

Debye-sears effect Experiment 結報

B5組 0412107 陳麒升、0412001 陳勁宇

1.實驗動機與目的:

利用Debye-sears effect分別在不同介質(本實驗使用水、鹽水(5%)、酒精(95%))中的性質，以及於不同介質中的projection patterns of standing ultrasonic waves來計算介質中的聲音傳播速度。

2.實驗操作重點方式:

◆於實驗操作方面我們組別認為需要注意的有:

- (1) 注意線路品質、線路是否都能穩定收發訊號。
- (2) 注意架設超聲波波源之平台務必保持水平(可由水平儀驗證調整之)。
- (3) 注意待測溶液中盡量不要有小氣泡影響光路與聲音共振。
- (4) 雷射扣具與容器間須保持絕對乾燥。
- (5) 實驗時盡量不要動到放置實驗儀器之桌面，以防震動所造成之光斑判斷誤差。

3.實驗raw data:

(1)實驗一：

◆ H_2O :

溶液	Given Values		Measured Values			Calculated Values		理論聲速	誤差
	MHz	波長(nm)	N	s = 4.82m	x(cm)	波s(um)	c(m/s)	c(m/s)	err(%)
h ₂ o	3.2	650	1	4.82	1.4	447.5714	1432.229	1480	3.227799
	4.9	650	1	4.82	2	313.3	1535.17	1480	-3.7277
	5.4	650	2	4.82	4.6	272.4348	1471.148	1480	0.59812
	6.3	650	2	4.82	5.35	234.243	1475.731	1480	0.288457
	7.7	650	1	4.82	3.3	189.8788	1462.067	1480	1.211712
	8.4	650	1	4.82	3.5	179.0286	1503.84	1480	-1.61081
	9.4	650	1	4.82	4	156.65	1472.51	1480	0.506081
	10.4	650	1	4.82	4.5	139.2444	1448.142	1480	2.152553

◆ $NaCl(5\%)$:

溶液	Given Values		Measured Values			Calculated Values		理論聲速	誤差
	MHz	波長(nm)	N	s = 4.82m	x(cm)	波s(um)	c(m/s)	c(m/s)	err(%)
nacl 5%	3	650	2	4.82	2.4	522.1667	1566.5	1522	-2.92378
	4	650	3	4.82	4.8	391.625	1566.5	1522	-2.92378
	5.4	650	2	4.82	4.3	291.4419	1573.786	1522	-3.4025
	6.2	650	2	4.82	5	250.64	1553.968	1522	-2.10039
	7.4	650	1	4.82	3	208.8667	1545.613	1522	-1.55147

◆ $C_2H_5OH(95\%)$:

溶液	Given Values		Measured Values			Calculated Values		理論聲速	誤差
	MHz	波長(nm)	N	s = 4.82m	x(cm)	波長(um)	c(m/s)	c(m/s)	err(%)
c2h5oh	3.5	650	2	4.82	3.8	329.7895	1154.263	1144	-0.89713
	4.5	650	2	4.82	4.8	261.0833	1174.875	1144	-2.69886
	5.5	650	3	4.82	8.7	216.069	1188.379	1144	-3.87931
	6.5	650	2	4.82	6.9	181.6232	1180.551	1144	-3.19499
	7.5	650	1	4.82	4	156.65	1174.875	1144	-2.69886
	8.5	650	1	4.82	4.5	139.2444	1183.578	1144	-3.4596
	9.5	650	1	4.82	5.1	122.8627	1167.196	1144	-2.02763

(2)實驗二(add lens) :

◆ H_2O :

Measured Values										Calculated Values			f	理論聲速		誤差	n(水)	n(玻璃)
a1、a2(cm)	g1(cm)	g2(cm)	s(m)	x(cm)	N	波長(um)	c(m/s)	cm	MHz	c(m/s)								
4.8	0.048	0.4	0.004	4.82	4	0.04	8	283.935952	1590.041	17.3	0.173	5.6	1480	-7.43523	1.33	1.45		
4.8	0.048	0.4	0.004	4.82	3.2	0.032	8	227.148762	1431.037	17.3	0.173	6.3	1480	3.308297	1.33	1.45		
4.8	0.048	0.4	0.004	4.82	4.7	0.047	8	333.624744	1401.224	17.3	0.173	4.2	1480	5.322708	1.33	1.45		
4.8	0.048	0.4	0.004	4.82	4.2	0.042	4	596.265499	1431.037	17.3	0.173	2.4	1480	3.308297				

◆ $NaCl(5\%)$:

