

實驗室安全衛生

--危害知多少？如何防範危害

大仁科技大學職業安全衛生系
馮靜安

實驗室安全嗎？

- 實驗室是一個怎麼樣的場所？
- 你通常會在實驗室待多久？
- 實驗室裡有安全設備嗎？
- 實驗室裡的藥品、器材及儀器你熟悉嗎？
- 你具備足夠的安全知識嗎？
- 如何擁有一個安全環境的實驗室？

近三年校園災害特性調查分析

-依發生事故的場所屬性分

- 1.大專院校以**化學性**實驗場所最多(平均為49.3%)
- 2.高中職校則以**機械性**實驗場所最多(平均佔41.8%)，**電機電子**(17.2%)及**化學**(11.2%)居次。

近三年校園災害特性調查分析

-依發生事故的媒介分

- 1.大專院校實驗場所相關事故前五項最重要之媒介為危險物/有害物(20.1%)、電氣設備(12.3%)、化學設備(11.7%)、材料(6.5%) 及其它(24.0%)。
- 2.高中職校實驗場所相關事故前五項最重要之媒介為一般動力機械(18.7%)、人力工具/手工工具(14.2%)、其它(9.0%)、用具(8.2%)與材料(7.5%)，而其餘機械則佔約11.2%。

近三年校園災害特性調查分析

-依事故發生原因

- 1.大專院校實驗場所相關事故前五項最重要之單項原因為火災爆炸(14.3%)、使用機具不當(12.3%)、使用有缺陷之機具(9.1%)、採取不正確姿勢(8.4%)及其它(16.2%)。
- 2.高中職校實驗場所相關事故前五項最重要之單項原因為使用機具不當(40.3%)、採取不正確姿勢(20.1%)、工作中開玩笑(10.4%)、未使用防護具(8.2%)及其它(3.0%)。

近三年校園災害特性調查分析

-依事故類型

1. 大專院校前五項最重要之類別為火災(20.8%)、與有害物接觸(14.3%)、物體倒塌/崩塌(11.7%)、切割等機械傷害(10.4%)及不當動作(9.1%)。
2. 高中職校前五項最重要之事故類別為切割擦傷(48.5%)、不當動作(9.0%)、被夾被捲(6.7%)、衝撞(6.0%)及跌倒(5.2%)。

為何需注意實驗室安全衛生？

- 保護自己免於實驗室的危害
- 保護他人免於實驗室的危害
- 法規要求
 - 勞工安全衛生法及相關子法
 - 管理組織、教育訓練
 - 容許濃度、環境測定、安全衛生管理
 - 安全設施、設備檢查

萬一發生實驗室災害

- 刑事官司
- 實驗室的損失或毀壞
- 教學、研究的停頓與延遲
- 民事賠償
- 內心一輩子的譴責
- 學校與老師之聲譽損失
- 實驗人員或學生的傷亡與前途的斷送

安全衛生從“心”開始做起

- 安全衛生多只需要一般常識，專業技術多已 ready，甚至已十分成熟，欠缺的只是“用心”
- 高知識分子是最難教育的，勇於批評工廠，卻怯於檢討自己的實驗室環境。要求政府應採先進國家最嚴苛的標準時，請別忘記也為自己實驗室人員的安全及工作環境盡些心力
- 安全是一切的根本，把實驗室當作是自己的家，以愛心與關心，作好安全衛生工作

意外？

- 意外？意料之外？意料之中？
- 事件 → 事故 → 災害
- 災害發生之主要原因：
 - ⊠ 都知道實驗室有很多危險，卻賭運氣、貪方便、粗心大意、趕時間、不按規定、投機取巧、走捷徑、馬虎、無知、輕忽、髒亂、懶
 - ⊠ 只靠小心永遠不夠，人總會疏忽、疲勞，要以制度管理、即使疏忽，也不致發生災害

何謂安全？

- 沒有絕對的安全！
- 要接受什麼樣的風險？
- 事前預防？
- 事後後悔？

實驗室安全衛生基本工作

- 危害認知
- 危害評估
- 危害改善控制
 - ➔ 人人參與
 - ➔ 多查資料、增加知能

實驗室之危害認知

實驗室災害包括：

- 1.因實驗操作或實習作業所造成之傷害。
- 2.因實驗操作或實習作業所造成之疾病。

實驗室之工作傷害原因

— 直接原因 —

- (一) 能量：如機械能、電能、化學能、熱能、輻射能。
- (二) 危險或有害物質：如壓縮或液化氣體、腐蝕性物質、易燃性物質、氧化性物質、毒物。

實驗室之工作傷害原因

-間接原因-

(一)不安全的設備：

如機械設備未有妥善的防護、採光照明不良、危險物、有害物容器未有適當之標示…

(二)不安全的動作：

如未遵守標準作業程序、使用不當的手工具、未著用適當之必要防護具…

實驗室之健康危害因子

1.化學性危害因子

2.物理性危害因子

3.生物性危害因子

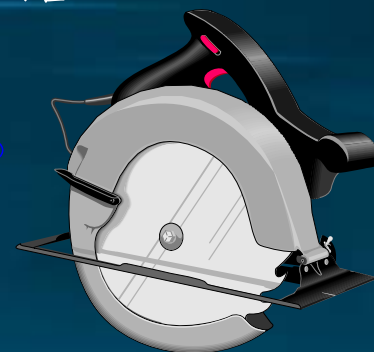
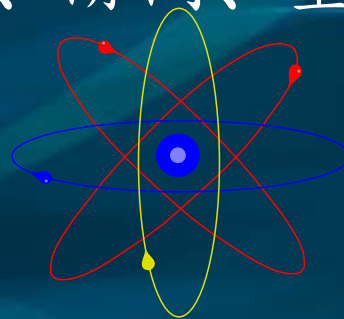
4.人因工程性危害因子

何謂危害？

- **危害(風險)**是指暴露於過量**危害因子**所引起的有害生物反應
- **危害(風險)**鑑定乃是觀察因暴露於**危害因子**而引起之生物反應的基本工作。
- **危害鑑定**也是**危險度(風險)**評估之第一步，包括蒐集，整理及評估所有危害因子有關且可用之資料。

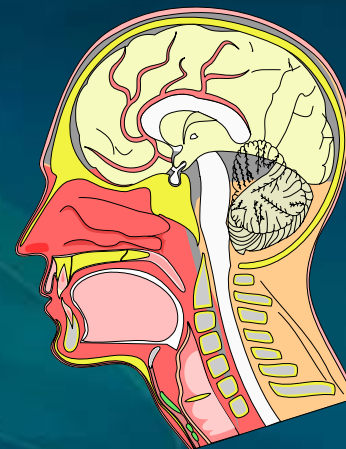
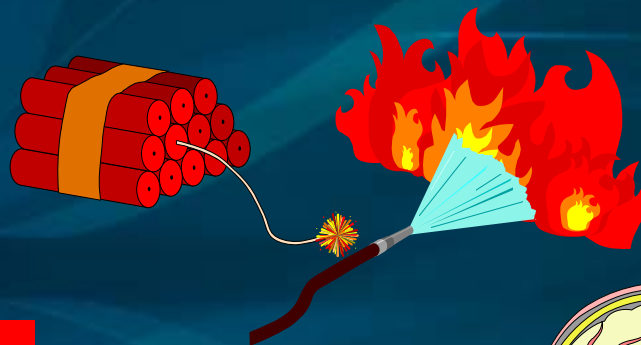
實驗室潛在危害（一）- 物理性

- 燙傷、機械傷害、感電、滑倒、墜落
- 游離與非游離輻射
- 採光照明
- 異常氣壓—潛水夫症
- 噪音、振動—聽力損失、白指病
- 高/低溫、高溼—中暑、熱痙攣、熱衰竭、凍傷



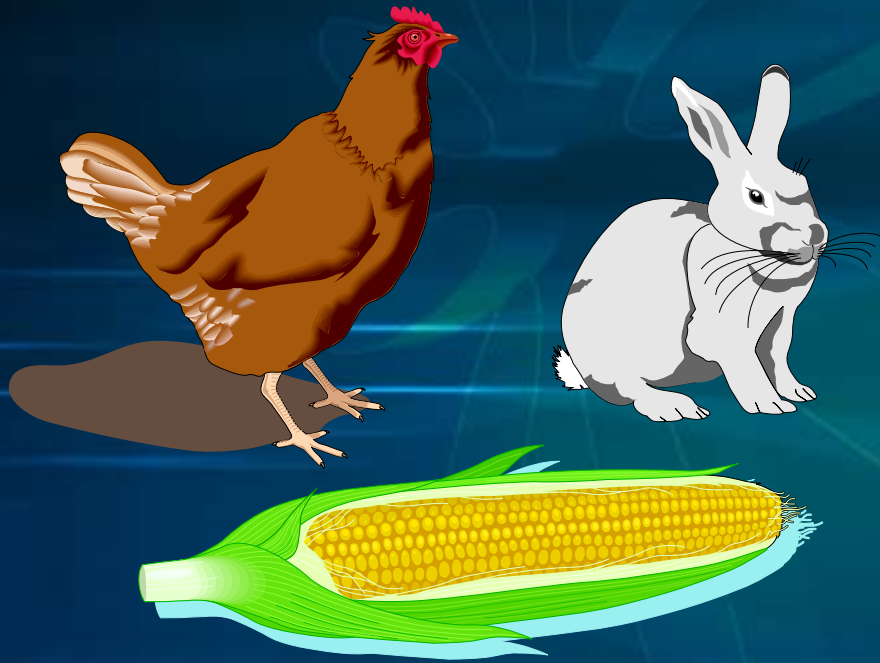
實驗室潛在危害（二）- 化學性

- 基於能量或物質與人體之不當接觸
- 火災爆炸
- 急慢性中毒
- 腐蝕、刺激
- 致癌



實驗室潛在危害（三）- 生物性

— 細菌、黴菌、微生物、病毒等感染



實驗室潛在危害（四）- 人因工程

- 姿勢不良、超過人體機能負荷—肌肉骨骼傷害
- 環境不適—精神不濟、易疲勞、易生災害
- 下背痛、腕道症候群、肩頸酸痛等
- 人機界面



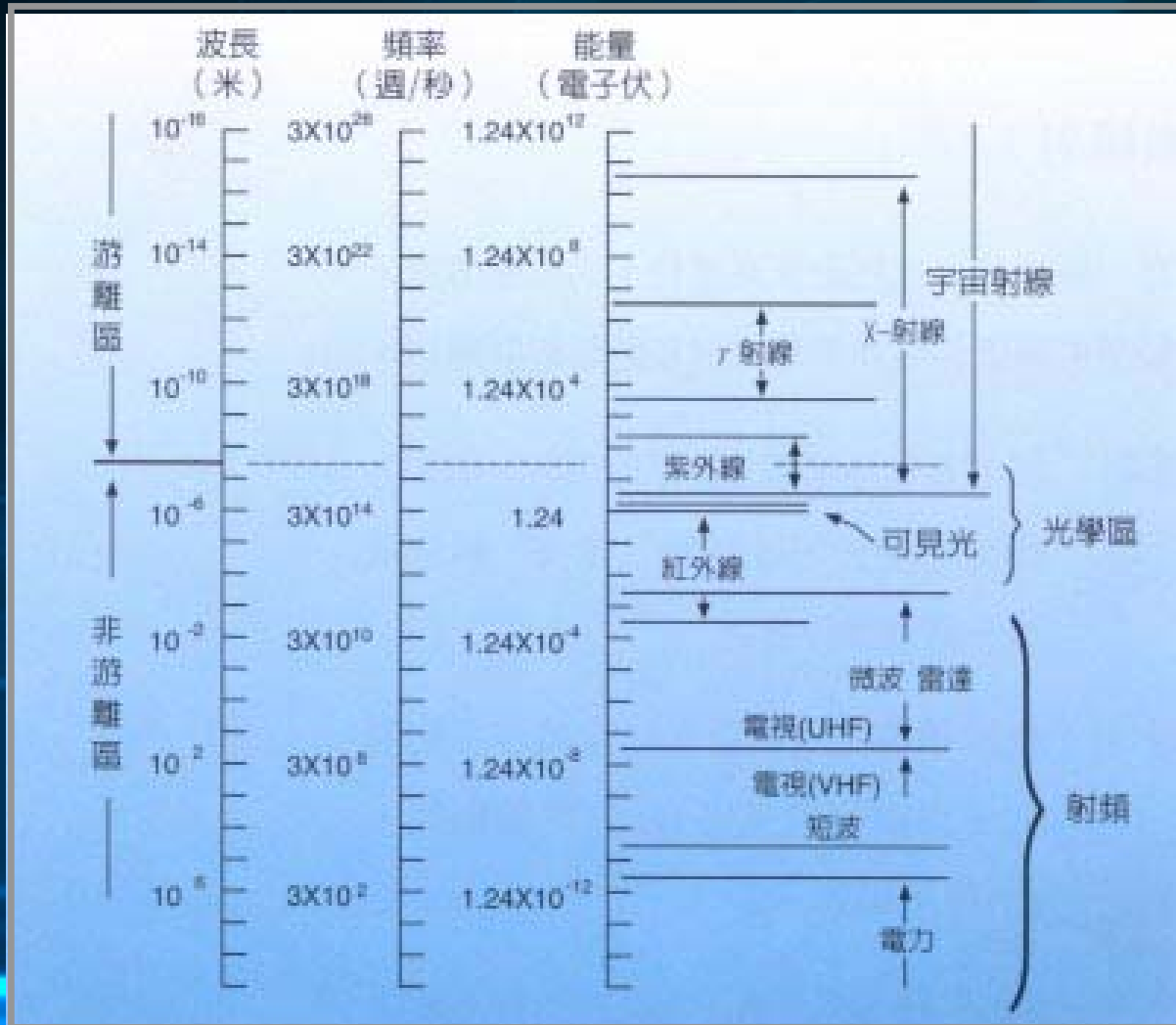
游離輻射

大綱

1. 認識游離輻射
2. 輻射的應用
3. 生活中的游離輻射
4. 輻射劑量與健康效應
5. 輻射劑量的量測與法規限值
6. 輻射防護的原則與輻射屏蔽
7. 結語

1. 認識游離輻射

1.1 游離輻射與非游離輻射之分野



電磁輻射能譜圖

1.2 游離輻射的分類



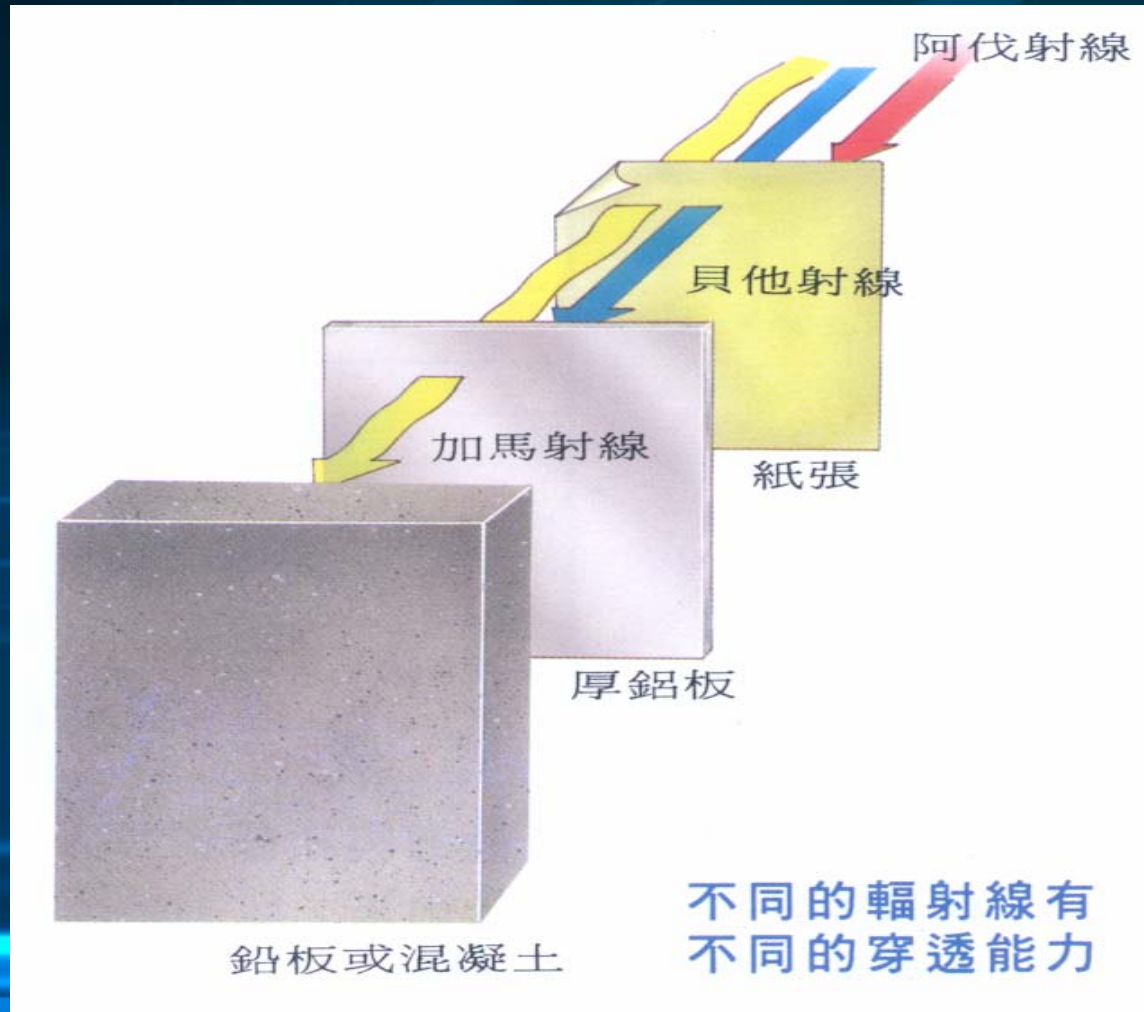
倫琴(Roentgen, 1845-1923)



