

高屏地區大專學生對 輻射能問題認識之調查研究

洪木利 高雄師範學院

盧天鴻 高雄醫學院

王國林 高雄海事專科學校

郭 謨 屏東農業專科學校

梁子健 高雄醫學院

潘信雄 高雄工業專科學校

胡錦秀 婦嬰護理專科學校

一、緒言

近一兩個世紀來，人們對能源的依賴日益增加，尤其自石油的發現以後，人類對石油的依賴，更是到了不可分的地步，大凡與衣、食、住、行有關的物質、原料，都與石油戚戚相關，近年來，有限的油源已使全世界感到惶惶不安，爲了尋求可能代替石油的能源，各國政府均在直接的或間接的投資鼓勵研究。如核能的和平用途，就成了今日科學家大力研究的對象，核能發電的動力，已慢慢在各國受到重視與依賴。

從大眾傳播媒體中的報導，尤其在美國三哩島事件發生後，我們發現了許多國人對核能問題仍然非常的生疏，有人或因受核子武器威力的影響，以致對核能採取敬而遠之的態度，有人或以“初生之犢不畏虎”之精神，濫加倡導，這些情形均對處理問題無益，吾人認爲，發展“核能”以應開發能源之需，是時代的趨勢；唯對放射性物質之應用，需有高度的技術與知識，否則造成輻射公害，構成對人類生命及精神的威脅，那就沒有價值了。

本研究即針對受過高中，或相當於高中教育

之後的學生，看他們對獲得能源知識的來源，我國能源的開發，以及對放射性物質的認識等問題，了解的情況如何，提供有關單位作爲教學等參考，並搜集部份資料、提供一般人士，讓大家共同來注意及關心我國能源的問題。

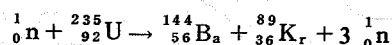
二、資料收集部份

(一)有關台灣電力公司開發電力概況，截至民國六十八年底的資料。列如表一⁽¹⁾，可見台電的能源發展重點，是以核能發電爲主。

(二)有關核電的常識：

1. 核電的來源，可分爲核分裂與核融合⁽²⁾兩種。

(1)核分裂⁽³⁾：一般的原子核反應，都是放出一個輕的質點，和一個較重的生成核，但是有的重原子核，却在核反應中分裂爲質量十分接近的兩大塊，這種反應稱爲原子核分裂，例如：以熱中子打擊 ${}_{92}^{235}\text{U}$ 原子核，所產生的典型反應如下：



在一個原子核分裂反應中，每次約有 200 百萬電伏的能量放出，這個值，我們可以利用結合能，

表一 台灣電力公司概況資料（68年底）

現有設備所		發電量(百萬度) 及容量(千瓩)	百分比%	未來設備 (進行中及已定案)		所	容量千瓩	預定完成 時間
核能發電廠		1,272 千瓩 6,005 百萬度	15.5 % 15.8 %	核能發電		3 (六部機)	5,672	71、74 78年
火力發電廠	石油	4,614 千瓩 23,469 百萬度	56.4 % 62.0 %	火力發電廠	石油 (另柴油氣) 渦輪	一部機 (十八部機)	500 千瓩 (1,200)	72 年 (71 年)
	煤炭	905 千瓩 3,878 百萬度	11.1 % 10.2 %		煤	1 (二部機)	1,000 千瓩	72 年
	天然氣	0			天然氣	0		
水力發電廠		1,392 千瓩 4,544 百萬度	17.0 % 12.0 %	水力發電廠		6	2,827	71、72 73、79
其他								

或用分裂前後質量差算出，而 200 百萬電伏的分裂能，相當於 3.2×10^{-11} 焦耳，那麼如果是一克的 ${}_{92}\text{U}^{235}$ 完全分裂，就含有 8.2×10^{10} 焦耳或 2×10^{10} 卡熱量產生，這個能量足夠使約三千二百萬克常溫的水熱至沸騰，亦可以說相當於 20 噸黃色炸藥（TNT）所釋放的能量。

(2)核熔合⁽⁴⁾：經由輕質點，在熱核子反應中組合成一個新的原子核的這種反應，稱為熔合反應。

熱核反應通常經由兩種形式完成，其一是碳循環，另一種是質子-質子循環，他們由 4 個質子熔合所釋放的能量，都是 25.7 百萬電伏，而且都是由於在熔合的過程中，質量虧損而獲得的。

