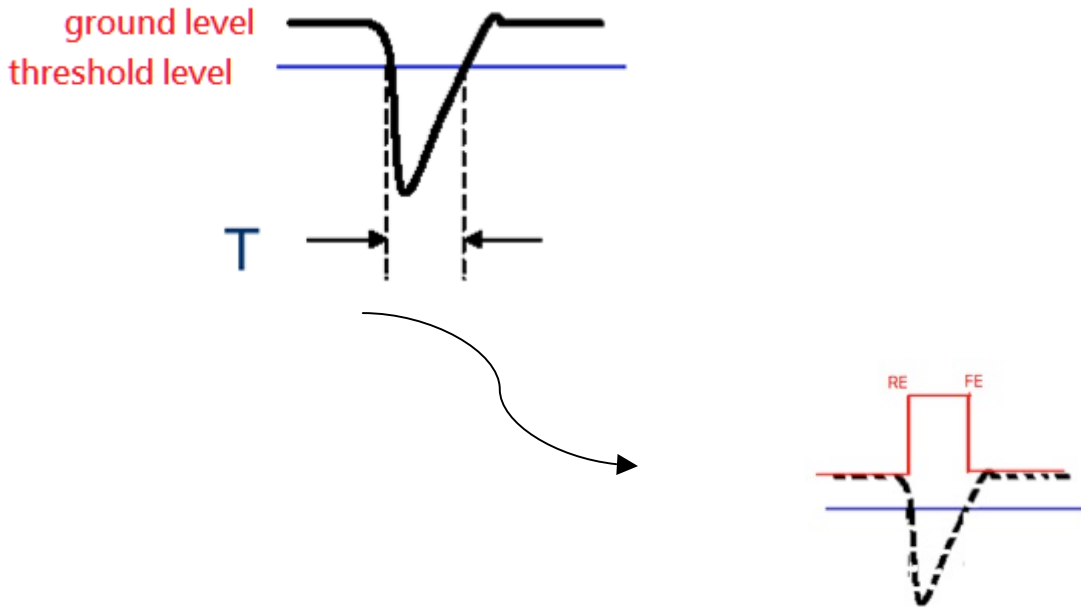


QuarkNet 實驗

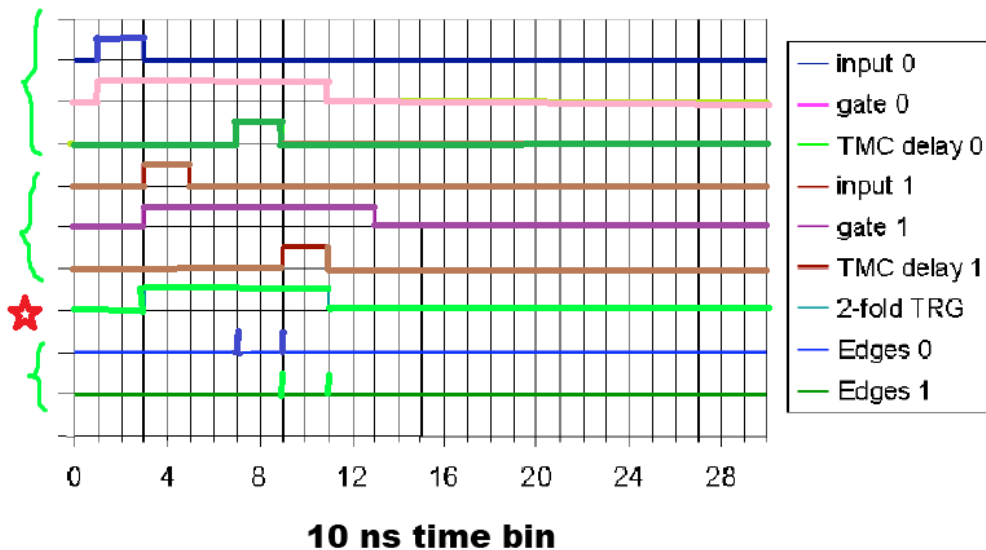
QuarkNet 設計了一套宇宙射線探測器(Cosmic Ray Detector)，主要元件有以下幾項：1 個 GPS；1 支溫度計；4 支閃爍體計數器(Scintillator Counter)；1 片數據擷取卡(Data Acquisition Card, DAQ 卡)；1 個電源供應器。