倫琴夫人手部X光照片 (攝於1895年12月22日)

► 衰減(Attenuation) –

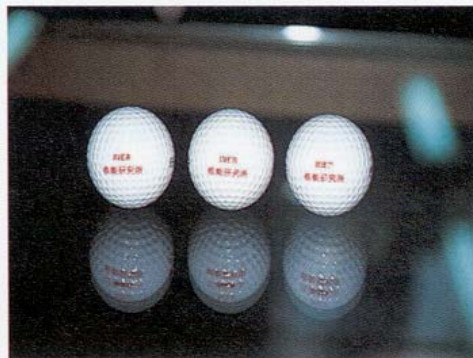
游離輻射都可以經由選定之屏蔽物質達到衰減其強度或完全阻擋其穿透之目的



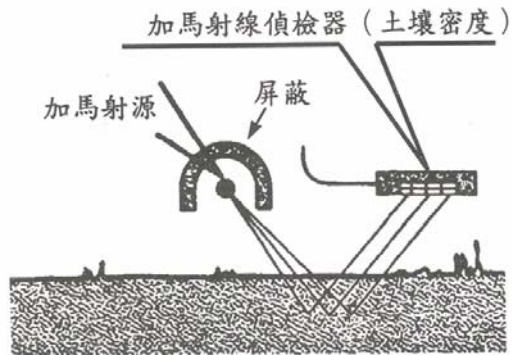
2.2 輻射照射應用



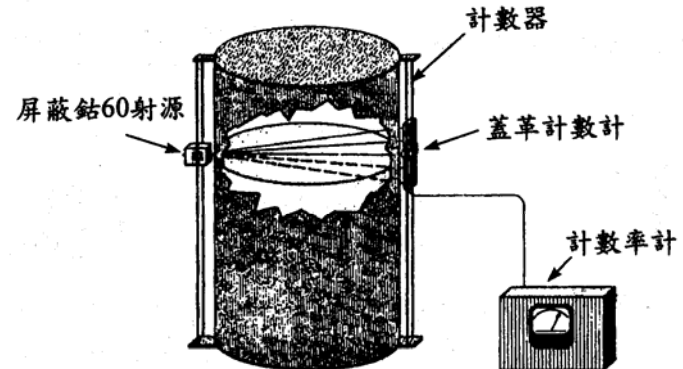
Irradiation technology for applications in medical, agricultural, and industrial products



2.3 各種工業上之輻射應用.....



3b



3a

密度計

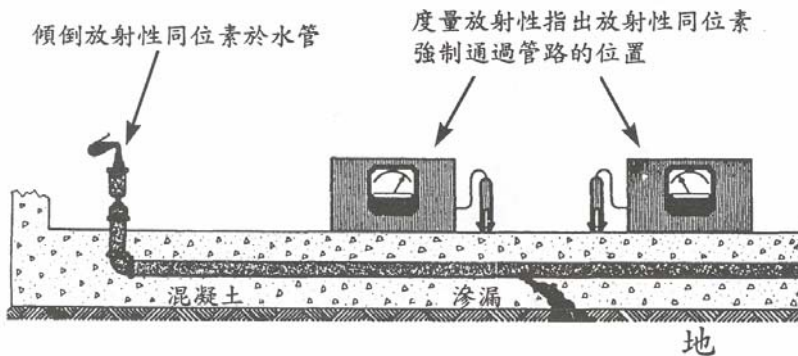
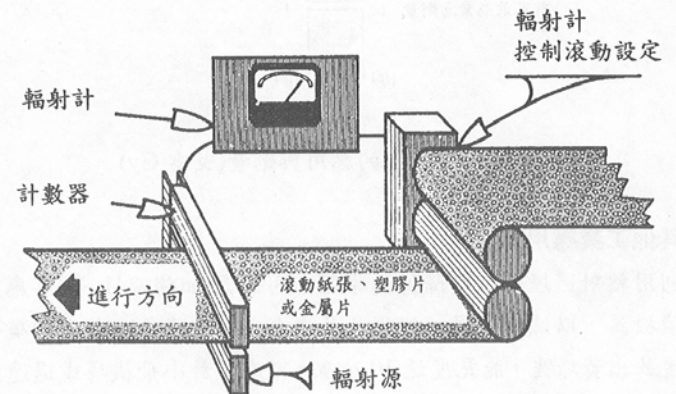


圖 4 測漏計

測漏計

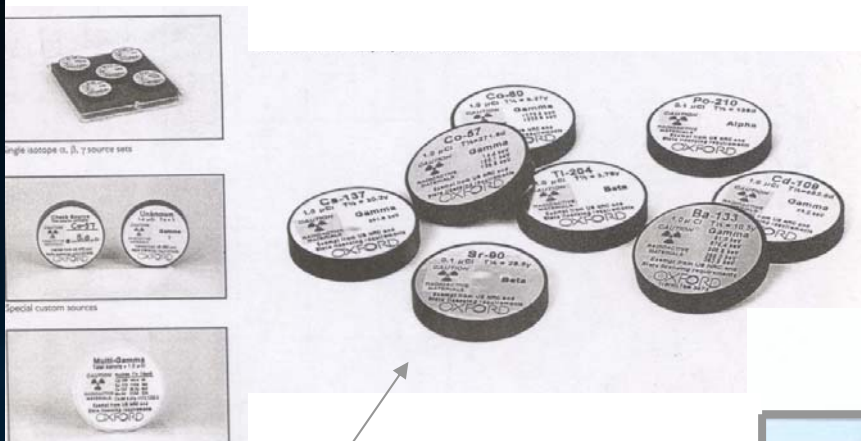
液位計



5b

厚度計

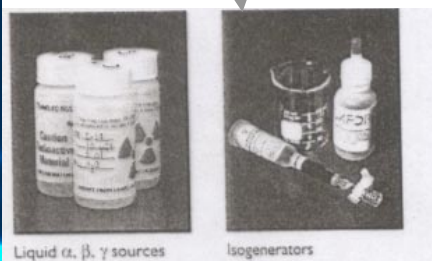
實驗室及工業上常用的輻射源及其半衰期



工業上常用的輻射源

用途	放射核種	半衰期
輻射照射處理 (消毒、滅菌)	^{60}Co	5.3y
	^{137}Cs	30.0y
輻射計測儀(厚度計、液位計、密度計等)	^{60}Co	5.3y
	^{90}Sr	28.1y
	^{137}Cs	30.0y
非破壞檢驗	^{60}Co	5.3y
	^{192}Ir	73.8d

實驗室常用的標準射源



Liquid α , β , γ sources

Isogenerators

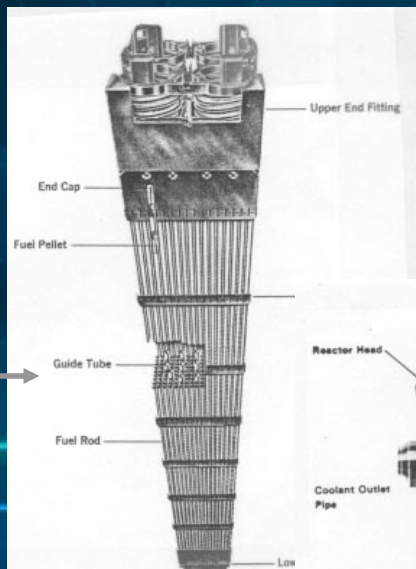
註：y 為年，d 為日

2.4 核能發電

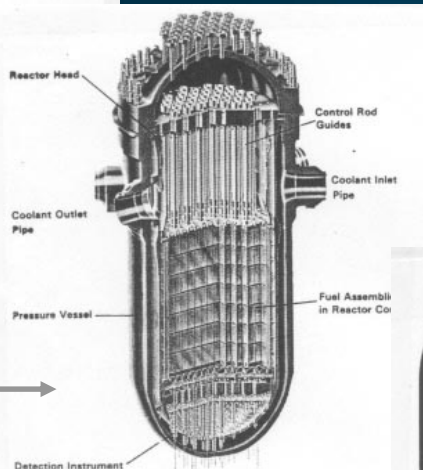


UO₂燃料丸

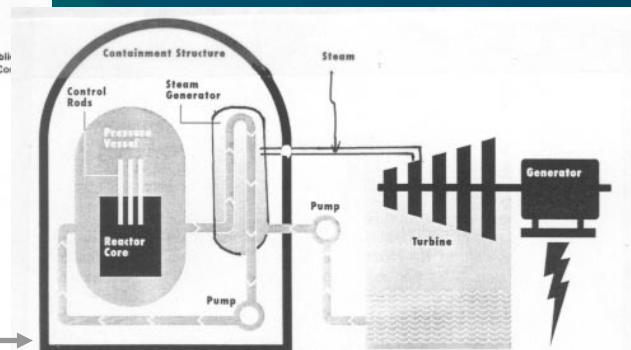
每一個²³⁵U分裂反應的中子淨產生率為約1.4個中子，若不加以控制將成(1.4)ⁿ級數成長，控制中子淨產生率是核能發電中重要的控制原理。



燃料束



核反應爐



核能電廠

2.5 民生消費性產品

手錶和時鐘
的光源
(早期²²⁶Ra，
近期³H，¹⁴⁷Pm)

陶瓷器皿
(天然的 U、
Th、K)



下列將列出一些我們生活中常遇到且熟悉的
含放射性物質的消費性產品，使用輻射偵測儀器
就可偵檢出其高於正常輻射背景值的不同。

煙霧偵檢器 (Smoke Detectors)

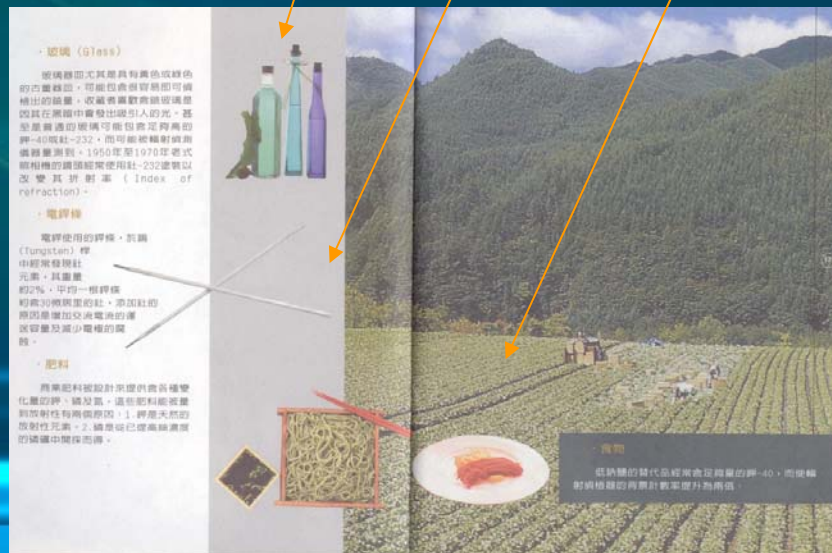
大多數住家、辦公場所或商場內裝設的消防
用煙霧偵檢器，裡面有一個低放射活度的釷-
231 (Th-231) 製源，釷-231放出阿爾法和子而
遊離煙霧偵檢器內的空氣並產生離電性，任何
進入偵檢器內的煙霧微粒會把電流阻斷而觸發警
報，雖然此元件偶爾會致人生命，但世界各國少
數對輻射還有恐懼的人的意見：「煙霧偵檢器是
安全的。」的問題，答案當然是：「是的，它們是
安全的。」一般在偵檢器元件內會有適當密封、操
作及維護的說明指導。

煙霧偵檢器
(²⁴¹Am)

黃綠古董玻璃
(天然的U、Th、K)

電焊條
(鎢桿中的 Th)

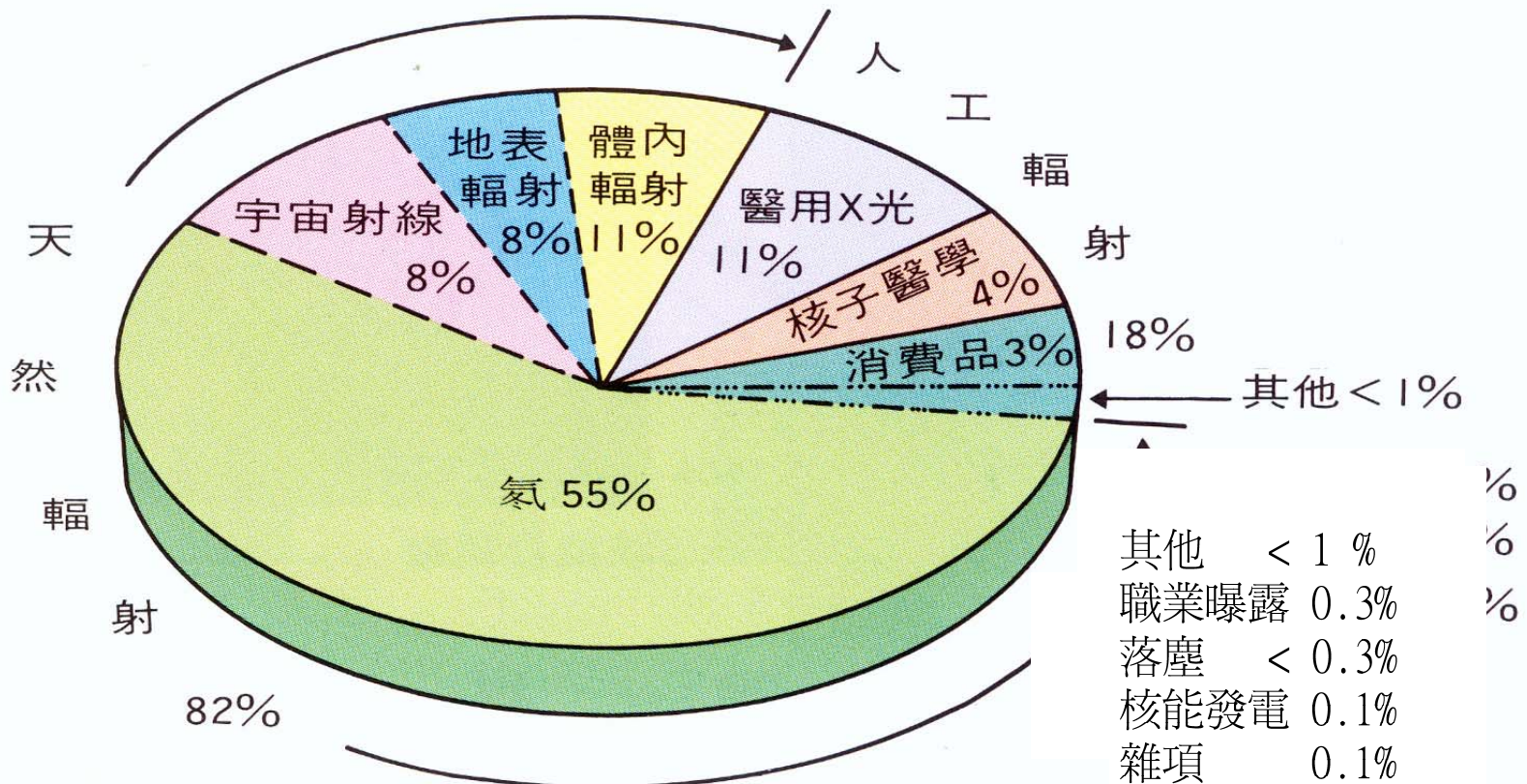
肥料
(K, P, U)



3. 生活中的游離輻射

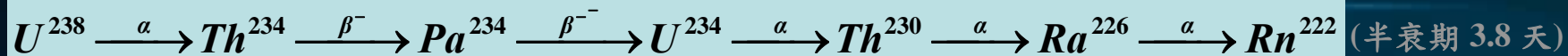
3.1 生活中的輻射來源

一般民眾接受天然與人造輻射來源分佈圖



3.2 天然輻射

A. 氡氣—天然放射性氣體(α 放射性核種)，
為鈾和釷的子核種。



- ▶ 地表土壤及岩石中都含有少量的鈾和釷，
建材亦多為土壤和岩石之製品，氡氣因此
長存於居住環境中，為天然輻射之最大來源。
- ▶ 密閉坑道、通風不良之居處環境，易造成氡
氣濃度之累積。富含鈾或釷礦床之地區，氡
氣濃度也較高。