以上這兩種反應的結合能，都是增加的，亦就是放熱反應，都是能夠使原子核的組態更緊密的反應，但是略有不同的是將質量轉化為能量的分數，核熔合反應（0.66%）比核分裂反應（0.09%）要大得多。

由於核熔合反應過程，目前科技發展還不能突破，故現在世界核能發電，主要是以核分裂之

反應器為主。

2 核分裂反應器的種類：

核分裂反應器依使用燃料，冷卻劑，緩和劑（減速劑）的不同，而分為下列四種：

- (1)壓水式反應器（PWR）
- (2)沸水式反應器（BWR）
- (3)液態金屬快中子反應器（LMFBR）
- (4)重水壓力式反應器（PHWR）⁽⁵⁾

3 現在台灣設立的核能一、二廠，均採用沸水式反應器，核能三廠採用的是壓水式反應器，有名的美國三哩島核子反應爐，亦是壓水式的，現在我們就這兩種反應器的優缺點列出，供各位參考⁽⁶⁾⁽⁷⁾：

(1)壓水式反應器之優點：

- (a)因有二次冷卻系統，能減少輻射發散。
- (b)加高壓的水沸點很高，可使整個發電系統以高溫運轉，可提高氣輪機的效率。

(2)壓水式反應器之缺點：

- (a)不能使其本身作高溫蒸汽的應用。
- (b)堅固的壓力牆價格昂貴。

(c)大約運轉一年，就須要停機更換燃料

(3)沸水式反應器之優點：

(a)不需要熱交換器，建造價格低廉。

(b)不需要壓制沸點的壓力容器，反應器的重量較輕，價格便宜。

(c)燃料的表面溫度一定時，可以得到比壓水式高的蒸汽溫度。

(d)有固定的安全式，反應器之反應率能隨蒸汽發生量的增加而自動減少。

(4)沸水式反應器之缺點：

(a)自動調整的作用不佳。

(b)放射性物質可由蒸汽帶至汽輪機及凝汽器。

美國三哩島核能發電廠的爆炸事件，就是由於人為因素，冷卻系統故障，水不夠以致溫度升高，與金屬起化學變化後產生氫氣，這氫氣就可能有爆炸的危險。⁽⁸⁾

有關液態金屬快中子反應器，美國之發展計劃，在卡特總統任內，已被取消⁽⁹⁾，否則台灣本土出產的鈷，可以用作原料，不虞缺乏。⁽¹⁰⁾

重水壓力式反應器，加拿大正採用中⁽¹¹⁾因我國目前並未採用，本文不作討論。

4 核融合與核分裂反應，在獲取能量的比較⁽¹²⁾、⁽¹³⁾：

(1)作為核分裂原料之 U^{235} ，在世界各地的蘊藏量不多，而核融合的燃料氫在水裡存量極豐富。

(2)核分裂時，會產生放射性物質，處理極為困難，融合無此煩惱。

(3)促使核融合的條件，目前的科技能力，尚難有效地控制。

(二)有關放射性物質資料之查詢：

我國國民教育中，對於放射性物質的介紹，只在國中三年級下期，亦就是在國中物理教材第四冊的最後一章，有很簡單的描述，但真正對於

放射性物質的特性，並未作詳細說明，因此要求全體國民對放射性物質的認識，這是不太可能的，但是由於世界的進步，能源問題的嚴重，核能不能不與大眾發生密切的關係，故本研究中提供調查的結果，一方面給有關單位對提供核能知識之參考，一方面在此將調查資料告訴各位有心之士以供參考。

三、本研究的過程及結果

本研究小組，所以要共同的來探討這個問題，原因是在普通物理的教學過程中，有許多好奇的同學所問的問題，正好亦與日本原子能的文獻中K. Watanade和Y. Nakagawa，他們所探討的問題很相近⁽¹⁴⁾，因此我們就借用了他們的問卷，翻譯為中文後，以高屏地區大學理學院、文學院、醫科一年級及五專四年級，測試當天在校的學生為對象，在民國68年11月上旬一週內，測量完成，然後我們一方面看看各類不同背景的學生，他們回答問題的百分比分佈如何？再用統計的方法 X^2 來分析⁽¹⁵⁾不同背景的學生，他對每一個問題答案的看法是否不同的關聯性。在這裡我們先介紹一下我們的問卷如下：

Information on Learning of Radioactivity

科系： 年級： 姓名： 性別：

填充題：請把您認為適當項目的號碼填寫在括弧()內。

(問題1)現在我國的電力是以何種方式獲得。
以發電量的大小順序選出3種

A () B () C ()

1 水力發電

2 使用石油的火力發電

3 使用煤炭的火力發電

4 使用天然氣的火力發電

5. 核分裂原子能發電

6. 核融合原子能發電

7. 不知道

(問題2) 將來我國的主要能源是那一種。

以重要的順序選出三種。

A () B () C ()

1. 潮力 2. 風力 3. 水力 4. 木材

5. 地熱 6. 煤炭 7. 石油 8. 天然氣

9. 氫能 10. 太陽能 11. 核分裂能 12.