Measured Values										Calculated Values		f	理論聲速		誤差	n(NaCl)	n(玻璃)
a1、a2(cm)	g1(cm)	g2(cm)	s(m)	x(cm)	N	波長(um)	c(m/s)	cm	MHz	c(m/s)							
4.8	0.048	0.4	0.004	4.82	4	0.04	4	595.1867001	1547.485	17.3	0.173	2.6				1.6	1.45
4.8	0.048	0.4	0.004	4.82	1.6	0.016	4	238.0746801	809.4539	17.3	0.173	3.4	有問題			1.6	1.45
4.8	0.048	0.4	0.004	4.82	1.5	0.015	4	223.1950125	1004.378	17.3	0.173	4.5	有問題			1.6	1.45
4.8	0.048	0.4	0.004	4.82	2	0.02	4	297.5933501	1607.004	17.3	0.173	5.4				1.6	1.45
4.8	0.048	0.4	0.004	4.82	1.6	0.016	4	238.0746801	1523.678	17.3	0.173	6.4					

◆ $C_2H_5OH(95\%)$:

Measured Values										Calculated Values		f	理論聲速		誤差	n(C2H5OH)	n(玻璃)
a1、a2(cm)	g1(cm)	g2(cm)	s(m)	x(cm)	N	波長(um)	c(m/s)	cm	MHz	c(m/s)							
4.8	0.048	0.4	0.004	4.82	4.3	0.043	6	409.611227	1064.989	17.3	0.173	2.6				1.361	1.45
4.8	0.048	0.4	0.004	4.82	2.4	0.024	4	342.930329	1200.256	17.3	0.173	3.5				1.361	1.45
4.8	0.048	0.4	0.004	4.82	3	0.03	6	285.775274	1285.989	17.3	0.173	4.5				1.361	1.45
4.8	0.048	0.4	0.004	4.82	2.7	0.027	6	257.197747	1414.588	17.3	0.173	5.5	*			1.361	1.45
4.8	0.048	0.4	0.004	4.82	2.6	0.026	6	247.671904	1609.867	17.3	0.173	6.5	*				

接下來之附件為附上方格紙的實驗光斑raw data紀錄結果。

4.資料分析數據整理:

(1)實驗一：由3.部分之資料可知，三種介質在聲波源頻率為約 $6.3MHz$ 左右時 x 會有一個極大值，並以此為中心向兩向頻率遞減。因此推斷此套實驗器材之紅光雷射在 $6.3MHz$ 左右時振幅為最大值。此外，無論在何種介質中所得聲音速度的實驗誤差均不大(0%至3%內)。

(2)實驗二：由3.部分之資料可知，並以實驗一中所得 $6.3MHz$ 左右時各介質聲音速度為參考基準，可以發現：

1. H_2O 方面：在聲波源頻率為 $5.6MHz$ 時實驗所得聲速微過大，但尚在可接受範圍中(7%誤差)。
2. $NaCl(5\%)$ 方面：在聲波源頻率為 $3.4MHz$ 和 $4.5MHz$ 時實驗所得聲速過小(35%誤差)。
3. $C_2H_5OH(95\%)$ 方面：在聲波源頻率為 $5.5MHz$ 和 $6.5MHz$ 時實驗所得聲速過大(43%誤差)。

5.分析結果與誤差來源討論：

- (1) 於介質為水的實驗中可合理推論水中應有雜質影響實驗結果。
- (2) 於實驗二中所使用的透鏡表面有些括痕，使雷射產生成像誤差。
- (3) 手工描繪之光斑紀錄難免會有人為判斷誤差。

6.如何改進實驗:

(1) 為了得到較完美之光學實驗結果，建議如果資源允許，能在暗房中配合氣墊光學桌及感光底片來進行實驗降低誤差。

(2) 關於光斑圖案、 N 、 x 之實驗記錄與計算，如果資源允許，希望能於暗房中將屏幕換為感光CCD或photodiode陣列等感光電子元件，接收光電訊號配合程式自動運算獲得較精確(減少人為操作因素)之實驗結果並且可以節省人力。

(p.s.目前有想到之解決方案如下: (環境皆以氣墊光學桌+暗房為前提))

方案一: 將感光零件之類比訊號線接入 $Arduino/ARM$ 等開發平台以韌體進行初步雜訊處理，並再利用 $Python$ 界接資料流(這裡推薦將光電資料轉成 $RS-485$ 協定透過 $Serial$ 進開發板或電腦中)進行運算與繪圖，再將運算結果匯出成為 csv 檔案直接轉入 SQL 資料庫中儲存以方便大量分析與處理。

方案二: 利用Webcam或ip攝影機直接拍攝光學屏幕，將拍攝結果利用 $OpenCV$ 或 $LabVIEW$ 進行影像辨識(由於場景單純(黑底+紅光斑)，因此這裡推薦以邊緣梯度辨識演算法實作。))

7.Reference:

- (1) e3上之實驗講義, "SOUND WAVE CONTROLLER SC600", 2018
- (2) gampt, "Debye-Sears effect", <http://www.gampt.de>

8.組員貢獻分布:

所有實驗與結報數據分析討論均是我們同組2人共同完成。

(此次結報之 L^AT_EX 格式繕打為 0412107 陳麒升負責)