B. 體內的天然輻射-主要為鉀-40(K^{40})

- ▶ 人體體重約含0.2%的鉀，其中0.012%的鉀-40(半衰期 1.27×10^9 年)為 β 放射性核種。
- ▶ 人類的食物來源中，魚、蔬果、牛奶、肉類和五穀也或多或少含有鉀-40。

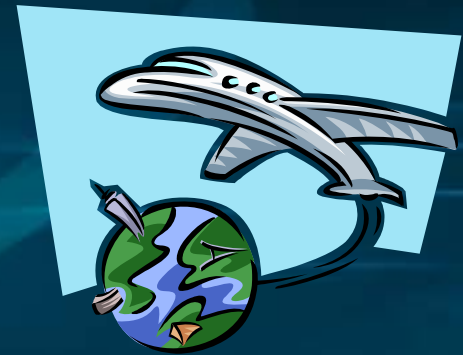


C. 宇宙射線

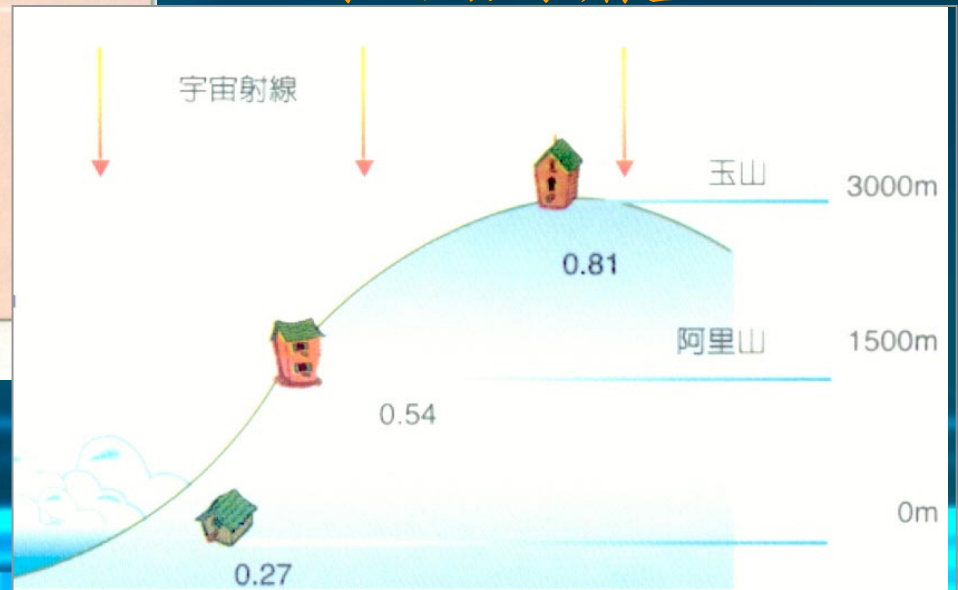
高空飛行可能接受之宇宙射線劑量

航線 (往返)	接受劑量 (微西弗)
台北 = 紐約	156
台北 = 阿姆斯特丹	99
台北 = 洛杉磯	93
台北 = 約翰尼斯堡	72
台北 = 雪梨	48
台北 = 新加坡	15
台北 = 金門	0.67
台北 = 高雄	0.48
台北 = 台南	0.23
台北 = 蘭嶼	0.13
高雄 = 馬公	0.07

註：1000 微西弗 = 1 毫西弗



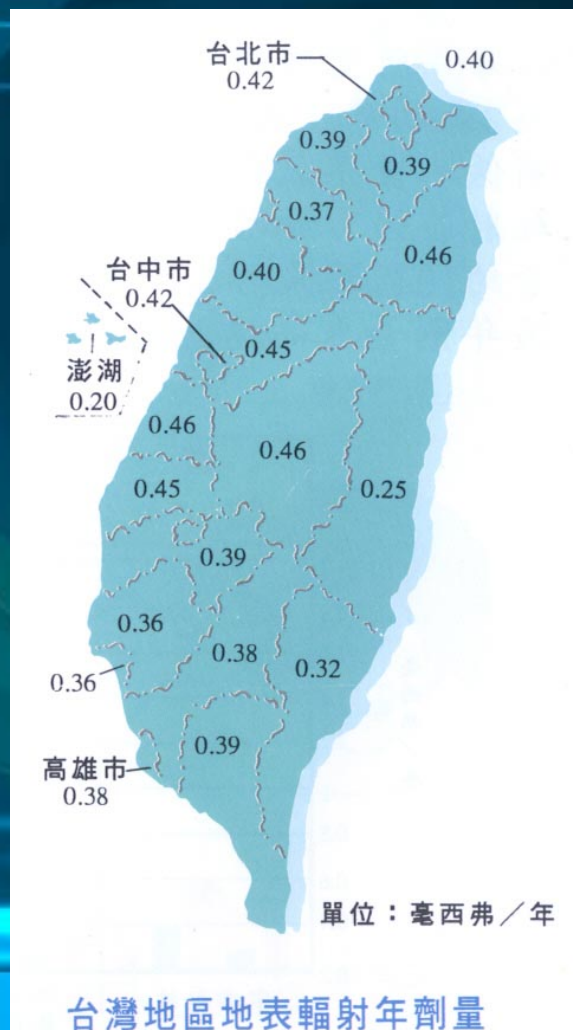
平地與高山可能接受之宇宙射線劑量



D. 地表輻射

- ▶ 地表的土壤及岩石含有天然放射性核種- 鈾、鈾、鉀-40、及鈾、鈾之衰變核種。
- ▶ 不同地區可能因地質型態之不同，而具有度不同的地表輻射背景劑量。

台灣地區建材之放射性含量				
建材種類		放射性核種活性(3.7×10^{-2} Bq/g)		
		鉀-40	鈾-238系列	鈾-232系列
紅	磚	14.89	0.80	1.21
鑽	磚	18.16	1.12	1.62
磁	磚	29.76	1.93	2.47
空	心 磚	13.51	0.35	0.78
硃	礮	10.78	0.48	0.85
石	棉 瓦 片	12.11	1.45	1.51
白	砂	0.71	0.11	0.10
黑	砂 石	3.90	0.11	0.29
黏	土	1.97	0.17	0.21
混	凝 土	5.58	1.06	0.46
水	泥 (A)	10.00	1.73	0.78
水	泥 (B)	6.01	1.87	0.65



▶ 世界各國及其各區域可能 因地域或生活習慣不同而有不同的背景劑量水平

類別	世界平均	美國	日本	臺灣
宇宙射線	0.36	0.28	0.38	0.27
地表及建物	0.41	0.28	0.29	0.55
小計(體外輻射)	0.77	0.56	0.67	0.82
氡等	1.26	2.00	0.56	0.83
鉀40等	0.36	0.39	0.47	0.33
小計(體內輻射)	1.62	2.39	1.03	1.16
合計	2.40	3.00	1.70	2.00

UNSCEAR：聯合國原子輻射效應科學委員會(1993) 年劑量(毫西弗)

地區或國家名稱	年劑量(毫西弗)	2毫西弗的倍數	說明
伊朗 Ramsar市	6~360	3~180	此等地區 民眾癌症 發生率與 一般地區 無明顯差 異
印度 Kerala區十個村莊	平均 13	6.5	
巴西 Espirito Santo	0.9~35	17.5	
大陸 福建鬼頭山區	平均 3.8 最高 120	1.9 60	

3.3 人造輻射

A. 醫療輻射

醫用X光、放射性治療、核醫藥物.....

B. 工業輻射

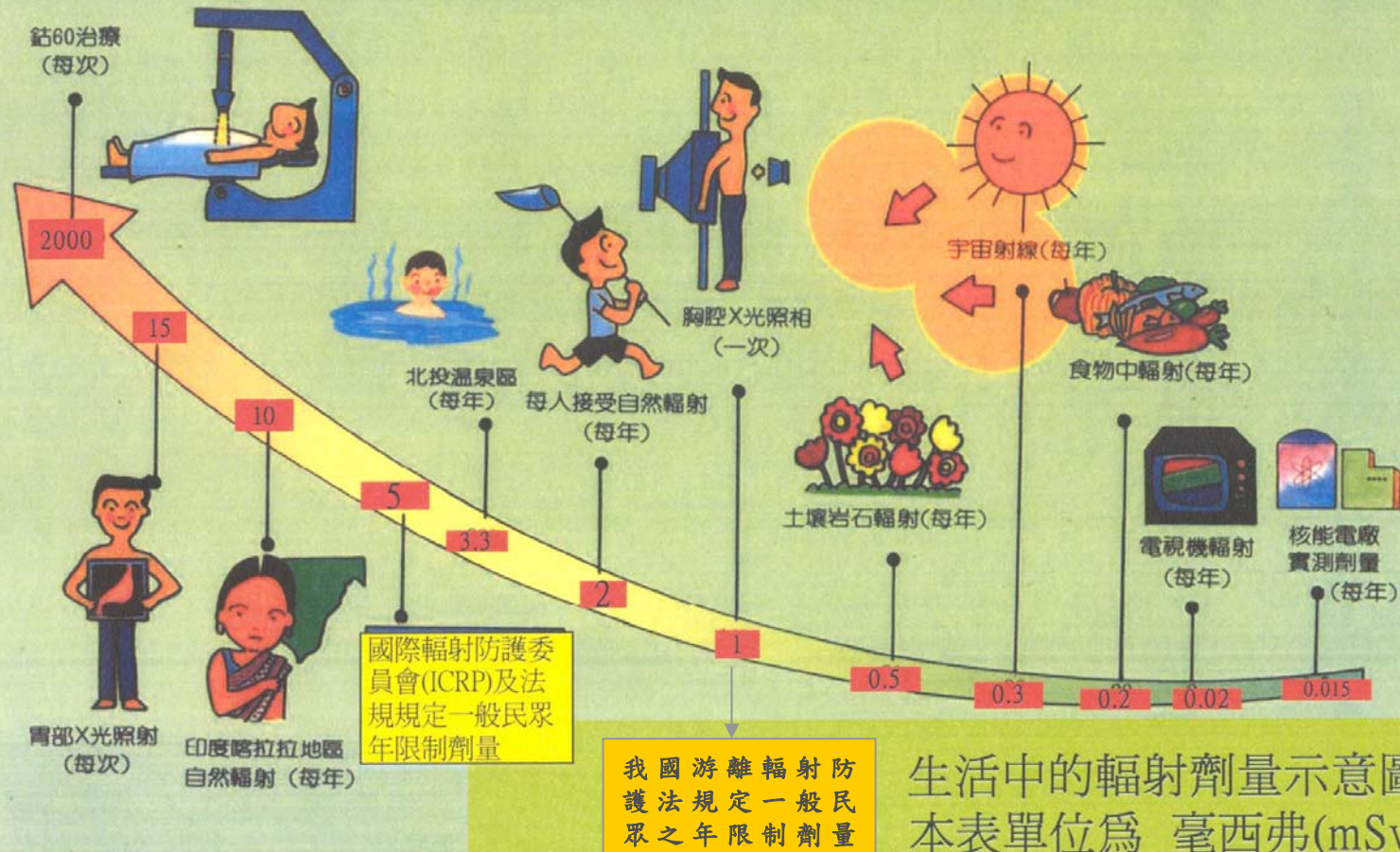
核能發電、非破壞性檢驗、厚度計、
密度計、液位計...

C. 民生用品輻射

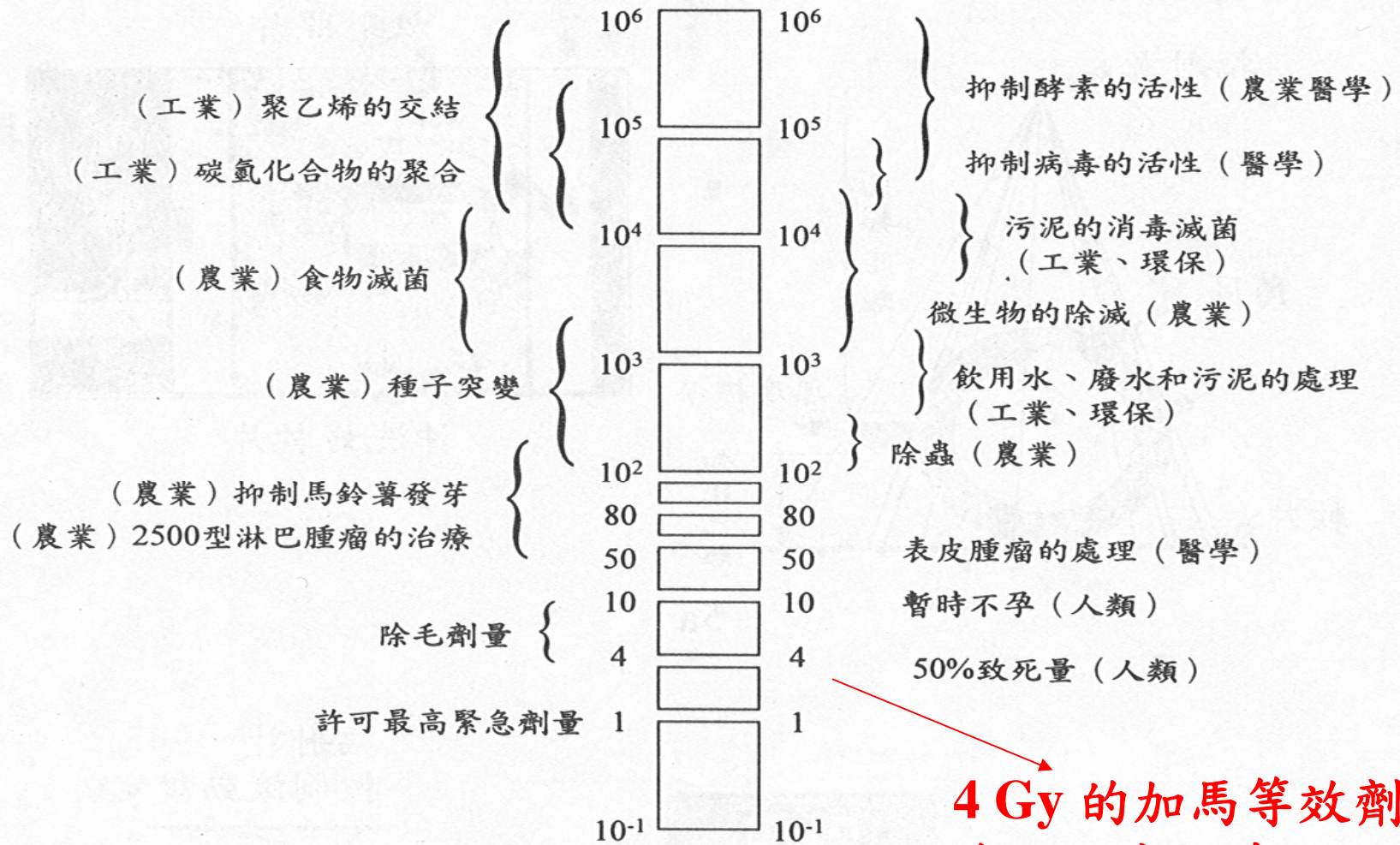
夜光表、煙霧偵檢器、肥料...