核融合能 13. 不知道

(問題3) 需要調查放射能或原子能的時候，您會選擇那一種方法。

下列 I、II 兩種題中以主要的順序各選出三種。

I A () B () C ()

1. 利用圖書館 2. 利用博物館或展示館 3. 購買有關圖書 4. 請教專家(教師等)

5. 請教有關機關 6. 訪問原子能設施 7. 請教報社或電台服務部

II A () B () C ()

1. 閱讀有關課本或參考書 2. 閱讀百科全書 3. 閱讀有關通俗科學書 4. 閱讀有關專門書籍 5. 閱讀政府有關出版刊物 6. 查閱新聞雜誌 7. 看電視有關節目或錄影

選擇題：請將您認為適當項目的號碼以○圈起來

(問題4) ^{226}Ra 的半衰期 (half life) 是

1,600 年。請問 1,600 年後 ^{226}Ra 的原子數和放射能強度會變成怎樣

1. 原子數變為一半放射能強度不變。

2. 原子數不變，放射能強度變為一半。

3. 原子數與放射能強度均變為一半。

4. 原子數與放射能強度均不變。

5. 原子數與放射能強度因其周遭條件有時會變為一半，而有時不變。

6. 不知道。

(問題5) 核分裂及核融合反應所得到能量的主要部份，是由那一種方式產生。

1. 兩種反應均生成放射性物質，而此放射性物質衰變時放出 α β γ 射線和大量的能量。

2. 當核分裂反應時產生核分裂生成物，此核分裂生成物衰變時會放出能量。

當核融合反應時，其總質量會減少(質量虧損)而放出與所減少之質量相當的能量。

3. 兩種反應總質量均會減少(質量虧損)而放出與所減少之質量相當的能量。

4. 不知道。

其次，我們將各類學生回答的結果，算出他們選擇該答案的百分比。

最後我們用統計的方法，來看看學生背景(自變數)與選擇答案(應變數)之間有何關聯性。我們現在以第一個問題為例，看看學生們對“現在我國的電力是以何種方式獲得”的第一順位選擇，有什麼不同的看法。首先我們製如表二，將不同背景的學生所選擇的答案，分別統計為答案欄中的 N 值，這個值我們分別稱為“觀察值”，設用 $O_1 O_2 \dots$ 表示，然後我們要求出每一個觀察值的對應“期望值”假設由 $E_1, E_2 \dots$ 表示，這個值的求法是：設 A 表示專科生及大學生選答第一答案的總人數，B 為專科生及大學生選答第二答案的總人數，餘類推。P 表示全部專科生的總人數，Q 表示全部大學生的總人數，T 表示全部參測學生總人數，則專科學生每個期望值為