閃爍體計數器的訊號送進 DAQ 卡後，會經過閾值(threshold level)篩檢再數位化，其過程如下圖所示：



以上的訊號如果峰值沒有超過閾值，會被視為雜訊而不會被數位化做後續之處理。被數位化的訊號，在 DAQ 卡上會將做延遲(d 值)及開一個對應的窗(w 值)的處理，這個步驟對同時性的判讀是很重要的，請參考下圖。

Signal and gate timing



下面四個實驗需要依照順序進行；第一及第二的目的是校正(calibration)閃爍體計數器，這樣在做第三及第四實驗時，就知道如何讓儀器保持在最佳之狀態了。這四個實驗是：

- (一)設定每一支閃爍體計數器 **threshold level** ；
- (二)平坦區(Plateau)---- 閃爍體計數器的最佳工作電壓值；
- (三)宇宙射線望遠鏡：測量不同時間或不同方向過來的宇宙射線 **muon** 的通量(**flux**) ；
- (四)測 **muon** 的生命期(**life time**)。

其他可以考慮的變化實驗有：

- 通過 **detector** 的 **muon** 的速度；
- 在不同環境及氣候條件下測宇宙射線的通量變化；
- 不同的高度的通量值，可得知狹義相對論的 **time dilation** 效應；
- 廣域的宇宙射線的分布(例如 **cosmic ray shower**)等。

實驗一：設定閃爍體計數器的 **threshold level(TL)**

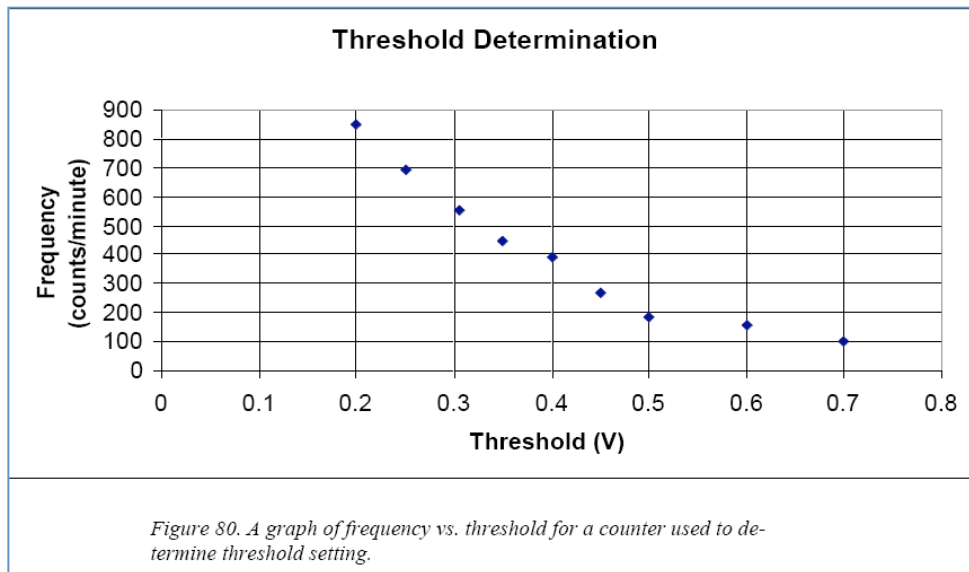
- (1) 先將閃爍體計數器接上 **DAQ** 板，調整電源供應器給一個合理的工作電壓(例如 0.7V)，如果四支閃爍體計數器都接在 **DAQ** 板上，就要下指令 **WC 00 0F (1+2+4+8=15=F)**告訴 **DAQ** 板有那幾支是工作的計數器；如果有三支閃爍體計數器接在 **DAQ** 板上，就下指令 **WC 00 07(1+2+4=7)**，其他依此類推，然後使用 **TL** 指令將四支計數器的 **threshold level(TL)**設到某定值，例如