3.4 生活中輻射劑量的比較

輻射劑量比較



工業上各種輻射照射應用輻射劑量比較表

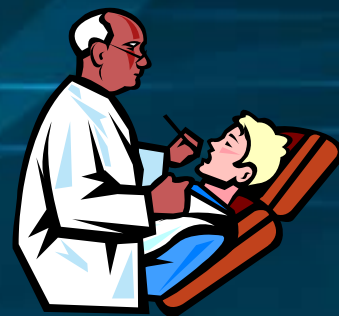
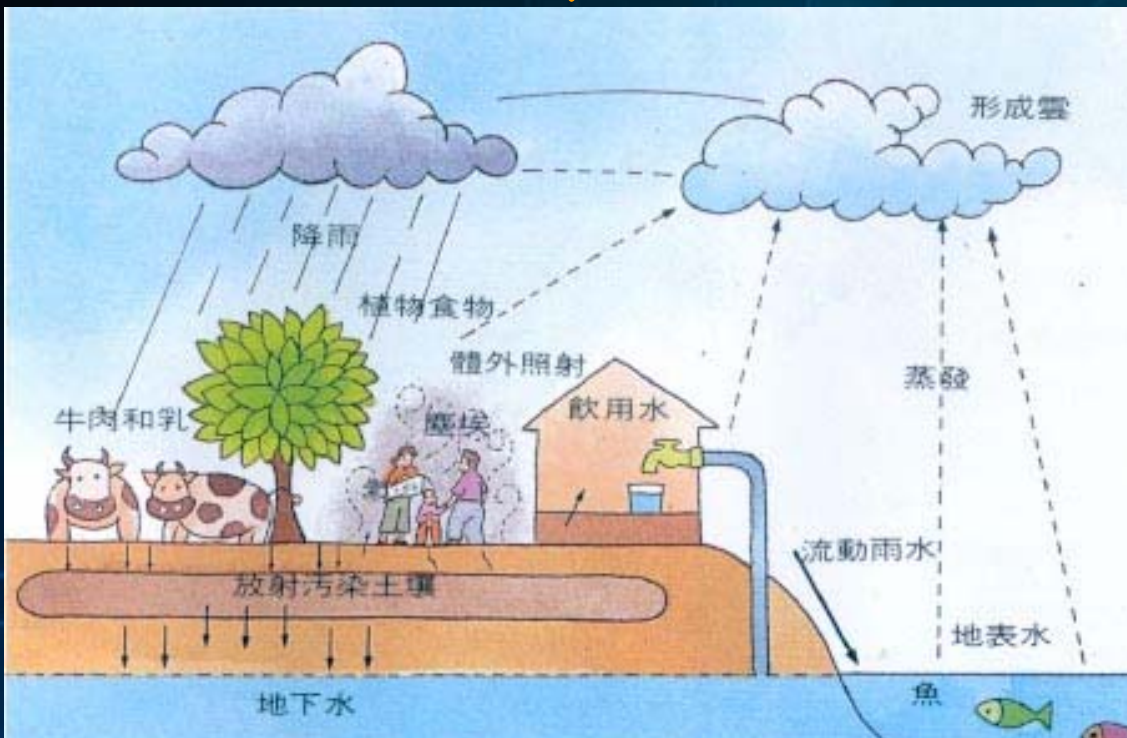


**4 Gy 的加馬等效劑量
為4000毫西弗(mSv)**

輻射照射的應用與劑量(戈雷 Gy)

3.5 生活環境與輻射曝露間的關係

居家



醫療



消費



工作場所/實驗室

4. 輻射劑量與健康效應

4.1 輻射劑量的定義

吸收劑量 D_T : Absorbed Dose (joul / kg)

1 Gy (戈雷) = 1 joul /kg (焦耳/公斤)

等價劑量 H_T : Equivalent Dose (joul / kg)

$$H_T = \sum_R D_{T,R} \cdot W_R$$

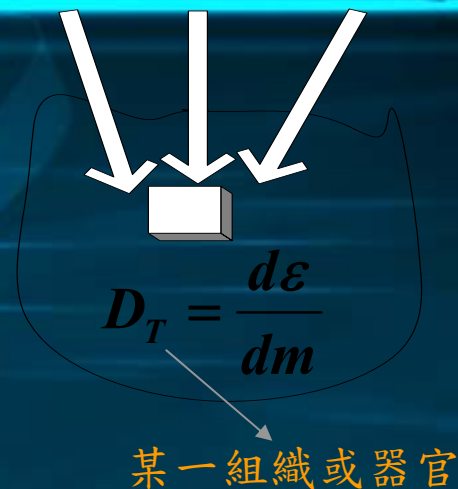
1 Sv (西弗) = 1 Gy x W_R (W_R 輻射加權射質因數)

$W_R = 1$ for X、 γ 、 β

$= 5$ for high energy protons (質子)

$= 20$ for α particles and multiple charged particles, fission fragments

$= 5 \sim 20$ for neutrons with different energy (中子)



等效劑量 E(單位：西弗)：Effective Dose (joul / kg)

$$E = \sum_T H_T \cdot W_T$$

人體不同器官所接受到的等效劑量

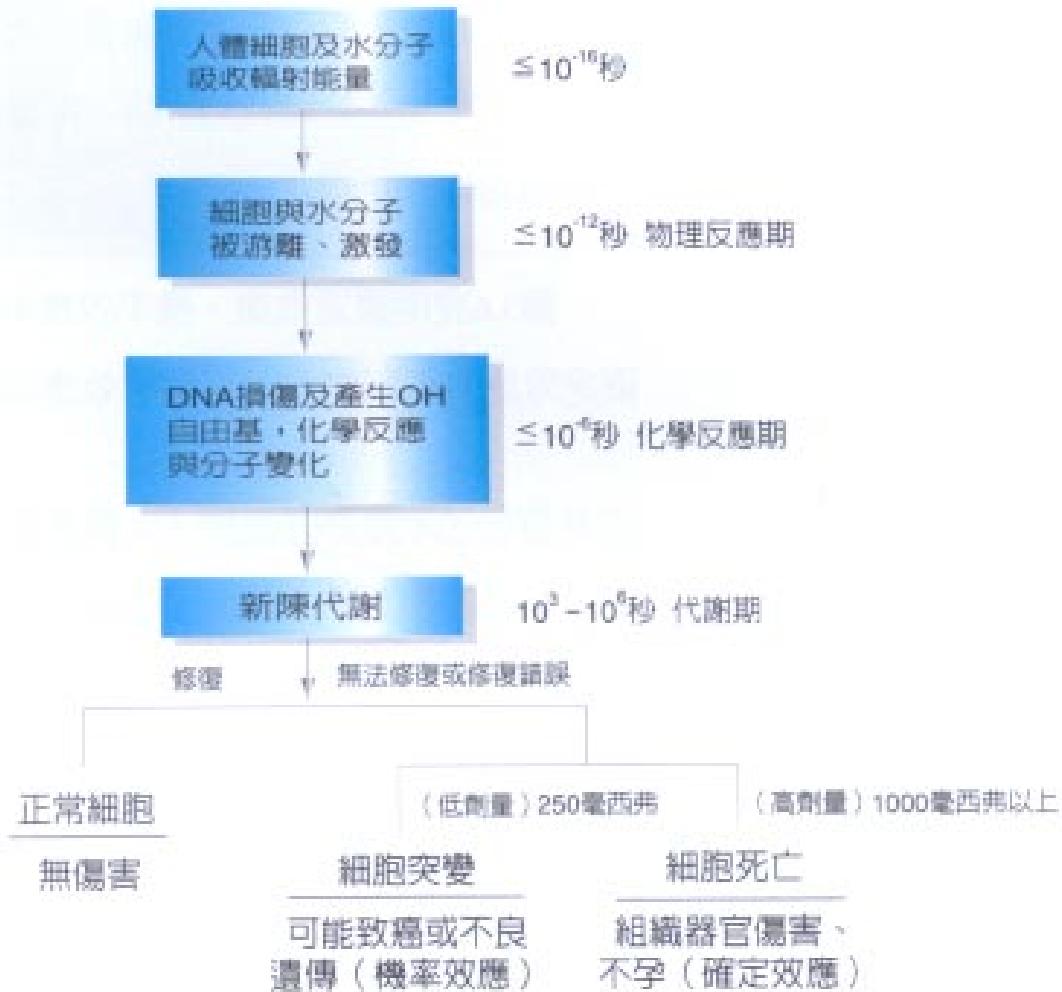
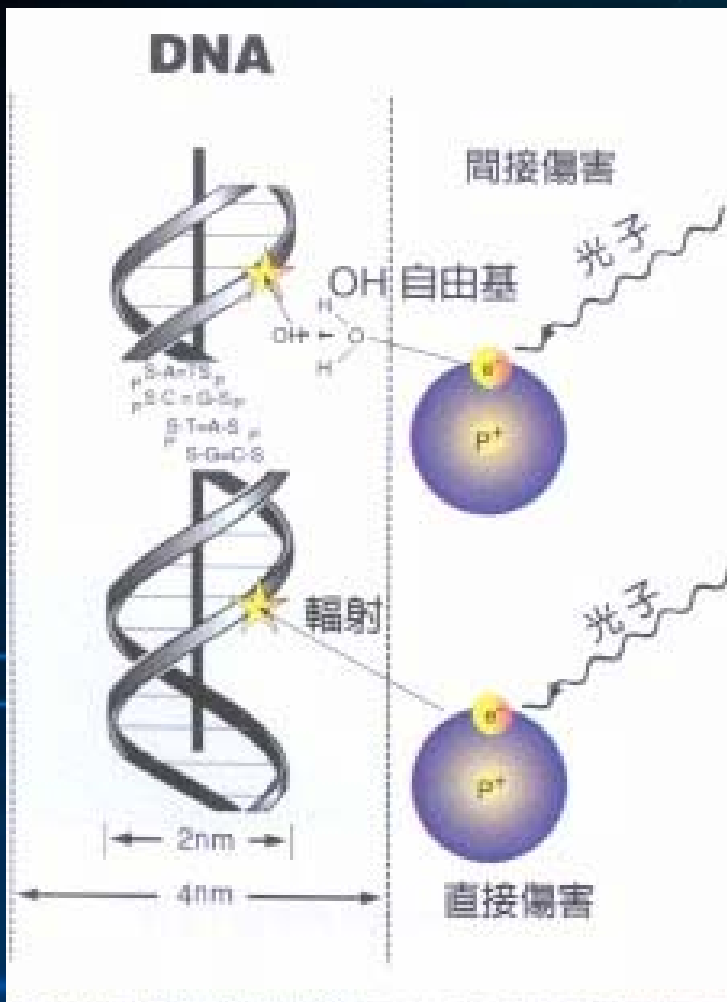
不同器官之組織加權因素

因人體不同器官遭受到不同輻射劑量所造成的整體人體輻射效應

器官或組織	W _T	
	ICRP-26	ICRP-60
性腺(生殖腺)	0.25	0.20
紅骨髓	0.12	0.12
結腸(大腸直腸)		0.12
肺	0.12	0.12
胃		0.12
膀胱		0.05
乳腺	0.15	0.05
肝臟		0.05
食道		0.05
甲狀腺	0.03	0.05
皮膚		0.01
骨髓表面	0.03	0.01
其餘部分	0.30	0.05

資料來源：ICRP-26(1977)及ICRP-60(1991)
我國目前之法規W_T係沿用ICRP-26

4.2 輻射對身體細胞傷害的機制



4.3 輻射之健康效應

▶遺傳效應：

輻射可能導致染色體結構變異或基因突變，染色體分裂時如受嚴重照射將改變其特性。基因突變可能導致智能或身材的差異，如侏儒、智能減退、早產、多病或白痴等。

▶軀體效應

(1)急性全身效應如下表所列：

一次劑量(毫西弗)	一般症狀說明
小於 10	無可察覺症狀，但遲延輻射病的產生仍可能發生。
100~250	能引起血液中淋巴球的染色體變異。
250~1000	可能發生短期的血球變化(淋巴球、白血球減少)，有時有眼結膜炎的發生，但不致產生機能之影響。
1000~2000	有疲倦、噁心、嘔吐現象，血液中淋巴及白血球減少後恢復緩慢。
2000~4000	24小時內會噁心、嘔吐，數週內有脫髮、食慾不振、虛弱、腹瀉及全身不適等症狀，可能死亡。
4000~6000	與前者相似，僅症狀顯示的較快，在2~6週內死亡率為50%。
6000以上	若無適當醫護，死亡率為100%。

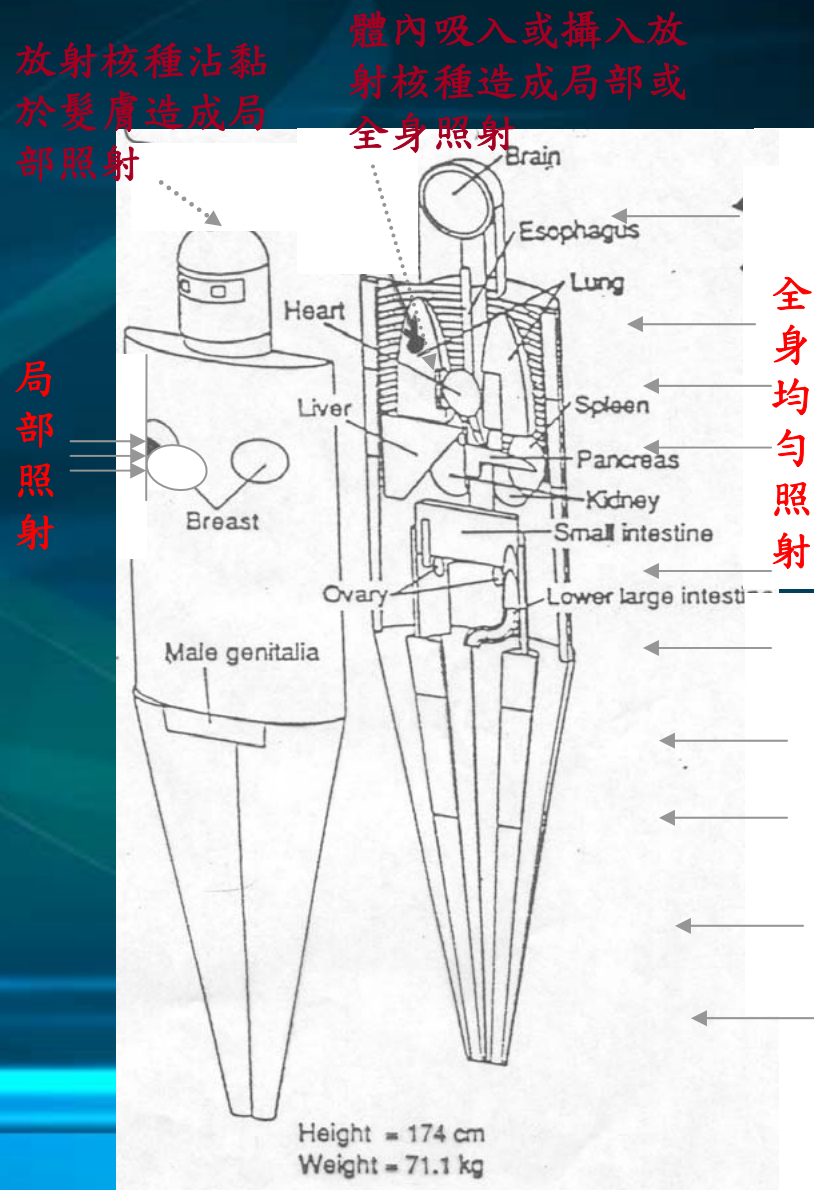
(2)局部或遲延效應

皮膚	紅斑、脫毛、嚴重者會紅腫、起泡、潰瘍，有如一般燒傷。
眼睛	水晶體受 5 西弗以上之輻射劑量破壞後透明性喪失，出現雲絲狀物(俗稱翳)，是為白內障，嚴重者可能失明。
造血機	紅骨髓為造血器官，對輻射極為敏感，受破壞後將減弱血液之殺菌，運輸及凝血功能，且可能導致血癌(俗稱白血病)。
消化器官	受輻射傷害之主要症狀為噁心、嘔吐、腹瀉及食慾不振。小腸內壁最為敏感，受損後易致潰瘍，大量出血(不易凝結止血)，且不易消化吸收，造成體弱及貧血，並易感染併發症。
甲狀腺	位於喉部，分泌荷爾蒙控制新陳代謝。碘-131侵入人體後，即被吸收，集中於此，減少生產荷爾蒙，以致減低新陳代謝而損及健康，或可能導致甲狀腺癌。
生殖機能	男子睪丸一次接受 5 西弗以上時可能導致永久不孕，劑量較低或慢性累積者均可恢復，女子不孕劑量約為 3 西弗。遭受高劑量損害之精子或卵子，如成孕則可能造成流產、死胎、畸形或智能遲鈍等現象。胎兒於細胞分裂生殖期中最易受輻射影響，故孕婦懷孕初期宜特別注意。孩童對輻射亦遠較成人為敏感。

5. 輻射劑量的量測與法規限值

5.1 輻射照射與輻射污染

- ▶ 照射：人曝露於體外輻射場中受到輻射之照射，不會造成輻射之擴散。
- ▶ 污染：人的髮膚附著或體內吸入或攝入放射核種而受到輻射之照射，污染通常會造成輻射之擴散。
- ▶ 造成人體之輻射曝露，其輻射源來自於體外者稱為體外曝露，來自於體內者稱為體內曝露。