$$E_1 = \frac{A \times P}{T}, E_2 = \frac{B \times P}{T} \dots$$

表二 問題：現在我國的電力獲得方式：
選擇第一順位答案的

人 數 及 百 分 比	答 案	1 水 力 發 電	2 使 用 火 力 發 電 的 石 油	3 使 用 火 力 發 電 的 煤 炭	4 使 用 火 力 發 電 的 天 然 氣	5 核 子 能 分 裂 發 電 原	6 核 子 能 熔 合 發 電 原	7 不 知 道	合 計	χ^2
專 科	N	103	162	15	6	65	47	2	398	** 49.286
	%	25.88	40.70	3.77	1.51	16.33	11.81	0.50	100	
大 學	N	93	202	69	9	59	19	2	453	
	%	20.53	44.59	15.23	1.99	13.02	4.19	0.44	100	
大 男	N	41	153	38	3	37	12	0	284	** 36.867
	%	14.44	53.87	13.38	1.06	13.03	4.23	0	100	
大 女	N	52	49	31	6	22	7	2	169	
	%	30.77	28.99	18.34	3.55	13.02	4.14	1.18	100	
大 甲	N	28	46	17	0	13	4	0	108	7.084
	%	25.93	42.59	15.74	0	12.04	3.70	0	100	
大 乙	N	20	46	16	3	15	6	1	107	
	%	18.69	42.99	14.95	2.80	14.02	5.60	0.93	100	
大 丙	N	45	110	36	6	31	9	1	238	
	%	18.91	46.22	15.13	2.52	13.03	3.78	0.42	100	
大 甲 男	N	9	32	7	0	11	3	0	62	4.991
	%	14.52	51.61	11.29	0	17.74	4.84	0	100	
大 乙 男	N	2	17	5	0	4	1	0	29	
	%	6.90	58.62	17.24	0	13.79	3.45	0	100	
大 丙 男	N	30	104	26	3	22	8	0	193	
	%	15.54	53.89	13.47	1.55	11.40	4.15	0	100	
大 甲 女	N	19	14	10	0	2	1	0	46	** 20.376
	%	41.30	30.43	21.74	0	4.35	2.17	0	100	
大 乙 女	N	18	29	11	3	11	5	1	78	
	%	23.08	37.18	14.10	3.85	14.10	6.41	1.28	100	
大 丙 女	N	15	6	10	3	9	1	1	45	
	%	33.33	13.33	22.22	6.67	20.00	2.22	2.22	100	
海 專	N	27	45	5	1	9	3	0	90	** 100.7424
	%	30.00	50.00	5.56	1.11	10.00	3.33	0	100	
工 專	N	11	55	4	1	12	3	1	87	
	%	12.64	63.22	4.60	1.15	13.79	3.45	1.15	100	
護 專	N	46	13	0	3	19	28	1	110	
	%	41.82	11.82	0	2.73	17.27	25.45	0.91	100	
農 專	N	17	49	6	1	25	13	0	111	
	%	15.32	44.14	5.41	0.90	22.52	11.71	0	100	

表三 問題：將來我國的能源是那一種？

類別	核能	1. 潮	2. 風	3. 水	4. 木	5. 地	6. 煤	7. 石	8. 天	9. 氫	10. 太	11. 核	12. 核	13. 不	14. 合	χ^2
專家	N	12	2	36	1	14	8	54	36	1	53	141	37	3	398	
學科	%	3.01	0.50	9.04	0.25	3.51	2.01	13.57	9.05	0.25	13.32	35.43	9.30	0.75	100	**
大學	N	10	1	45	1	10	8	49	11	2	70	176	70	2	455	28.968
學科	%	2.20	0.22	9.89	0.22	2.20	1.76	10.77	2.42	0.44	15.38	38.68	15.38	0.44	100	
大男	N	7	1	20	0	4	6	32	7	1	46	118	42	0	284	
學科	%	2.46	0.35	7.04	0	1.41	2.11	11.27	2.46	0.35	16.20	41.55	14.79	0	100	17.720
大女	N	3	0	25	1	6	2	17	4	1	24	56	28	2	169	
學科	%	1.78	0	14.80	0.59	3.55	1.18	10.06	2.37	0.59	14.20	33.14	16.57	1.78	100	
大甲	N	3	0	8	0	0	3	5	6	1	19	48	15	0	108	**
學科	%	2.78	0	7.40	0	0	2.78	4.63	5.56	0.93	17.59	44.44	13.89	0	100	
大乙	N	3	1	14	1	8	2	12	1	1	12	29	12	2	98	
學科	%	2.80	0.93	13.08	0.93	7.48	1.87	11.21	0.93	0.93	11.21	27.10	11.21	1.87	100	55.910
大丙	N	4	0	23	0	2	3	32	4	0	39	97	34	0	238	
學科	%	1.68	0	9.66	0	0.84	1.26	13.45	1.68	0	16.39	40.76	14.29	0	100	
大甲男	N	3	0	1	0	0	3	2	3	1	13	28	8	0	62	*
學科	%	4.84	0	1.61	0	0	4.84	3.23	4.84	1.62	20.97	45.16	12.90	0	100	43.608
大乙男	N	1	1	2	0	2	0	3	1	0	5	6	8	0	29	
學科	%	3.45	3.45	6.90	0	6.90	0	10.34	3.45	0	17.24	20.69	27.59	0	100	
大丙男	N	3	0	17	0	2	3	27	3	0	28	84	26	0	193	
學科	%	1.55	0	8.81	0	1.04	1.55	13.99	1.55	0	14.51	43.52	13.43	0	100	
大甲女	N	0	0	7	0	0	0	3	3	0	6	20	7	0	46	
學科	%	0	0	15.22	0	0	0	6.52	6.52	0	13.04	43.48	15.22	0	100	28.229
大乙女	N	2	0	12	1	6	2	7	0	1	7	23	13	2	78	
學科	%	2.56	0	15.38	1.28	7.69	2.56	11.54	0	1.28	8.97	29.43	16.67	2.56	100	
大丙女	N	1	0	6	0	0	0	5	1	0	11	13	8	0	45	
學科	%	2.22	0	13.33	0	0	0	11.11	2.22	0	24.44	28.89	17.78	0	100	
海軍	N	8	0	4	1	7	2	18	13	0	13	21	3	0	90	**
學科	%	8.89	0	4.44	1.11	7.78	2.22	20	14.44	0	14.44	23.33	3.33	0	100	
工專	N	1	1	2	0	2	4	13	4	0	11	44	4	1	87	
學科	%	1.15	1.15	2.30	0	2.30	4.60	14.94	4.60	0	12.64	50.57	4.60	1.15	100	112.806
護專	N	1	1	21	0	2	1	13	15	1	21	22	10	2	110	
學科	%	0.91	0.71	19.09	0	1.82	0.91	11.82	13.64	0.91	19.09	20	9.09	1.82	100	
農專	N	2	0	9	0	3	1	10	4	0	8	54	20	0	111	
學科	%	1.80	0	8.10	0	2.70	0.90	9.01	3.60	0	7.21	48.65	18.02	0	100	