TL 4 100

是將四支的 **TL** 值都設到 100mV。接著下 **RB** 的指令將計數器的讀數歸零，5分鐘後下 **DS** 的指令可得下圖的輸出，記錄其中的數字。

ST 1013	+1018	+000	3316	164720	V 03	00000000	106	6156	004D4900	000A703F
DS	000002A8	000002E2	000002BD	000002BF	00000113					
	Ch 0	Ch 1	Ch 2	Ch 3	Coincidence					
		Singles			Count					

圖中的前四個字串分別對應四支閃爍體計數器 **16** 進位的記數值，化成十進位除一除時間得到 **singles counting rate(counts/min)**，記下對應的 **TL** 值。繼續改變 **TL** 指令的參數值改變 **TL** 值，當 **TL** 值增加時，讀數會減少，當變化要趨緩時(例如下圖 0.5V 處)，以後的實驗裡就使用這個值為 **threshold level**，如果要更有效地減少雜訊，用稍大的值也可以。



實驗二：平坦區(Plateau)---- 閃爍體計數器的最佳工作電壓值

用上一個實驗測得的 **threshold level**，以下面兩種方式進行：

(1)一類是用單一支的閃爍體計數器，測 singles counting rate (每分鐘的 counts)。如果四支閃爍體計數器都接在 DAQ 板上，下指令 WC 00 0F(1+2+4+8=15=F)；如果有三支閃爍體計數器接在 DAQ 板上，下指令 WC 00 07(1+2+4=7)，調整電源供應器上的電壓，下 RB 的指令，5 分鐘後記錄 DS 指令所給的數目字，例如

```

ST 1013 +1018 +000 3316 164720 V 03 00000000 106 6156 004D4900 000A703F
DS 000002A8 000002E2 000002BD 000002BF 00000113
  Ch 0      Ch 1      Ch 2      Ch 3      Coincidence
                Singles
                Count

```

前四個字串分別對應四支閃爍體計數器的訊號數目(16 進位)，化成十進位除一除時間得到 singles counting rate(counts/min)，並記下電壓。分幾次調整電壓進行量測，依此類推。

(2)第二類是用兩支疊放在一起的閃爍體計數器，測 double coincidence counting rate(雙重性同時)，先選一支做參考，例如 channel 2(Ch2)，將電壓調到大約 singles counting rate 為 2400/分鐘(40Hz)，然後再選一支為待測的閃爍體計數器，例如 channel 0(Ch0)，下指令 WC 00 15(1+4=5)，然後調整 Ch0 的電壓到定值，下指令 RB 將讀數歸零，5 分鐘後記下 DAQ 上顯示的讀數(或以 DS 指令取得第 1 及第 5 個數目字)，分別除以 5 可得 Ch0 的 singles counting rate(counts/min)及 Ch0

與 Ch2 的 double coincidence counting rate(counts/min)，同時記下 Ch0 的電壓，分幾次調整 Ch0 電壓進行量測，依此類推。

將以上兩種方法得到的數據做圖，如果出現相對於電壓變化的平坦區，取其中中央地段的電壓值，但是 singles counting rate 不要超過 200Hz，就是適合這支 (Ch0)閃爍體計數器工作的電壓了。照這些步驟，每支閃爍體計數器都做一遍。