5.2 人員體內放射性污染的偵測

全身計測法

可直接自體外計測體內含核種及活度，對體內污 χ 或 γ 核種的測量甚為方便，高能量 β 核種也可能測量。



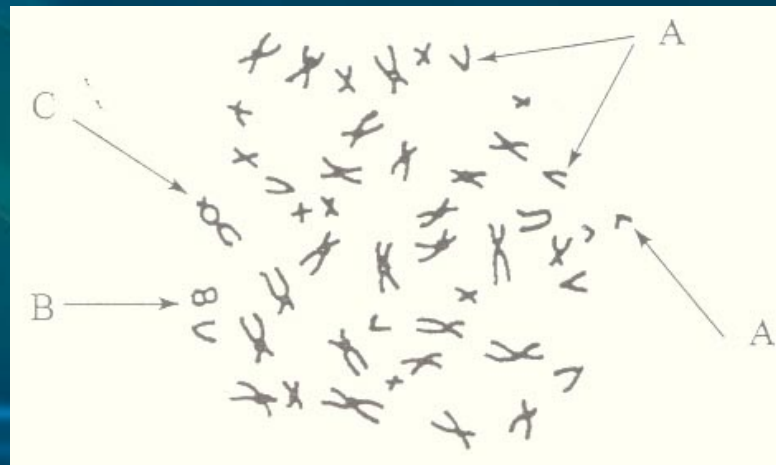
全身計數器

全身計測

生化分析法

藉由取人的排泄物(糞便、尿、血液等)，經過適當處理後加以偵測，據以推算全身污染的活度，此方法適於偵測發射任何輻射(α 、 β 、 γ 、 χ)的放射性核種。

染色體變異分析



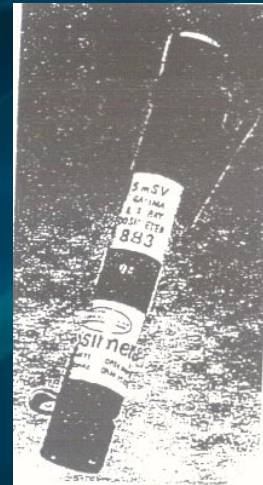
5.3 人員體外劑量監測

個人劑量計

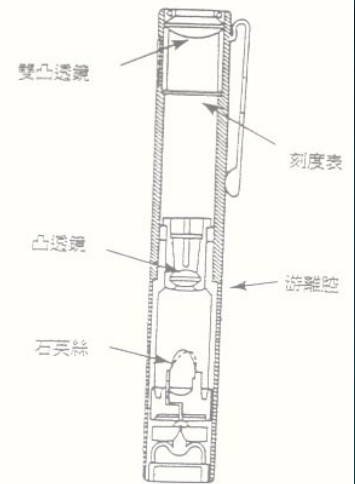


個人警報器

劑量筆

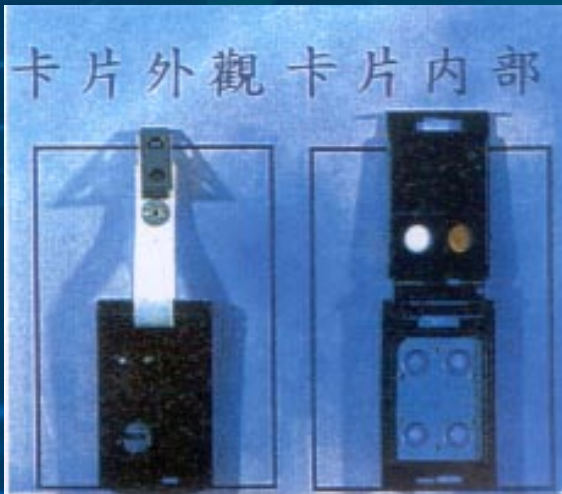


袖珍劑量筆



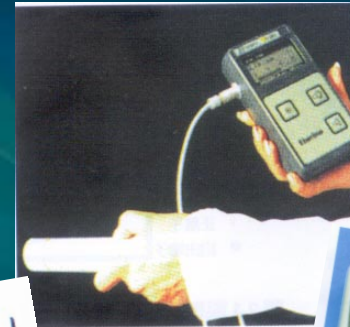
直讀式劑量筆

人員劑量配章



人員輻射劑量佩章

手提輻射偵檢器



手提輻射偵檢器

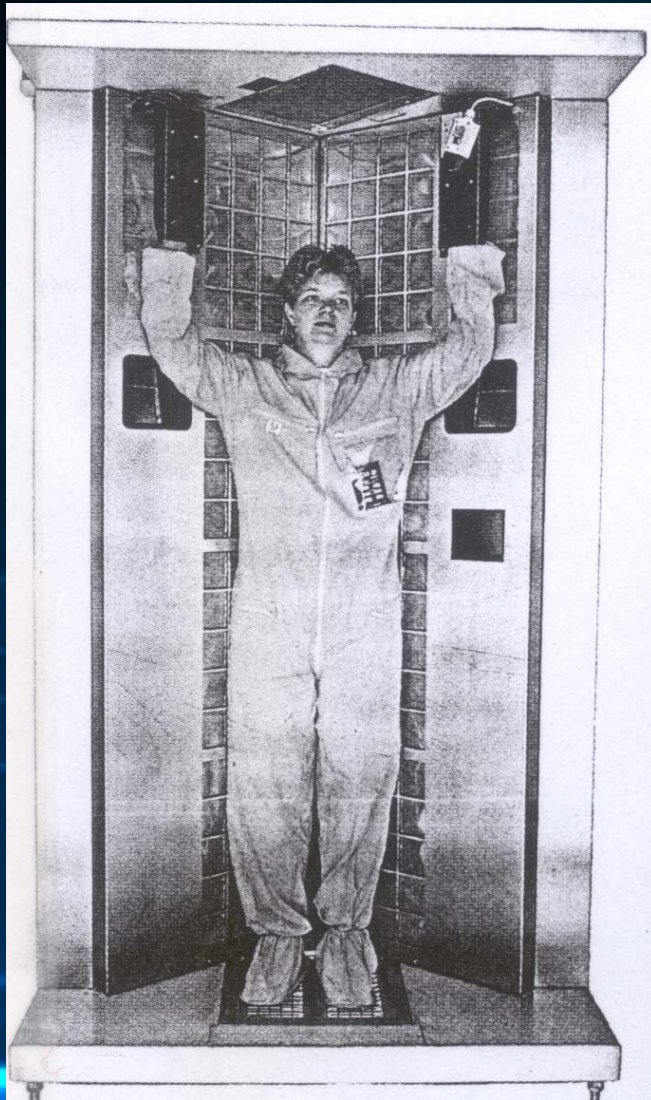


手提污染偵檢器



核能研究所 SM-99 輻射偵測器

進出輻射管制區之門型偵檢器



進出海關碼頭之門型偵檢器



環境輻射監測

地球整體大氣之流動影響著我們的環境輻射背景



核二廠附近之輻射偵測站位置圖



輻射劑量之法規限值

▶ 游離輻射防護法 → 游離輻射防護法施行細則
游離輻射防護安全標準(92.02.01開始施行)

▶ 年劑量限值

目的	組織器官	劑量限度(毫西弗/年)	
		輻射職業人員	一般民眾
抑低機率效應至可接受水平	全身 (有效等效劑量)	50 (連續五年之年平均小於20)	1
防止確定效應發生	眼球水晶體	150	15
	個別組織 或器官	500	50

▶合理抑低原則 ---

ALARA (As Low As Reasonably Achievable)

輻射防護應考慮合理抑低原則，指盡一切合理之努力，以維持輻射曝露在實際上遠低於法規之劑量限度。其要點為：

- (1) 須與原許可之活動相符合。
- (2) 需考慮技術現狀，改善公共衛生及安全之經濟效益，以及社會與經濟因素。
- (3) 須為公共之利益而用輻射。

▶ 佩帶人員劑量計之規定

我國於民國九十一年十二月二十五日公布的「游離輻射防護法」第十五條，及其「游離輻射防護法施行細則」第六條與人員劑量監測有關的規定如下：

- (1) 工作人員一年之曝露可能超過年個人劑量限度十分之三者(通常稱為甲種狀況)，其有效等效劑量 6 毫西弗，眼球水晶體之等效劑量為 50 毫西弗，皮膚及四肢之等效劑量為 150 毫西弗)，雇主應對輻射工作人員實施個別劑量監測。~~進入~~工作場所應佩帶人員劑量計
- (2) 雇主評估其工作人員曝露可能低於年個人劑量限度十分之三者(通常稱為乙種狀況)，得以工作環境監測代替個別人員偵測。工作場所應配備輻射劑量(率)監測器

▶ 輻射作業教學或工作訓練之規定

依據游離輻射防護安全標準第九條定：

「十六歲至十八歲接受輻射作業教學或工作訓練者，其個人劑量限度，依下列之規定： —————→ 乙種狀況

- (1) 一年內之有效等效劑量不得超過 6 毫西弗。
- (2) 眼球水晶體之等效劑量於一年內不得超過 50 毫西弗。
- (3) 皮膚或四肢之等效劑量於一年內不得超過 150 毫西弗。」

▶ 對於女性保護之特別之規定

依據游離輻射防護安全標準第十條：

「雇主於接獲女性輻射工作人員告知懷孕後，應即檢討其工作條件，以確保妊娠期間胚胎或胎兒所受之曝露符合第十一條一般人之劑量限度。對告知懷孕之女性輻射工作人員，其腹部表面之等效劑量於剩餘妊娠期間不超過 1 毫西弗，且攝入體內之放射性核種不超過年攝入限度之百分之 2，視為不超過前項胎兒之劑量限度。」

6. 輻射防護的原則與輻射屏蔽

6.1 體外輻射防護的原則

- ▶ 時間：縮短於輻射場中的逗留時間
- ▶ 衰減：注意射源原始強度與衰減時間
(瞭解你的射源)

$$C = C_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t}$$

- ▶ 距離：加馬射源強度隨距離平方成反比
- ▶ 屏蔽：使用各種有效的屏蔽材料



6.2 體內輻射防護的原則



- ▶ **阻絕**：阻絕放射性物質經由飲食、呼吸、皮膚吸收、傷口侵入進入人體內的途徑。因此，個人體內曝露的防護方法就是避免在污染地區逗留，避免食入、減少吸入、增加排泄。
- ▶ **稀釋**：對受輻射污染的空气或水以未受污染的空气或水加以大量稀釋，使其達到可以排至大氣或水域中之排放規定。
- ▶ **分散**：對受輻射污染的物質藉由空气或水域加以分散。
- ▶ **除污**：加強污染管制及除污的工作，利用各種除污方法對受輻射污染的人體或物體進行除污，使其所附著的放射性污染減少。

輻射屏蔽之考量

▶ α 粒子之屏蔽考量：

α 粒子因其穿透力甚弱，人體皮膚之死層(Dead Layer)可有效阻止 α 粒子(α 至少需具有 7.5MeV 以上之能量，才可能穿透皮膚)，因此 α 粒子在體外將不會構成傷害。

故 α 粒子之屏蔽問題可以不考慮。但 α 粒子如進入體內，則其輻射加權因數(W_R)值為 20，對身體構成很嚴重的傷害，故該特別小心防護 α 粒子進入體內。

▶ β 粒子之屏蔽考量：

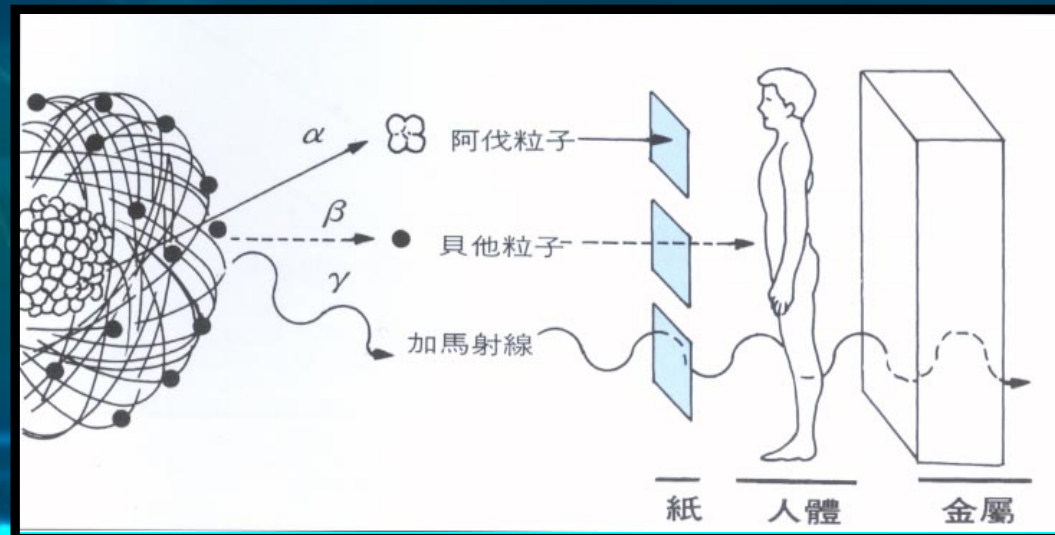
β 粒子之穿透力較 α 強，通常 1 MeV 之 β 粒子在空氣中可通行 3.3 公尺，故 β 粒子可穿過皮膚之死層，對人體之皮膚具有傷害力，但通常無法穿透深層體下組織。

► 中子之屏蔽考量：

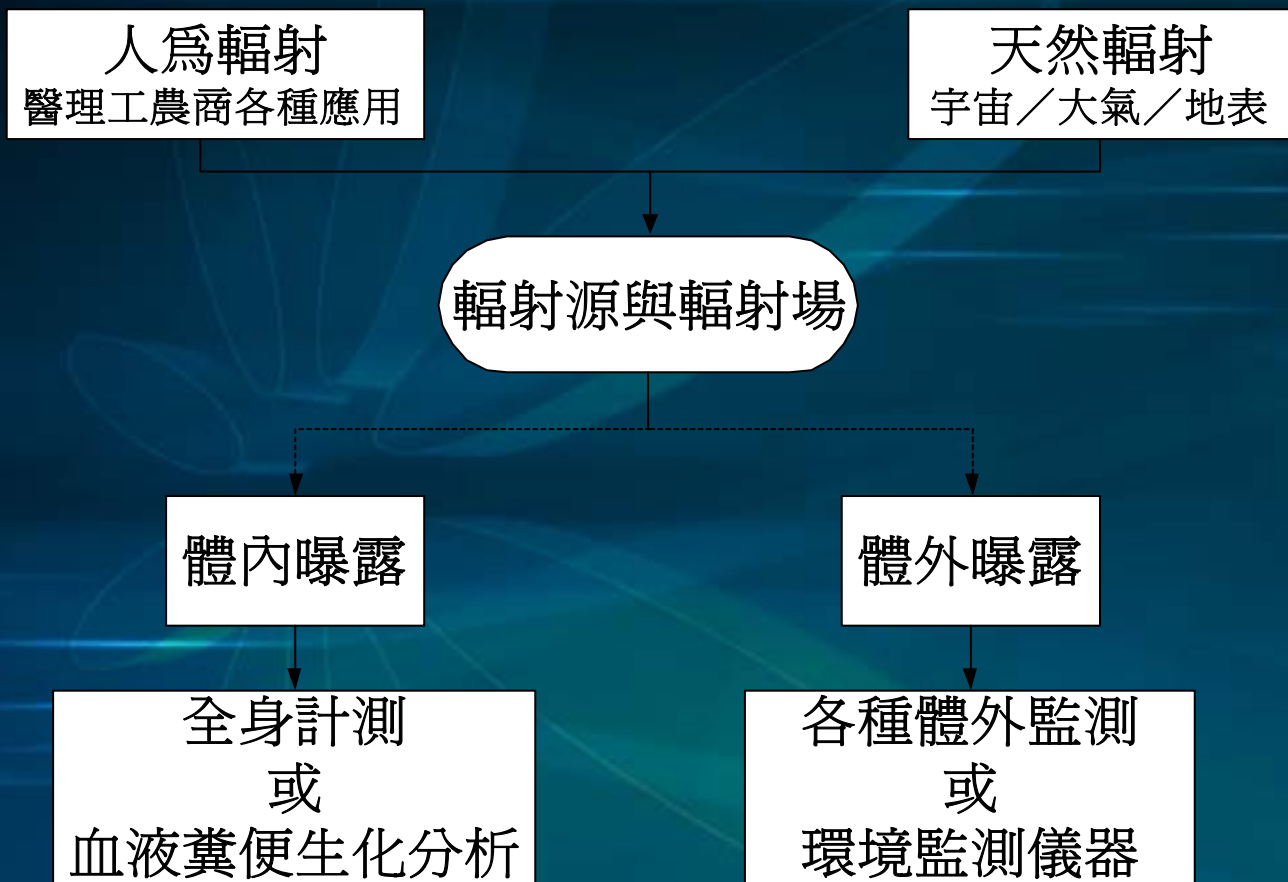
一般非核能或非核燃料循環之實驗室，均極少有機會接觸到中子輻射場。屏蔽中子的最好方法是使用含低原子序較多的物質(如水、塑膠)來減速中子，然後用強中子吸收體(如硼-10)來吸收中子。

► γ 或 X 射線之屏蔽考量：

γ 或 X 射線對物質之穿透力很強，必須使用密較高的物質為屏蔽(如鐵或鉛)，才能有效阻擋 γ 或 X 射線。



結語



個人體外輻射防護原則：	時間	衰減	距離	屏蔽
個人體內輻射防護原則：	阻絕	稀釋	分散	除污
設施輻射防護原則：	安全	管理	法規	應變

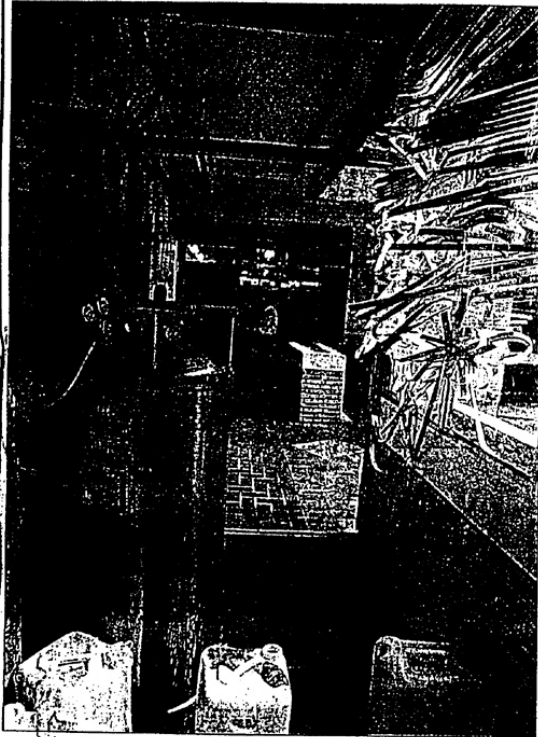


化學性危害

化學廢液惹的禍

台大實驗室氣爆 女技術員灼傷

機械系化學廢液瓶標示錯誤 工作人員處理時引發爆炸



台大工學院機械系實驗室昨日發生意外，一名女技術員在收集實驗廢液時，誤將兩種不同化學液體混入造成爆炸，幸經送醫後已無大礙，但實驗室百葉窗卻被炸得扭曲變形。(記者鍾國偉攝)