表四 問題：調查放射能或原子能所選擇的方法(I)

類別	人數及百分比	答案	1. 利用圖書館	2. 利用博物館或展示館	3. 購買有關圖書	4. 請教專家(教師等)	5. 請教有關機關	6. 訪問原子能設施	7. 請教報社或電台服務部	合計	χ^2
專科	N		106	26	32	108	50	73	3	398	** 17.463
	%		26.77	6.53	8.04	27.14	12.56	18.34	0.75	100	
大學	N		131	8	36	150	58	69	1	453	
	%		28.91	1.76	7.94	33.11	12.8	15.23	0.22	100	
大男	N		76	6	25	105	37	36	0	285	10.861
	%		26.67	2.10	8.77	36.84	12.98	12.63	0	100	
大女	N		55	2	11	45	21	33	1	168	
	%		22.73	1.19	6.54	26.79	12.5	19.64	0.59	100	
大甲	N		46	1	6	25	11	19	0	108	** 27.951
	%		42.59	0.92	5.55	23.15	10.19	17.59	0	100	
大乙	N		28	4	6	34	13	21	1	107	
	%		26.17	3.73	5.60	31.78	12.15	19.63	0.93	100	
大丙	N		57	3	24	91	34	29	0	238	11.187
	%		23.95	1.26	10.08	38.24	14.23	12.18	0	100	
大甲男	N		22	1	3	20	7	9	0	62	
	%		35.48	1.61	4.83	32.26	11.29	14.52	0	100	
大乙男	N		6	2	2	15	2	3	0	30	** 26.274
	%		20	6.67	6.67	50	6.67	10	0	100	
大丙男	N		48	3	20	70	28	24	0	193	
	%		24.87	1.55	10.36	21.74	14.5	12.43	0	100	
大甲女	N		24	0	3	5	4	10	0	46	** 42.060
	%		52.17	0	6.52	10.87	8.69	21.74	0	100	
大乙女	N		22	2	4	19	11	18	1	77	
	%		28.57	2.59	5.19	24.67	14.28	23.38	1.30	100	
大丙女	N		9	0	4	21	6	5	0	45	** 42.060
	%		20	0	8.88	46.67	13.33	11.11	0	100	
海專	N		18	7	8	23	18	16	0	90	
	%		20	7.78	8.89	25.56	20	17.8	0	100	
工專	N		28	3	12	25	7	12	0	87	** 42.060
	%		32.19	3.45	13.79	28.73	8.04	13.79	0	100	
護專	N		21	12	7	27	10	30	3	110	
	%		19.09	10.90	6.36	24.54	9.09	27.27	2.73	100	
農專	N		39	4	5	33	15	15	0	111	** 42.060
	%		35.15	3.6	4.5	29.73	13.51	13.51	0	100	

表五 問題：調查放射能或原子能所選擇的方法(II)