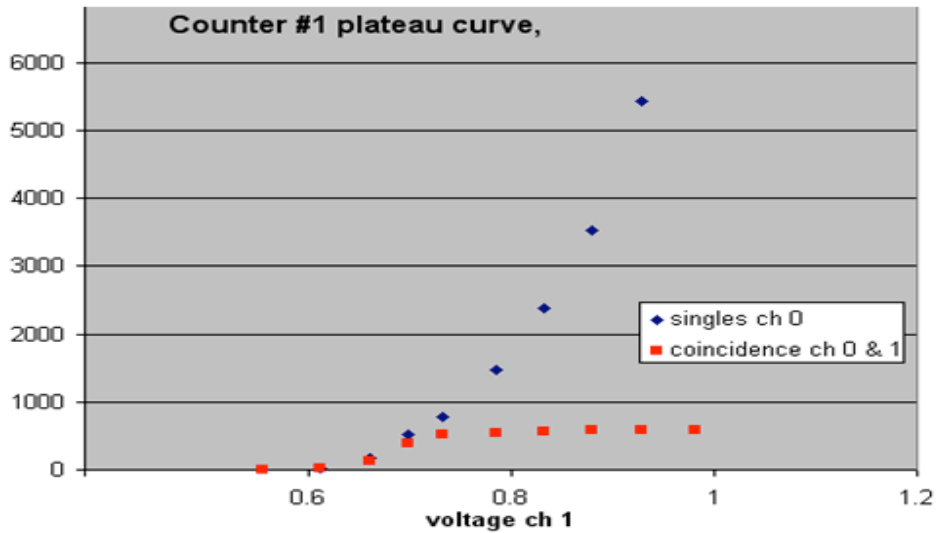


Figure 32. Graph showing counts per minute of multiple counter plateau using counter 0 as a background and sweeping voltage on counter 1.

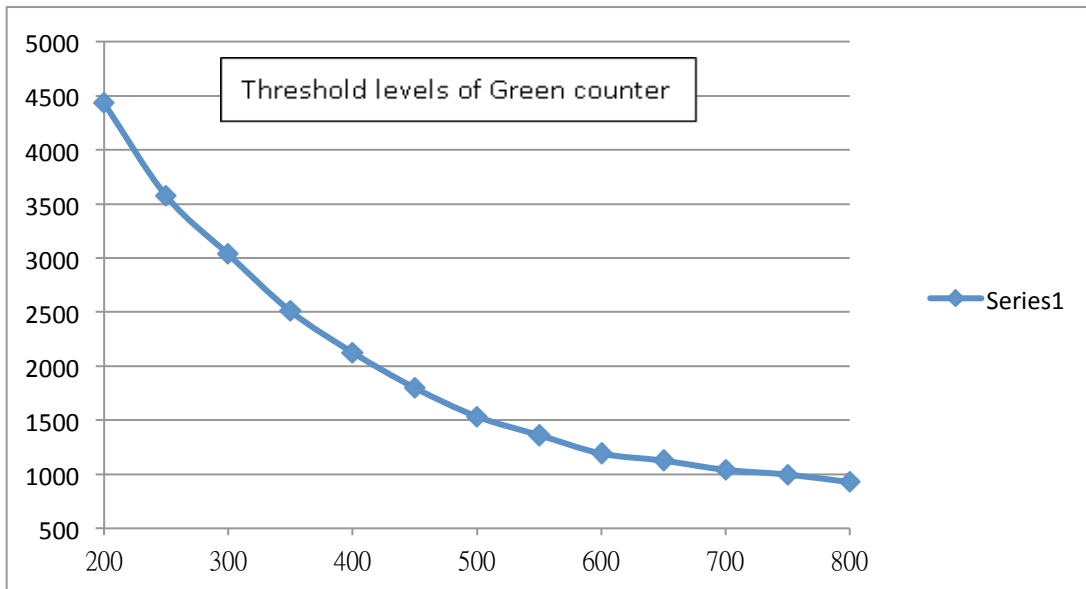
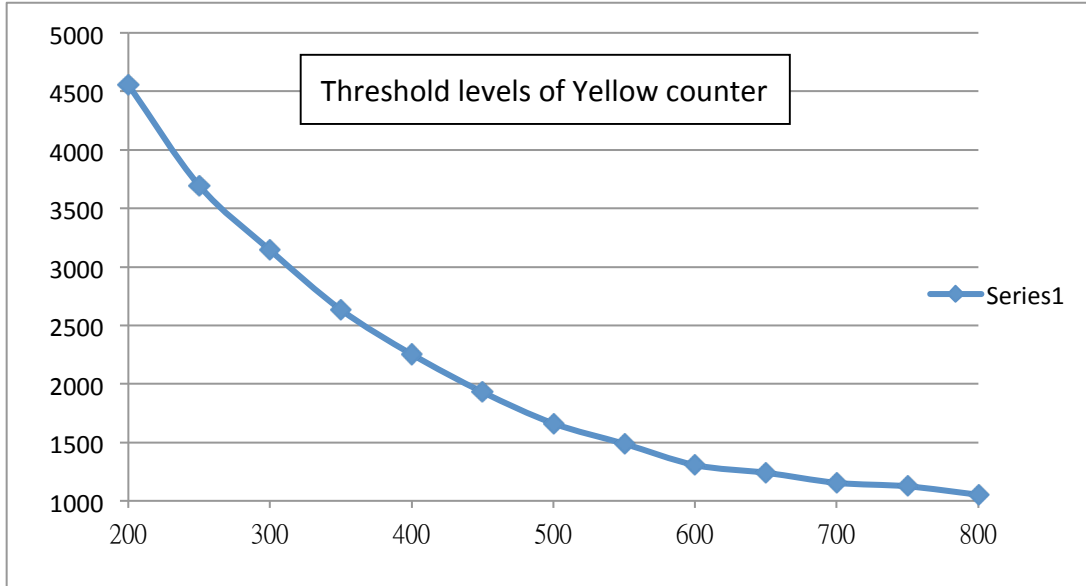
實驗數據(2011/1/10)