工程系實驗室昨日發生氣爆意外，造成一名女性技術員臉部及小腿遭強酸灼傷，被緊急送往台大醫院治療；系方指出，主要是因為化學廢液容器標示錯誤，研究人員在集中處理廢液時，誤將無機強酸倒入有機強酸中導致發生氣爆。

台大機械系以往多屬硬體機器研製，近三年由於越來越多教授跨領域進行電子產業研發，因此增加許多使用到化學溶劑的機會，而昨日下午位於該系館四樓的實驗室突然發生一聲爆炸巨響，不僅實驗室百葉窗遭炸毀、化學藥劑包裝瓶破裂，一位女性技術員更遭強酸灼傷小腿與臉部，被緊急送往台大醫院急救，所幸並無生命危險。

系方指出，此次意外發生，主要是固定收集化學廢液的包裝瓶被標示錯誤，以致人員在收集廢液時，不慎將無機酸倒入有機酸中而引發氣爆，為避免類似事件再度發生，系方未來除將邀請對於化學溶劑處理較有經驗的化學系人員協同改善實驗室安全管理制度，也將申購化學溶劑及廢液專用儲藏櫃，減少學生或研究人員收集或接觸廢液頻率，並將加強人員安全訓練，避免再發生不幸意外。

(88.6.4 自由時報)

異丙醇 + 硫酸 → 爆炸性反應

乙炔外洩釀禍

清大分子實驗室傳火警

現場瀰漫不明氣體 校方表示無汙染之虞

【記者吳文良、李青霖／新竹報導】國立清華大學輻射生物研究所分子毒理學實驗室，昨天下午在一聲爆炸後發生火災，雖然火勢很快撲滅，但現場卻瀰漫不明氣體，令救災的消防員警心裏怕怕。清大表示，被毀的實驗室沒有汙染或輻射之虞。

警方說，清華大學分子毒理學實驗室，昨天下午有兩名男女學生做實驗，三時十分在一聲爆炸後，發生火警，這兩名學生隨即奪門逃生，消防隊迅速派出六輛消防車到場搶救，廿五分鐘後將火撲滅，初步調查可能是實驗室的乙炔洩漏肇禍。

清華大學昨天晚上表示，火災燒毀實驗室裡電子吸收光譜儀等昂貴設備，還有一些化學藥劑，損失約一百廿萬元，但不會造成汙染或輻射。



國立清華大學分子毒理學實驗室，昨天下午發生火警，現場瀰漫不明氣體。
記者吳文良／攝影

無心之過!!!

全安園校



實驗室 不是 遊戲場

■陳美儒
(高中教師)

酒精燈的點燃過程，是國小五年級最常上的自然實驗。

燃燒中的酒精燈非常危險，最重要的幾個原則包括：不可試圖用嘴吹熄；酒精容量絕不可以超過容器的二分之一；燃燒中的酒精燈不可以隨意移動；更不可以說甲生的酒精燈一直點燃不起來，乙生就好心的拿自己的酒精燈來幫他點，這會發生可怕的爆炸！

做任何實驗，切記：只能站，不能坐；站立可以使一個人活動靈巧，避開突發的危險。面對任何實驗物品，絕不能用手摸、用鼻子聞、用舌頭嘗，因為許多有毒的化學物都是無色無味無臭。

曾有高三學生因為化學實驗中被同學玩笑中撒了一把酸性粉，結果眼睛疼痛了好幾天無法看書，影響了考前衝刺。

有個現在已在醫學系就讀的學生，在國小實驗課中，被同學打翻酒精燈，以致從鼻子以下到大半片胸部，遭受二度嚴重燒傷。

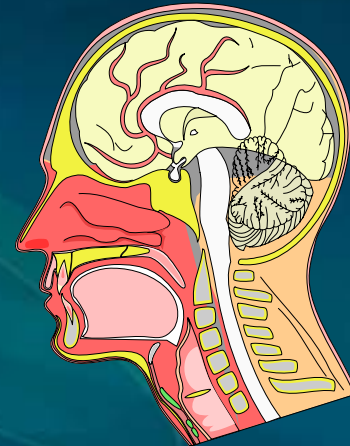
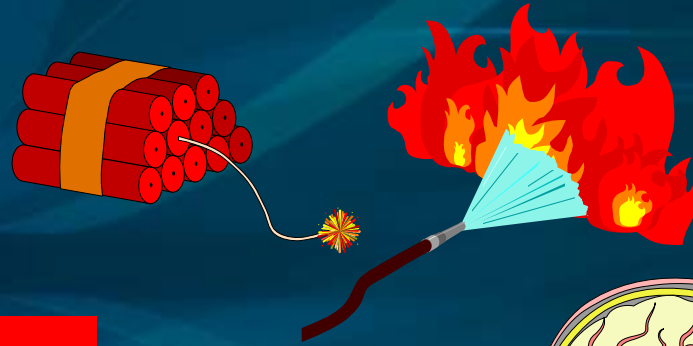
實驗室裡，不但學生不可掉以輕心，師長對實驗器材更不可大意。許多學校為了教學生進行波義耳定律來測大氣壓力，買了大桶的汞（水銀）放在實驗室裡。汞是唯一的液態金屬，比重十三點六，可以滲透皮膚，也會在空氣中揮發（深具毒性），吸入後有害身體。

實驗課，絕不是遊戲課；實驗室的管理，特別要注意安全；千萬不要因為一時的玩鬧或疏忽，讓學生成了實驗室的「白老鼠」。

↑校園裡，無論從事何種活動，切記「安全第一」！
郭東泰／攝影

實驗室潛在危害（二）- 化學性

- 基於能量或物質與人體之不當接觸
- 火災爆炸
- 急慢性中毒
- 腐蝕、刺激
- 致癌



化學性危害因子---危險物

爆炸性物質

著火性物質(易燃固體、自燃物質、禁水性物質)

氧化性物質

引火性液體

可燃性氣體

其他物質經中央主管機關指定者。

化學性危害因子---有害物

致癌物

毒性物質

劇毒物質

生殖系統致毒物

刺激物

腐蝕性物質

致敏感物

肝臟致毒物

神經系統致毒物

腎臟致毒物、造血系統致毒物

其他造成肺部、皮膚、眼、黏膜危害之物質。

毒性化學物質管理

- **第一類毒性化學物質**：化學物質在環境中不易分解或因生物蓄積、生物濃縮、生物轉化等作用，致污染環境或危害人體健康者。
- **第二類毒性化學物質**：化學物質有致腫瘤、生育能力受損、畸胎、遺傳因子突變或其他慢性疾病等作用者。
- **第三類毒性化學物質**：化學物質經暴露，將立即危害人體健康或生物生命者
- **第四類毒性化學物質**：化學物質有污染環境或危害人體健康之虞者。

公告毒性化學物質一覽表

列管編號 No	序號	中文名稱 Chinese Name	英文名稱 English Name	分子式	化學文摘 設登記號碼 CAS. Number	最低管制 限量 (公斤)	管制濃度標準 w/w %	毒性分類
001	01	多氯聯苯	Polychlorinated biphenyls	$C_{10}H_{10-x}Cl_x$ ($1 \leq x \leq 10$)	1336-36-3	10 ** 50 *	0.1	1,2
002	01	可氯丹	Chlordane	$C_{10}H_6Cl_8$	57-74-9	50 *	1	1,3
003	01	石綿	Asbestos	$5.5FeO, 1.5MgO, 8SiO_2, H_2O$	1332-21-4	500	1 #	2

實驗室的危害改善與控制

- 危害通識
 - 化學品清冊
 - 物質安全資料表 (MSDS)
 - 標示
 - 教育訓練

第一類：爆炸物-定義

- 定義：
一種固體或液體(或混合物)，其本身會因化學反應產生氣體，導致其溫度、壓力與速度高到能對周圍造成破壞。
- 分類：
爆炸物之分類界定，屬於各類危害物質中最複雜的一種。依爆炸威力，或由其化學和物理穩定性及敏感度而定，需經過適當試驗，是屬於極專業之判定。



爆炸物



第二類：氣體-定義

- 定義：

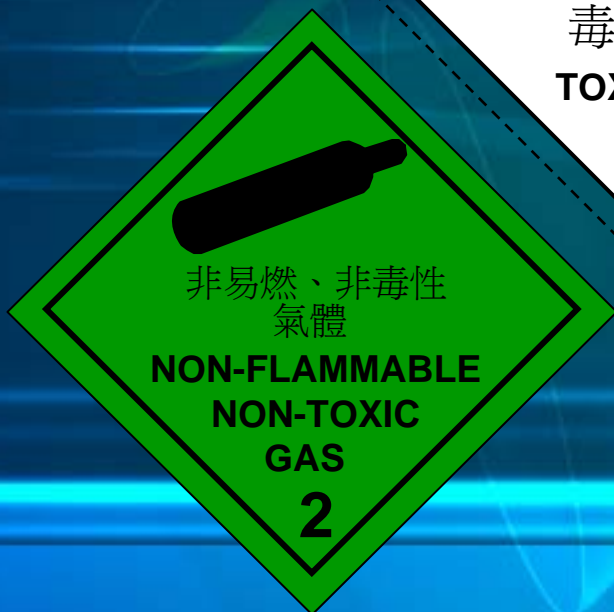
係指在 $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ 時，其蒸氣壓力大於 300 kPa 者，或在 $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 標準壓力 101.3 kPa 時，完全為氣體狀態者。

氣體

易燃



非易燃



第三類：易燃液體-圖式辨認

易燃液體



易燃固體



第四類：易燃固體；自燃物質； 禁水性物質-圖式辨認

禁水性物質



第五類：氧化性物質； 有機過氧化物-危害性

- 意外的發生通常是因氧化物之洩漏、溢出或缺乏控制而起。氧化物本身並不可燃，但當與可燃物質接觸時，能夠引火及爆炸。某些氧化物及過氧化物對震動及突然撞擊十分敏感，以致令它們突然放出大量熱能，溫度高升，因而有可能引致爆炸。氧化物有些也會腐蝕輸導管道及密閉裝置，以致有毒物質洩漏入工作場所內。

第五類：氧化性物質； 有機過氧化物 圖式辨認

有機過氧化物



第六類：毒性物質及感染性物質 -危害性-

- 此類物質能對健康構成直接及嚴重的影響，包括失去知覺、昏迷及死亡。
- 一般來說，毒性愈高的物質，會對健康構成愈嚴重的影響。如物質在空氣中之濃度高，而人體受侵劑量又大，引致的毒性效應將會愈嚴重。例如受一氧化碳的侵害如在50 ~ 200ppm 的濃度，可能會引致頭痛，但如超過2,000ppm 的濃度可能造成死亡。

第六類：毒性物質及感染性物質-圖式辨認

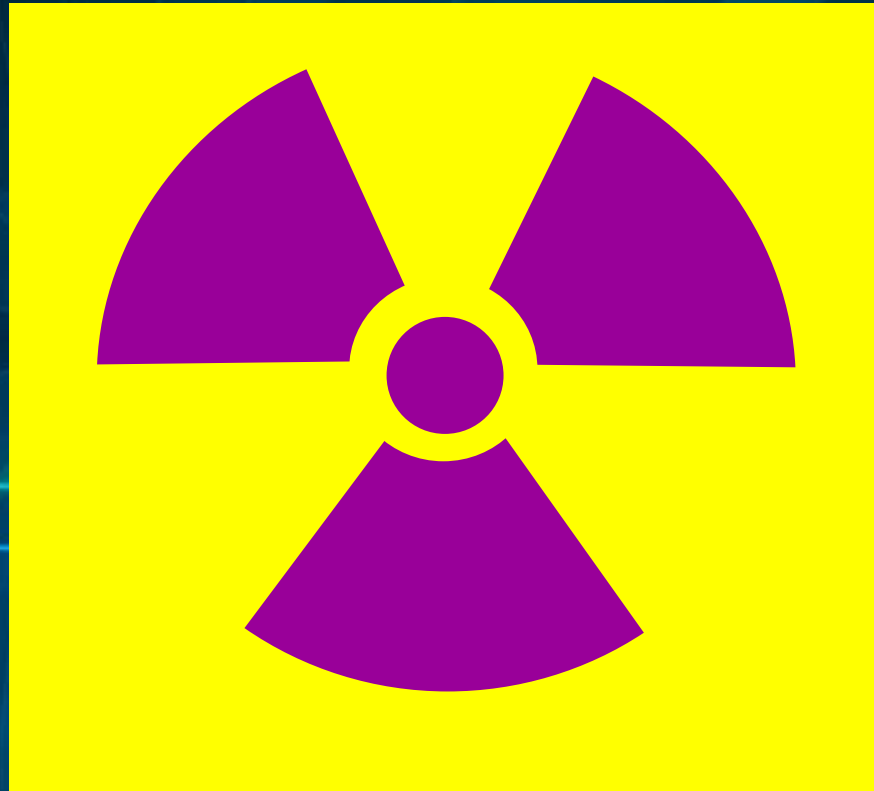
毒性物質



第七類：放射性物質-定義及分類

- 係指任何物質其放射性比活度(Specific activity)大於70 KBq/kg(0.002 μ ci/g)者。
- 本類物質包括放射性物質及可分裂物質，其放射性物質又依其放射活性分為 I、II、III 三組。
- 其標示圖式及分類依行政院原子能委員會之有關法令辦理。

放射性物質-圖示辨認



第八類：腐蝕性物質-定義

- 這些物質接觸生物之組織時產生之化學反應能導致嚴重損傷，或一旦洩漏時，會導致其他物品或其運輸工具之損壞或毀損，並可造成其他危害

第八類：腐蝕性物質-圖式辨認

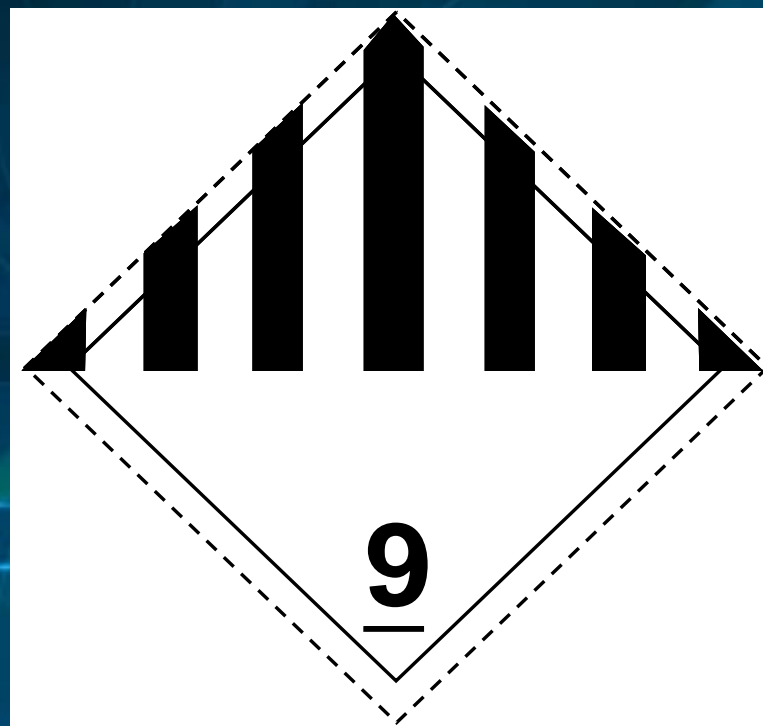
腐蝕性物質



第九類：其他危害物質-定義

- 係指在運輸過程中，產生之危害為第一類至第八類所不能包括之物質或物品。
- 另外，液態在溫度 $\geq 100\text{ }^{\circ}\text{C}$ 或固態在溫度 $\geq 240\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下運輸之物質，亦屬第九類。

第九類：其他危害物質-圖式辨認



危險物分類

1. 爆炸性物質：硝酸酯、TNT、過氧化丁酮
2. 著火性物質：赤磷、鎂粉、金屬鈉
3. 氧化性物質：氯酸鹽、硝酸鉀，過氧化鈉
4. 引火性液體：乙醚、丙酮…
5. 可燃性氣體：乙炔，甲烷
6. 爆炸性物品：火藥、炸藥