類別	人數及百分比	答案 1 閱讀有關課 本或參考書	2 閱讀百科全書	3 閱讀有關 通俗科學書	4 閱讀有關專 門書籍	5 閱讀政府 有關出版物	6 查閱新聞雜誌	7 節目或錄影 看電視有關	合 計	χ^2
專 科	N	200	17	15	160	36	16	42	486	** 48.688
	%	41.15	3.50	3.09	32.92	7.41	3.29	8.64	100	
大 學	N	127	8	9	249	21	9	26	449	
	%	22.29	1.78	2.00	55.46	4.68	2.00	5.79	100	
大 男	N	82	4	4	158	14	9	13	284	9.371
	%	28.87	1.41	1.41	55.63	4.93	3.17	4.58	100	
大 女	N	45	4	5	91	7	0	13	165	
	%	27.27	2.42	3.03	55.15	4.24	0	7.88	100	
大 甲	N	43	2	1	52	1	1	7	107	** 32.225
	%	40.19	1.87	0.93	48.60	0.93	0.93	6.54	100	
大 乙	N	28	5	4	52	5	1	10	105	
	%	26.67	4.76	3.81	49.52	4.76	0.95	9.52	100	
大 丙	N	56	1	3	145	15	7	9	236	** 23.672
	%	23.73	0.42	1.27	61.44	6.36	2.97	3.81	100	
大 男	N	26	1	1	30	1	1	2	62	
	%	41.94	1.61	1.61	48.39	1.61	1.61	3.23	100	
大 男	N	8	2	2	13	2	1	2	30	* 16.315
	%	26.67	6.67	6.67	43.33	6.67	3.33	6.67	100	
大 男	N	48	1	1	115	11	7	9	192	
	%	25.00	0.52	0.52	59.90	5.73	3.65	4.69	100	
大 女	N	17	1	1	22	0	0	5	46	** 22.883
	%	36.96	2.17	2.17	47.83	0	0	10.87	100	
大 女	N	20	3	2	39	3	0	8	75	
	%	26.67	4.00	2.67	52.00	4.00	0	10.67	100	
大 女	N	8	0	2	30	4	0	0	44	** 22.883
	%	18.18	0	4.55	68.18	9.09	0	0	100	
海 專	N	25	7	1	34	8	7	8	90	
	%	27.78	7.78	1.11	37.78	8.89	7.78	8.89	100	
工 專	N	27	4	5	33	8	3	7	87	22.883
	%	31.03	4.60	5.75	37.93	9.20	3.45	8.05	100	
護 專	N	23	4	4	36	10	3	18	110	
	%	20.91	3.64	3.64	32.73	9.09	2.73	16.36	100	
農 專	N	25	2	5	57	10	3	9	111	100
	%	22.52	1.80	4.50	51.35	9.01	2.70	8.11	100	

表六 問題： R_a^{226} 的半衰期是 1600 年請問 1600 年後
 R_a^{226} 的原子數與放射能強度會變成怎樣？

類別	人數及百分比	答案	1. 原子數不變 半衰期為一 度	2. 放射能強度 不變變為	3. 原子數與放 射均變為	4. 放射能強度 均不變	5. 放射能強度 均不變 有時不變 有時變為 一半	6. 不知道	合計	χ^2
專科	N		59	129	70	34	19	108	419	** 28.140
	%		14.08	30.79	16.71	8.16	4.53	25.78	100	
大學	N		90	105	206	9	15	32	447	
	%		17.90	23.50	46.14	2.01	3.36	7.16	100	
大男	N		44	54	156	1	9	16	280	35.154
	%		15.71	19.29	55.71	0.36	3.21	5.71	100	
大女	N		36	51	50	8	6	16	167	
	%		21.56	30.54	29.94	4.79	3.59	9.58	110	
大甲	N		30	29	48	0	1	0	108	** 78.548
	%		27.78	26.85	44.44	0	0.41	0	100	
大乙	N		8	37	14	7	4	31	101	
	%		7.92	36.63	13.86	6.93	3.96	30.69	100	
大丙	N		42	37	144	2	10	1	236	
	%		17.64	15.54	60.50	0.84	4.20	0.47	100	
大甲男	N		15	17	29	0	1	0	62	** 170.666
	%		24.19	27.42	46.77	0	1.61	0	100	
大乙男	N		0	8	2	0	0	15	25	
	%		0	32	8	0	0	60	100	
大丙男	N		29	29	125	1	8	1	193	
	%		15.02	15.02	64.77	0.52	4.15	0.52	100	
大甲女	N		15	12	19	0	0	0	46	** 47.529
	%		32.60	26.08	41.30	0	0	0	100	
大乙女	N		8	29	12	7	4	16	76	
	%		10.53	38.16	15.79	9.21	5.26	21.05	100	
大丙女	N		13	10	19	1	2	0	45	
	%		28.89	22.22	42.22	0.22	4.44	0	100	
海專	N		7	40	10	3	12	18	90	** 105.864
	%		7.78	44.44	11.11	3.33	13.33	20	100	
工專	N		7	17	9	2	1	52	87	
	%		8.05	19.54	10.34	2.30	1.15	59.77	100	
護專	N		17	39	13	4	4	33	110	
	%		15.45	35.45	11.82	3.64	3.64	30	100	
農專	N		28	33	38	5	2	5	111	
	%		25.22	29.73	34.23	4.5	1.80	4.5	100	

