受的總力，再除以內玻璃活塞截面積A，即可求得液面下某一位置所受的壓力大小。
- 二、由本實驗可以觀察出液體壓力與容器形狀、底面積大小無明顯關係；而是與液面下深度及液體密度有關係。
- 三、第三代水壓觀測器可準確、立即性觀測出水壓力的變化量，而且操作方便。
- 四、由(附錄二)可證實同一高度時，左右側壓力等於下壓力，也等於上壓力；即靜止液體其四周的壓力值是一樣的。
- 五、在實驗的過程中，經歷許多挫折與失敗，雙手也因不斷的碰觸水、三秒膠而變得粗糙不堪；但與水共舞的過程激發了我們的創意，不斷改良也讓我們朝目標更加接近；看著第三代水壓觀測器的誕生，而且達到預期的目標，心中的喜悅是不可言語！

陸、參考文獻：

- 一、國中自然與生活科技(第四冊第5章力與壓力)。南一版(民95)
- 二、國中自然與生活科技(第三冊)。南一版(民95)

【評語】 031609 與水共舞

1. 肇因於對課本中所述量測水壓儀器之質疑，以身邊現有材料，設計水壓量測計及各式水箱，驗證課本內容，並提出更深入對解釋，值得鼓勵。
2. 量測儀有改進，但誤差度尚大，應可更進一步改良。
3. 水壓在不可壓縮的液體中傳遞的機制尚未完全明瞭，同學應跳脫國中生僅能在國中教學程度中研究之限制，大膽學習更高等之物理觀念。