有害物分類

1. 有機溶劑計55種
2. 特定化學物質計62種
3. 其他指定化學物質計254種

製成品定義

在製造過程中，已形成特定形狀之物品或依特定設計之物品，其最終用途全部或部份決定於該特定形狀或設計，且在正常使用狀況下不會釋出危害物質。

容器定義

袋、筒、瓶、箱、罐、桶、反應器、儲槽、管路及可盛裝危害物質者。

不含交通工具內之引擎、燃料槽或其他操作系統

危害通識規則不適用之物品

- 一、有害事業廢棄物
- 二、菸草或菸草製品
- 三、食品、飲料、藥物、化妝品
- 四、製成品
- 五、非工業用途之一般民生消費商品
- 六、滅火器
- 七、在反應槽或製程中正進行化學反應之中間產物
- 八、其他經中央主管機關指定者

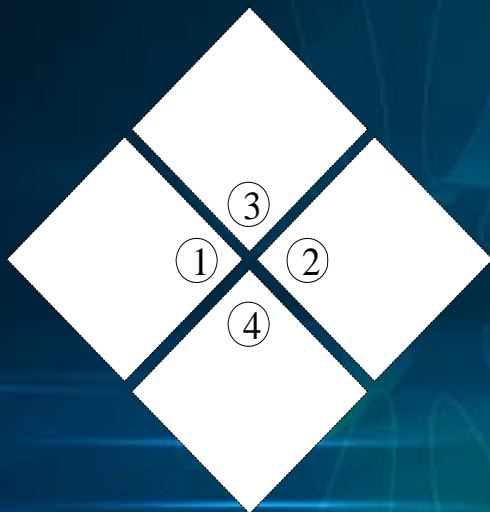
容器標示

- 名稱
- 主要成份
- 危害警告訊息
- 危害防範措施
- 製造商或供應商之名稱、地址及電話

標示相關規定

- 混合物之主要成分，為所含危害物質
- 成分重量百分比1%以上，且佔前三位
- 者。
- 若危害物質無適切的九大類分類，得
- 免標示圖式。
- 容器容積在100mL以下者，得僅標示
- 名稱及圖式

標示之格式



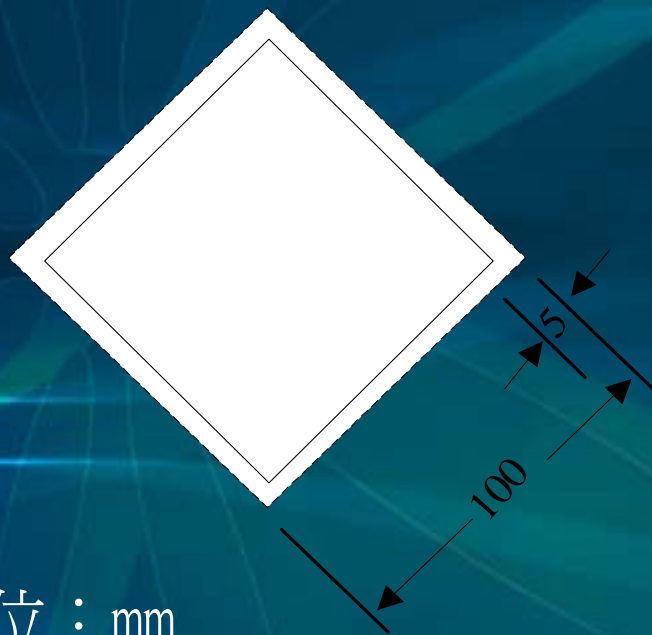
名稱：
主要成份：
危害警告訊息：
危害防範措施：

製造商或供應商
(1) 名稱
(2) 地址
(3) 電話

註：1.圖式請依附表二之規定。
2.有二種以上圖式時，請按阿拉伯數字排列之。

※更詳細的資料，請參考物質安全資料表。

標 示 圖 式 規 格



單位：mm

標式範例



名稱：氰化鈉

主要成份：氰化鈉

危害警告訊：

- *刺激眼睛、皮膚、呼吸系統。
- *吞食會有劇毒。
- *與水接觸會產生有毒氣體。

危害防範措施：

- *配戴護目鏡、口罩、手套。
- *容器保持乾燥。
- *置於陰涼且通風良好處，緊蓋容器。

製造商或供應商：

- (1)名稱
 - (2)地址
 - (3)電話
- ※更詳細的資料，請參考物質安全資料表。

設立公告板以代替容器標示之容器

- 一、裝同一種危害物質之數個容器、置放於同一處所。
- 二、導管或配管系統。
- 三、反應器、蒸餾塔、吸收塔、析出器、混合器、沈澱分離器、熱交換器、計量槽、儲槽等化學設備。
- 四、冷卻裝置、攪拌裝置、壓縮裝置等設備。
- 五、輸送裝置。

免標示之容器

- 1.外部容器已標示，僅供內襯且不再取出之內部容器。
- 2.內部容器已標示，由外部可見到標示之外部容器。
- 3.勞工使用之可攜帶容器，其危害物質取自有標示之容器，且僅供裝入之勞工當班立即使用者。
- 4.危害物質取自有標示之容器，並供實驗室自行作實驗、研究之用者。

物質安全資料表

MSDS

Material **S**afety **D**ata **S**heet

化學品身份證

化學品說明書

物質安全資料表內容

- | | |
|-------------|-----------|
| 一、物品與廠商資料 | 九、物理及化學性質 |
| 二、成分辨識資料 | 十、安定性及反應性 |
| 三、危害辨識資料 | 十一、毒性資料 |
| 四、急救措施 | 十二、生態資料 |
| 五、滅火措施 | 十三、廢棄處置方法 |
| 六、洩漏處理方法 | 十四、運送資料 |
| 七、安全處置與儲存方法 | 十五、法規資料 |
| 八、暴露預防措施 | 十六、其他資料 |

※至少每三年更新一次

目的：

讓使用者辨識物質的名稱、組成成分，是緊急事故時必須立即知道的訊息。

2.成分辨識資料	純物質 · 中英文名稱 · 同義名稱 · 化學文摘社登記號碼 · 危害物質成分(成分百分比)
	混合物 · 化學性質 · 危害物質成分之中英文名稱 · 濃度或濃度範圍 · 危害物質分類及圖式

物質安全資料表內容-3

目的：

希望能讓使用者由簡短摘要式的敘述，了解物質最重要的危害效應，對人體產生健康危害之主要症狀。

3.危害辨識資料

- 最重要危害效應
- 主要症狀
- 物品危害分類

物質安全資料表內容-4

目的：

協助廠內員工或緊急救護人員可在就醫前採取之立即性處理措施及醫師該注意之事項。

4.急救措施

- 不同暴露途徑之急救方法
- 最重要症狀及危害效應
- 對急救人員之防護
- 對醫師之提示

物質安全資料表內容-5

目的：

提供滅火時可使用之材料、程序及可能遭遇之特殊危害，儘可能減少火災造成的危害。

5.滅火措施	<ul style="list-style-type: none">· 適用滅火劑· 滅火時可能遭遇之特殊危害· 特殊滅火程序· 消防人員之特殊防護設備
--------	---

物質安全資料表內容-6

目的：

提供意外洩漏及外溢情況下之應變步驟，以降低對生命、財產與環境的不良影響與傷害。

6.洩漏處理方法

- 個人應注意事項
- 環境注意事項
- 清理方法

物質安全資料表內容-7

目的：

提供一些規範或指南，使在處置與儲存實務上，能降低物質潛在的傷害。

7.安全處置與儲存方法	· 處置
	· 儲存

物質安全資料表內容-8

目的：

提供在使用或貯存此物質時，可以採取的工程對策、個人防護設備與衛生措施，以降低個人暴露的危害，也提供法令的容許濃度等控制參數。

8. 暴露預防措施

- 工程控制
- 控制參數
- 個人防護設備
- 衛生措施

物質安全資料表內容-9

目的：

協助使用者辨別此物質之外貌並了解其特性，
以作為平常處理與緊急狀況應變之參考。

9.物理及化學性質	<ul style="list-style-type: none">• 物質狀態• 顏色• pH 值• 分解溫度• 自燃溫度• 蒸氣壓• 密度	<ul style="list-style-type: none">• 形狀• 氣味• 沸點/沸點範圍• 閃火點• 爆炸界限• 蒸氣密度• 溶解度
-----------	---	---

物質安全資料表內容-10

目的：

提供物質的反應特性資料，以作為勞工或職業安全衛生專業人員在儲運、操作或棄置化學物質時的參考，也可作為消防人員或緊急應變人員處理緊急狀況時的參考。

10.安定性及反應性

- 安定性
- 特殊狀況下可能之危害反應
- 應避免之狀況
- 應避免之物質
- 危害分解物

物質安全資料表內容-11

目的：

提供化學品的毒性，對健康的可能危害，達到警示與事先防範的效果。

11.毒性資料

- 急毒性
- 局部效應
- 致敏感性
- 慢毒性或長期毒性
- 特殊效應

物質安全資料表內容-12

目的：

提供一些資訊，以評估當物質洩漏至環境中，所造成的環境效應影響，包括此化學品的環境流佈、生物降解性、生物蓄積、生態毒性等資訊，可供環保、廢棄處理人員參考。

12.生態資料	· 可能之環境影響/環境流佈
---------	----------------

物質安全資料表內容-13

目的：

提供適當的處理廢棄物之方法，以降低對環境的不良影響，可作緊急應變人員、環保人員或相關技術人員在處理廢棄物時的參考。

13.廢棄處置方法	· 廢棄處置方法
-----------	----------

物質安全資料表內容-14

目的：

提供運輸上相關資訊，以及利用聯合國編號查出緊急應變指南之處理原則，而能儘速採取因應措施。

14. 運送資料

- 國際運送規定
- 聯合國編號
- 國內運送規定
- 特殊運送方法及注意事項

物質安全資料表內容-15

目的：

此欄位是將此危害物質直接相關的法規列示出來，提供使用者了解在環保、安全衛生、交通等方面之相關法規訊息。

15.法規資料	· 適用法規
---------	--------

物質安全資料表內容-16

目的：此欄位是提供任何相關訊息加註的地方，例如前十五項欄位的參考文獻，可在此處加註。或是留下製表者資料，以提供使用者一個諮詢管道。

16.其他資料

- 參考文獻
- 製表單位
- 製表人
- 製表日期

危害物質清單

化學名稱：

同義名稱：

物品名稱：

物質安全資料表索引碼：

製造商或供應商：

地 址：

電 話：

使用資料

地 點	使用頻次	數 量	使 用 者
-----	------	-----	-------

貯存資料

地 點	數 量
-----	-----

製單日期：

整體安全衛生技術面措施

- 機械設備安全防護、感電預防
- 高溫，噪音，輻射環境隔離
- 環境測定與排氣設施（密閉、整體換氣及局部氣）
- 化學品清冊與有害物標示
- 生物性危害防護
- 個人防護器具之選用、使用與管理
- 化學品與廢棄物管理、進出人員管制
- 實驗室消防設施（滅火器、灑水設備...）
- 緊急應變計畫

實驗室安全通則

- 僅可能使用較安全實驗方法
- 安全規定是諸多專家綜合數以萬計的慘痛災害所歸納得出之建議，不能僥倖
- 遵循安全規定及操作程序
- 禁止嬉戲
- 熟悉實驗室環境，緊急處理設備
- 不當防護比無防護危險
- 實驗安全人人有責

安全管理

- 物品歸定位
- 實驗室出口儘量兩個以上
- 廢棄物分類，注意不相容問題
- 任何化學品容器開口都不應對向人員方向
- 確實標示：化學物質、機械禁動牌
- 電氣安全：延長線，接地

強制性實驗室安全規則(1)

1. 遵守緊急撤離步驟。
2. 接近洗眼器、安全淋浴裝置、及滅火器之通道必須保持淨空。
3. 不可在實驗室或動物室中飲食、抽煙、或化妝。
4. 在有可能危害眼睛的區域，一定要戴上護眼裝置。
5. 露趾涼鞋或拖鞋不准在實驗室或動物室中穿著。
6. 無法立即撲滅的火災，必須立即通報。
7. 撲滅火災後，必須向實驗室主管及維修部門報告。



強制性實驗室安全規則(2)

- 8.所有工作相關的傷害及疾病都必須向主管及職業安全部門報告。
- 9.要進行存在不常見危害實驗時，必須由上級督導者檢視計劃後才開始執行。
- 10.容器上的標籤必須清晰可見，所有在一般區域之化學物容器都必須標明內容物名稱、危害、擁有者及日期。
- 11.任何化學物質、生物材質、實驗物質、或有害化合物都必須由安全運送。
- 12.若有致癌物時，必須完全遵照安全程序。

強制性實驗室安全規則(3)

13. 不可用口吸吸管
14. 實驗室中是否有人清醒著？
15. 氣體鋼瓶無論使用中或儲存時都必須妥善安置，搬動鋼瓶時調整器必須取下並加上蓋子。
16. 有不佳氣味的物質在丟棄前必須先去汙處理。
17. 不要自行處理電器設備，專業的商店可幫忙調整與修理更保護你的安全。



實驗之前需知

- 危害物品及其安全操作步驟
- 污染物緊急傾倒步驟
- 緊急逃難路線及後補路線
- 滅火器、洗眼器、淋浴裝置、急救箱的位置
- 對內：危急處理電話號碼及呈報步驟
- 外援：醫院急診及報案電話119



防護具

- 眼鏡：必須使用
- 耳朵：耳罩、耳塞
- 手足：手套，安全鞋
- 全身：防護衣，實驗衣
- 呼吸：濾毒罐或供氣式
- 個人衛生習慣，洗手

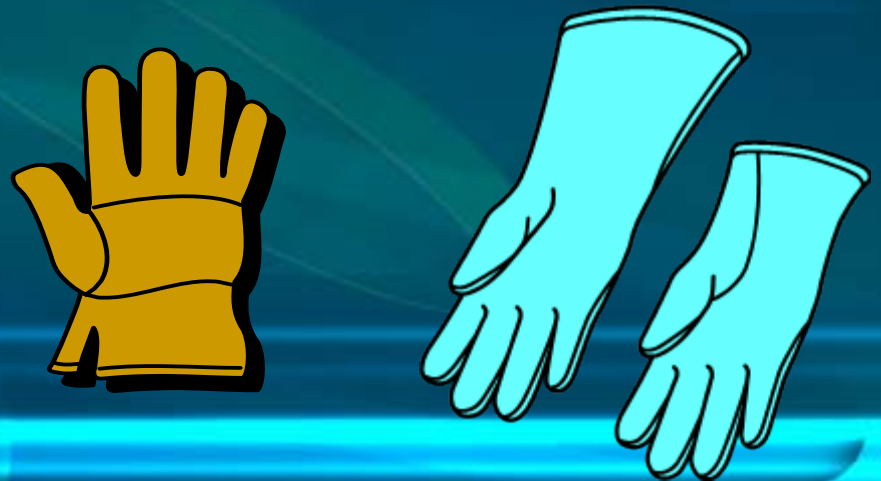
安全眼鏡

- 在有潛在危害眼睛的地方工作，安全眼鏡必須隨時戴著
- 所有眼睛防護具必須通過美國ANSI之認證(“Z87”圖樣會蓋在ANSI認證眼睛防護具之側邊)
- 若你本身平常所戴的眼鏡並非ANSI認證者，則必須再加上安全眼鏡、安全護目鏡、或全臉式面盾。