表七：問題：核分裂及核融合反應所得到能量的
主要部分是由那一種方式產生

類別	人數及百分比	1 兩種放而質αβ大量的 反應此衰γ的能 均物射時射量 生質性放線	2 當時生分變量 核產成裂時 分生物生會 裂核，成放 反分此物出 應裂核衰能	3 兩量質放之能 種均量出質量 反會虧與量 應減損所相 總少一而少 質一而少的	4 不知道	合 計	χ^2
專 科	N	78	165	44	82	369	** 89.819
	%	21.14	44.72	11.92	22.22	100	
大 學	N	48	200	159	34	441	** 33.941
	%	10.88	45.35	36.05	7.71	100	
大 男	N	17	122	124	17	280	** 124.412
	%	6.07	43.57	44.29	6.07	100	
大 女	N	31	78	35	17	161	** 141.909
	%	19.25	48.45	21.74	10.56	100	
大 甲	N	11	57	33	0	101	** 32.107
	%	10.89	56.44	32.67	0	100	
大 乙	N	17	37	16	32	102	** 132.923
	%	16.67	36.27	15.69	31.37	100	
大 丙	N	20	106	110	2	238	** 132.923
	%	8.40	44.54	46.22	0.84	100	
大 甲	N	8	28	25	0	61	** 132.923
	%	13.11	45.90	40.98	0	100	
大 乙	N	0	8	3	15	26	** 132.923
	%	0	30.77	11.54	57.70	100	
大 丙	N	9	86	96	2	193	** 132.923
	%	4.66	44.56	49.74	1.04	100	
大 甲	N	3	29	8	0	40	** 132.923
	%	7.05	72.50	20.00	0	100	
大 乙	N	17	29	13	17	76	** 132.923
	%	22.37	38.16	17.71	22.37	100	
大 丙	N	11	20	14	0	45	** 132.923
	%	24.44	44.44	22.22	0	100	
海 專	N	20	43	10	17	90	** 132.923
	%	22.22	47.78	11.11	18.89	100	
工 專	N	8	22	7	51	87	** 132.923
	%	1.15	25.29	8.05	1.15	100	
護 專	N	36	34	2	8	110	** 132.923
	%	32.73	30.91	1.82	7.27	100	
農 專	N	14	66	25	6	111	** 132.923
	%	12.61	59.46	22.52	5.41	100	

大學生每個期望值為 $E_8 = \frac{A \times Q}{T}$, $E_9 = \frac{B \times Q}{T}$...

則 $\chi_1^2 = \frac{(O_1 - E_1)^2}{E_1}$, $\chi_2^2 = \frac{(O_2 - E_2)^2}{E_2}$...

$$\chi^2 = \sum \chi_i^2 = \sum \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

求出 χ^2 值後，我們來看看這分析是否顯著，就要先算出自由度 df [本題的 df 為 $(2 - 1)(7 - 1) = 6$]，然後查“ χ^2 凱氏平方分佈表”看看是否達到顯著的標準以上，如果超過標準（本研究中的每一表內附有 *，或 ** 記號者即為達到顯著標準 95 % 或 99 % 以上）即顯示了專科生與大學生對本問題的答案看法，有明顯的不同。為了不佔用大家的時間，其他問題的解釋法亦同，不再多寫。製成各問題的統計如表二至表七。