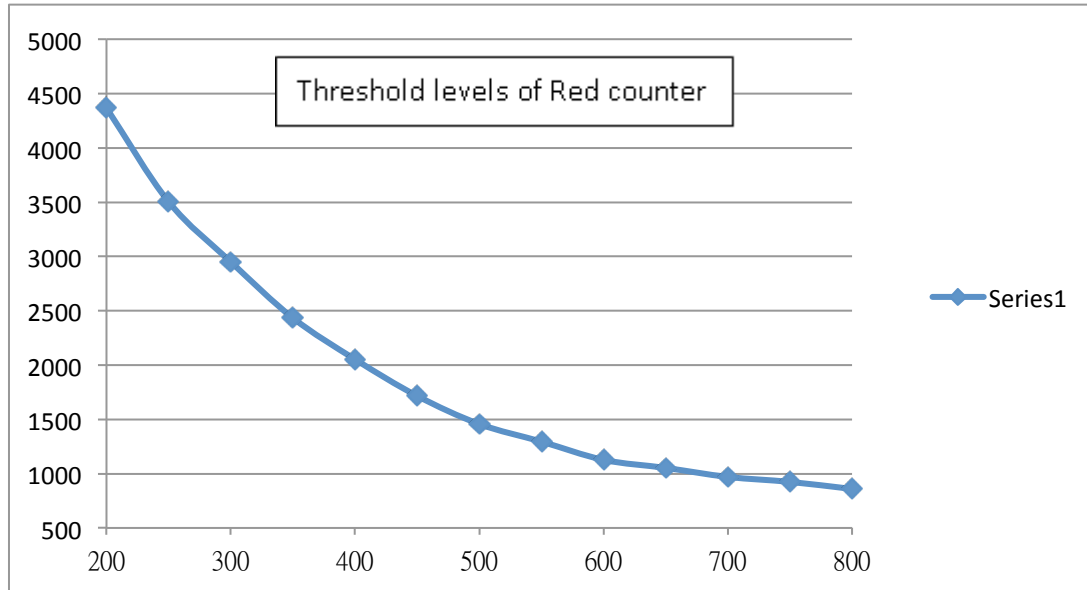
A. 實驗一(Threshold Level)

針對標記 Yellow、Green 級 Red 的三支計數器，做的 Threshold level 如下表，並從附圖得到三支都用 500mV(550mV?)為 TL 值的結論。

TL(V=700mV)	y-singles	g-singles	r-singles
200	4556	4431	4368
250	3695	3573	3504
300	3143	3033	2951
350	2634	2508	2434
400	2253	2126	2053
450	1930	1799	1716
500	1662	1534	1457
550	1488	1362	1295