以上問題 1 至問題 3 以學生選擇第一順位的答案來作比較，全部答案依照統計分析的結果看來：

1. 對於我國電力以何種方式獲得？對這個問題第一優先順位的看法，大學生以甲、乙、丙組為背景來分析，他們的看法沒有差異，但男女生間，就有了顯著的不同，女生甲乙丙各組間，看法亦不一致，大學生與專科生亦有不同的看法。另外由以台電提供的現有設備的資料，我們發現，對本題答對的學生約有 42 %，其中以工專學生答對率最高約為 63 %。又男生的看法較女生正確，也許是各人涉獵知識的範圍，與本身所學及性別，有相當的關係。

2. 對於將來我國的主要能源是那一種？在第一優先順位的答案中，不同背景的學生，多有不同的看法，不過以選對的答案比例看來，尚能差強人意，可能是國內新聞傳播機構及台電公司努力宣導的結果。常識的傳播，大眾新聞媒體的效力，應是不可忽視的。

3. 對於調查原子能知識之資料，大學生與專科生所採用的方法，不盡相同，大學生採用“請教專家”的方法，認為最方便，所佔的比數亦高，而專科學生則略呈分散，是不是他們對獲得知識，尋找資料，無可適從？還是他們一向承襲了老師怎麼教，我怎麼學的單線學習法？這個問題，實在是指導學習的有關人員，值得注意及改進的地方；否則學生的知識來源，恐怕就會相當的閉塞了。

4. 有關放射性元素的知識，各不同背景的學生，他們的看法亦不相同，能答得正確的男學生，我們發現大學丙組學生為最高，女生中亦然。專科中，農專生比其他各校學生答對比率，由這個問題顯示了，屬於理、工的學生，他們在學習這部份知識時，顯然沒有較高的成就，這與他們在高中，或相當於高中的物理教學中是否有直接的關係？實在值得探討，而這種結果是否理想，希望能提供有關單位參考。

5. 對於核分裂與核融合這個更專門一點的問題，學生答案間有很大的差異應是意料中事，答對比率最高的仍為大學丙組男生，甲組學生只有 33.67 % 有正確的答案，這個結果，仍然顯示了甲組學生在學習物理所獲得的觀念不夠清晰，是他們的教材及教法已改變為重視“科學方法”“科學態度”而不重視“科學知識”的新觀念？若是如此，實值得慶幸，若非如此，這就值得有關人員深思檢討了。倒是大學乙組的男女同學，他們答對的百分比低是在意料之中，但許多人的“知之為知之，不知為不知”的精神，實在是教育工作中，可藉安慰的成果。

謝 誌

本研究之完成，承蒙台灣電力公司專文提供資料，高雄師院物理系陳興勤、陳伯宜、陳燦輝等三位先生及高雄醫學院物理科陳慧燕小姐之協助，特致謝忱。 □

參考資料

1. 台灣電力公司電秘字第 6905-1405 號概況資料表
2. 趙嘉崇 「物理學與核能發電」高雄師範學院物理系專題演講 民國 69 年 10 月 23 日
3. 周其宇 基本近代物理學 新亞出版社 P. 542-547 民國 64 年
4. 同 3 P. 556-559
5. 同 2
6. 核能發電簡介 行政院原子能委員會印行 P. 13-15
7. 三哩島事件 科學月刊 P. 35 ~ 42 民國 69 年 4 月
8. 同 2
9. 同 2
10. 泰勒博士 演講記錄 科學月刊 P. 29 ~ 34 民國 69 年 4 月
11. 同 2
12. 同 3 P. 558
13. 同 2
14. K. Watanabe & Y. Nakagana *Information on Learning of Radioactivity in Secondary Education. Journal of the Atomic Energy Society of Japan. Vol. 21, P. 577 1979.*
15. 林清山 心理與教育統計學 東華書局 民國 65 年

金的純度

冠 穎

金的純度可以下面三種方式表示：

1 百分率，其意義為一百份物質中，所含金的份數。

2 成色，其意義為每一千份物質中，所含金的份數。

3 開 (Karats)，其意義為每二十四份物質中，所含金的份數。

右邊的表格中，是一些常見的金的純度。

請注意「開」(Karats)是金的純度單位，千萬不要與「克拉」(Carat)混淆，「克拉」是寶石的重量單位，一克拉為 200 毫克。

金%	歐洲系統		(K)開系統	
	金含量	首飾上的記號	金含量	首飾上的記號
100	1000 成色	999	24K	24K
91.7	917 成色	917	22K	22K
75.0	750 成色	750	18K	18K
58.5	585 成色	585	14K	14K
41.6	416 成色	416	10K	10K

(取材自 Gold News, May 1980)