600	1306	1192	1127
650	1240	1126	1053
700	1154	1041	970
750	1124	997	924
800	1052	927	859

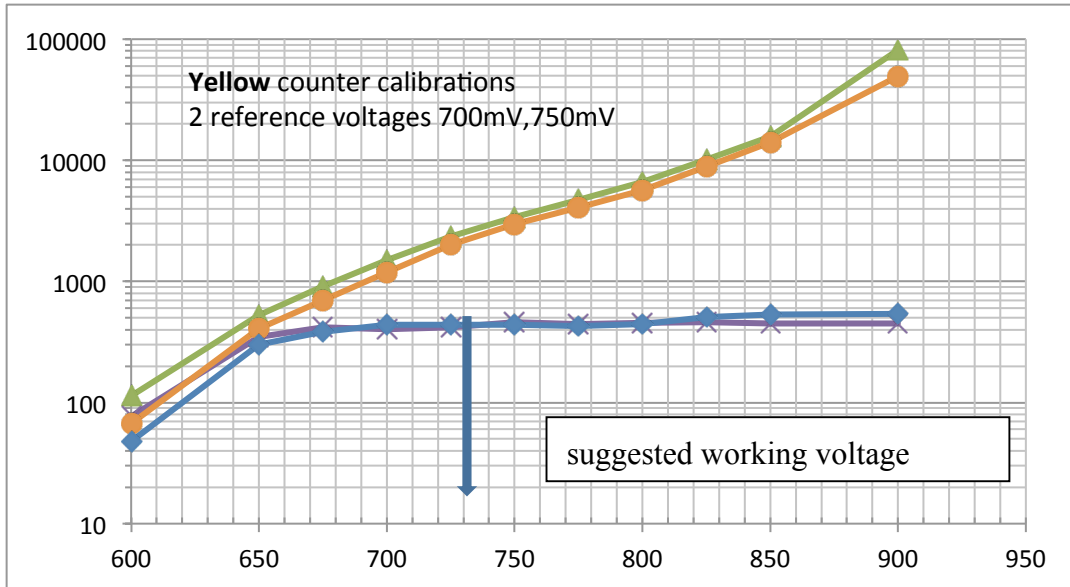




B.實驗二(working Voltage)

針對標記 Yellow 及 Green 的兩支計數器(TL=500mV), 做的 Plateau 如下二表, 並從附圖得到 Yellow 用 730mV 及 Green 用 750mV 為工作電壓的結論。其中參考計數器的工作電壓取了 700mV 及 750mV 兩個值, 由實驗數據得知, 此值的選取, 只要在合理範圍內, 對 double 的計數值影響不大, 因此呈現同樣的適合工作電壓值。

	y-singles	g-singles(700mV)	2-fold	y-singles	g-singles(750mV)	2-fold
600	114	1138	77	67	2423	48
650	526	1136	348	408	2430	301
675	911	1119	418	701	2335	383
700	1509	1083	403	1198	2456	438
725	2370	1140	417	2017	2413	439
750	3404	1198	461	2978	2445	438
775	4723	1137	446	4055	2399	427
800	6606	1180	456	5668	2349	446
825	10149	1164	463	8886	2437	510
850	15794	1114	450	14134	2400	533
900	81642	1095	449	49689	2449	541
1000	19952903	1176	521			



	y-singles	g-singles(700mV)	2-fold	y-singles	g-singles(750mV)	2-fold
600	1557	88	64	3111	59	46
650	1526	436	298	3084	367	257
675	1583	696	406	3127	568	357
700	1587	1135	443	2857	836	380
725	1648	1862	484	2962	1429	402
750	1519	2831	449	3003	2339	420
775	1538	4059	460	3075	3416	467
800	1421	6181	453	3032	5535	469
825	1570	13473	497	3043	11711	525
850	1515	35991	459	3123	36823	527
900	1559	1296181	485	2950	2441161	559
950	1634	32009345	656			
1000	1600	185664775	1053			