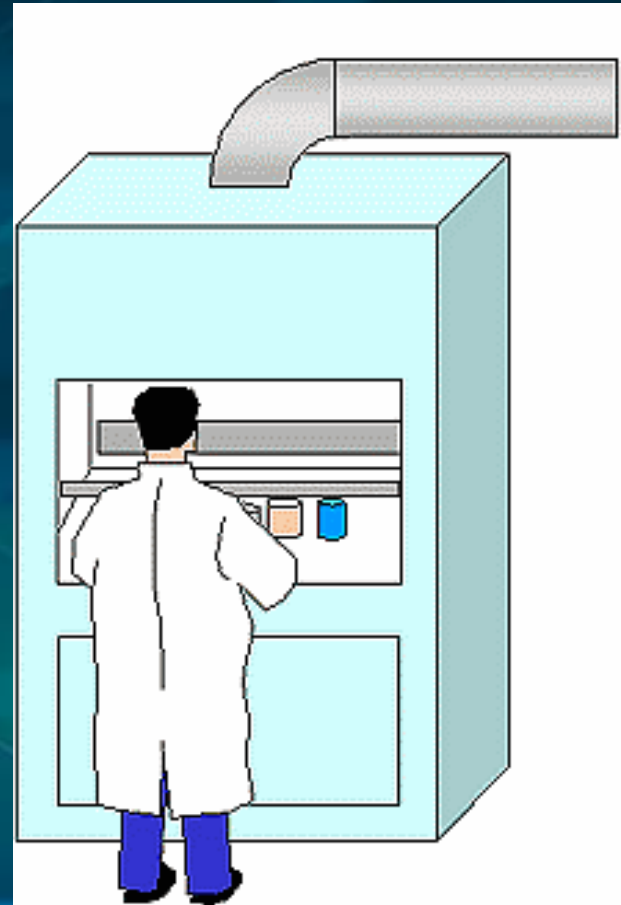
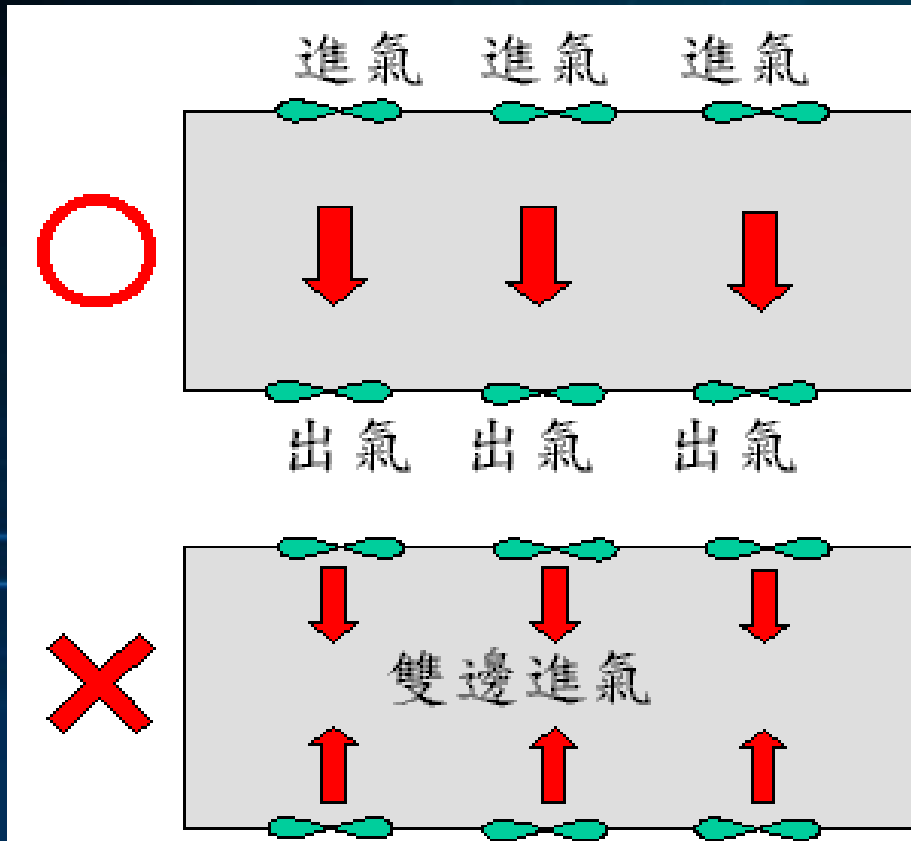


手套

- 不同的工作，選擇不同的合適的手套
- 測試手套是否有漏
- 若需要時可戴雙層手套
- 戴手套時需時時警覺手部不正常的感覺
- 戴手套時不要碰觸你的臉、電話等物品
- 使用髒手/淨手技巧？

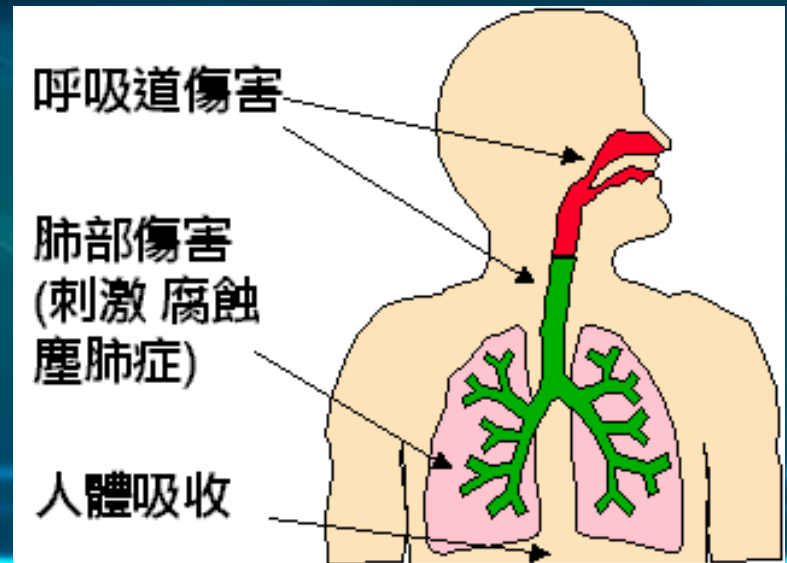
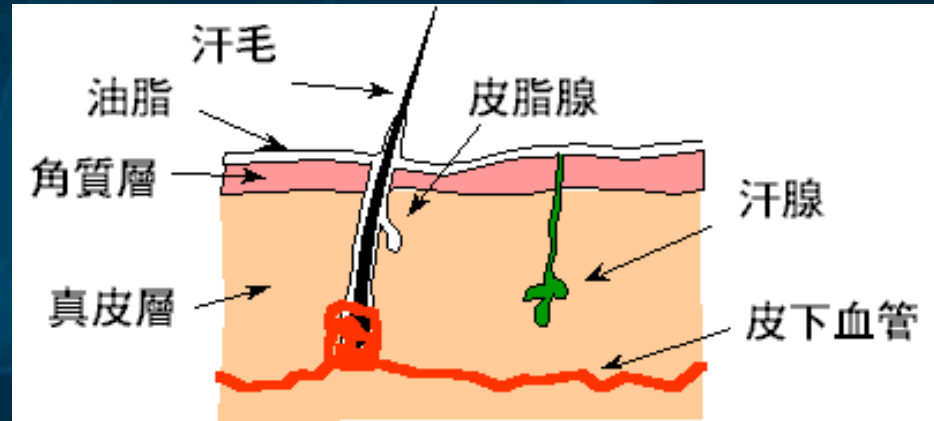


通風設備



化學物質進入人體的途徑

- 口腔
- 皮膚
- 呼吸道
- 眼睛



有潛在危險的化學物質

- 強酸：硫酸、鹽酸、硝酸、王水
- 強鹼：氫氧化鈉（鉀）
- 強氧化劑：高錳酸鉀、重鉻酸鉀....
- 刺激物質：氨水、甲醛....
- 易燃有機溶劑：己烷、丙酮.....
- 不易燃有劇毒性有機溶劑：四氯化碳、氯仿.....
- 水銀溫度計

藥品管理 (1)

- 實驗室藥品櫃應設法固定於牆壁，以免傾倒。
- 藥品櫃應上鎖以免震動而打開使內裝瓶罐跌落。或者可使用自動關門上鎖之藥品櫃。
- 未置於藥品櫃中之藥品上方應有牢固遮蔽物，以防止墜落物擊中。
- 揮發性易燃藥品儘量置於合格之抽氣櫃中，不合格之抽氣櫃仍有死角會滯留易燃氣體。
- 藥品櫃隔板應有擋板，以防物體滑出。

藥品管理 (2)

- 液體藥品高度儘量勿超過1.5公尺，以免取藥時墜落傷及人體。
- 應先查詢物質安全資料表，不相容藥品不可放於同一藥品櫃。
- 腐蝕性藥品櫃應有托盤裝置，或者以耐蝕塑膠盆分別隔離放置，以防互相撞擊洩漏時擴大災害。
- 有門實驗設備須加鎖：有些實驗設備箱、櫃等在地震時可能因門被震開而打擊附近其他設備造成災害，故箱、櫃之門應有鎖定之裝置。
- 小型藥品櫃應固定於桌面，以免整個跌落地面。

鋼瓶放置

- 鋼瓶及設備的固定：目前實驗室雖然已將大多數的鋼瓶加以固定，但許多建築物的隔間牆只是輕隔間，牆面以石膏板為主，沒有足夠的強度固定鋼瓶架，釘於牆面之固定釘可能會被拉出，須多點固定或另設鋼鐵架台以確保安全。至於儀器設備則可在桌邊加凸緣，或以固定式角架加以固定。
- 鋼瓶未安裝於管線系統時應加裝護蓋，以免倒下時將節氣閥撞毀。
- 鋼瓶應明顯標示氣體名稱。

管線設置

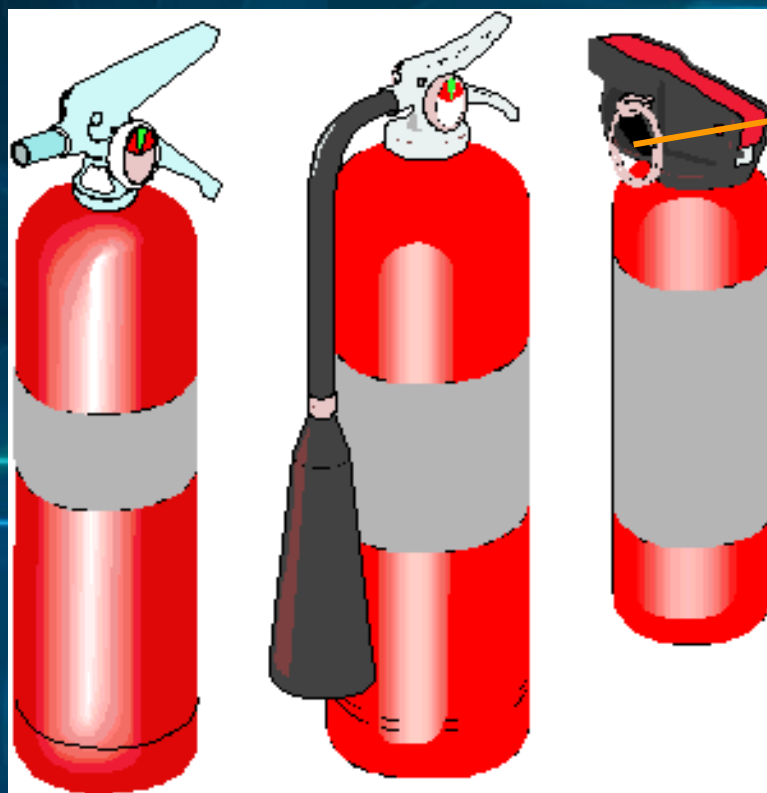
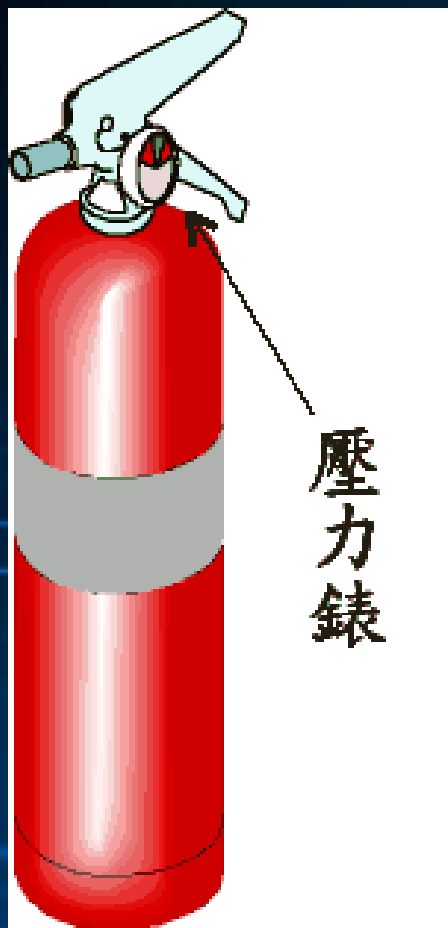
- 管線應以顏色或吊牌、標示牌等標示內容氣體。
- 人員離開實驗室應將不用之氣體鋼瓶全部關閉。
- 氣櫃及實驗台架之固定：抽氣櫃有時在地震較強時也會傾倒，須妥善固定。實驗用各種架高之台架、固定架亦應固定於強度足夠之牆面。

實驗室的滅火器

- 確認實驗室中所有滅火器的位置
- 清楚標示過期日期
- 每次走過實驗室時都看它一眼以確定：
 - 滅火器的位置正確嗎？
 - 滅火器是否有洩漏？
- 若有任何問題，立即聯絡維修單位修理或換新



滅火器的使用



插梢



緊急應變措施 (1)

- 建立緊急連絡用電話名冊，以便緊急時連絡相關人員。
- 平日應查詢有能力處理各種化學物傷害之醫療單位，以備不時之需，因部份化學品之緊急處理可能並非每個醫療單位皆有能力。
- 如發生藥品傾倒之意外，要進入實驗室必須佩戴適當之防護具，當成份不明時應使用連身式化學防護衣。防護具之配置至少在實驗室外需有一套，以防實驗室無法進入時，依然可以取得防護具，實驗室內則須有足夠的數量。防護具至少應有一套全面罩含鋼瓶之供氣式呼吸防護具，最好有連身式化學防護衣。該類防護具平日即應訓練使用方法，以便緊急時能迅速應變。

緊急應變措施 (2)

- 平日應查詢附近其他單位防護具數量，以便緊急時互相支援。
- 緊急照明系統對一般實驗室而言都是絕對必要，經停電後更須確認蓄電池是否尚有電力。
- 緊急照明設備之電池有一定壽命，平日應每數個月將插頭拔除確認照明時間。但測試時應每次測試半數，以免全部放電後緊急時無電可用。
- 實驗室應備有防爆型手電筒，以便處理空氣中瀰漫可燃氣體時使用。

緊急應變措施 (3)

- 每個實驗室各有其特性，各實驗室均須依其特性，考量人力及現有的設備，完成自己的緊急應變計畫，並實際進行確實的實際演練。緊急計畫中應含有人員編組之規劃，確實安排各種緊急工作之人員，並安排代理順序。
- 藥品溢洩之處理設備：須在事先對其危害較大及較大量的藥品進行評估，依照物質安全資料表找出藥品溢洩之處理之處理設備、除卻危害藥劑等，事先購置存於適當場所。

實驗室廢棄物



實驗室廢棄物之管理

- 無機廢液—分類儲存再處理
- 有機廢液—分類儲存再處理
- 固體廢棄物—先分類回收再焚化
- 毒害廢氣—廢氣處理設備
- 特殊廢棄物—輻射；委託處理

化學品之危害性

實驗室中充滿各式各樣的化學藥品，在使用、儲存及廢棄的過程中有潛在的危害性

- 劇烈反應、發熱、產生毒性氣體
- 爆炸及燃燒
- 腐蝕性
- 毒性(包括致癌性、急性或慢性毒性)
- 輻射性

幾個廢液危害的案例

- 八十九年六月某校機械系技士，因不慎將不相容的廢液混合引起爆炸，造成受傷的不幸事件。
- 八十八年電機系儲存強氧化性酸液的塑膠桶因為材料劣化破裂，造成強酸溢漏滿地，幸而無人受傷。

幾個廢液危害的案例

- 同樣八十八年，環工所儲存含氯有機廢液的安全鋼桶被某實驗室倒入含氯酚之廢液，致鋼桶接縫被腐蝕發生滲漏，含氯溶劑不斷滲出及揮發，造成附近人員長期暴露於含致癌物質的空氣中。

化學品管理體系

- 實驗設計就開始減量
清淨技術從實驗開始
- 採購要申請
- 藥品清冊
- 專櫃分類儲存有害化學藥品
- 使用登記
- 妥善儲存及廢棄

危害性廢棄物之儲存

廢液儲存起來，等待進一步的清運和處理前，常常因為處置不當，造成對實驗室人員潛在的危害性。

最常見之危害事件是洩漏，有害的化學品經由直接接觸或吸入污染的空氣，而危害人體健康。其次是火災與爆炸。此外因混合不相容之廢棄物而導致劇烈反應傷及人員亦時有所聞。

廢棄物的標示

The image displays five hazard labels for waste disposal, arranged in two rows. The top row contains three diamond-shaped labels: 'Acute Toxicity' (red skull and crossbones), 'Corrosive' (black liquid dripping from test tubes onto a hand and metal), and 'Reactive' (yellow background with a black explosion). The bottom row contains two labels: 'Flammable' (red background with a black flame) and 'Toxic Chemicals' (black and yellow striped border with a white center). To the right of these labels is a pink rectangular form with three sections for labeling waste.

急毒性
Acute Toxicity

腐蝕性
Corrosive

反應性
Reactive

可燃性
Flammable

毒性化學物質

1. 廢液名稱：

2. 產生單位：

3. 附註：

廢棄物減廢

- 更改實驗流程，減少使用毒性化學物質
- 精算實驗藥品使用量
- 藥劑交換再利用
- 不購置過量藥品（藥品清單）

毒性化學物質管理

- 毒性化學物質運作登記備查申請書
- 申請作業流程
- 申請須知
- 登記備查文件格式
- 毒性化學物質廢棄認定聲明書
- 聲明廢棄物明細表

學術機構毒性化學物質管理辦法（1）

- 學術機構製造、輸入、輸出、販賣、使用、貯存及廢棄第一類、第二類及第三類毒性化學物質，應依單一毒性化學物質實際運作情形確實記錄，逐日填寫『**毒性化學物質運作紀錄表**』，並以書面或電子檔案方式保存。但於當日毒性化學物質運作（量）無變動者得免記載。

學術機構毒性化學物質管理辦法 (2)

- 學術機構應逐月填寫「**毒性化學物質運作紀錄申報表**」，並經管理委員會審核後，於**每年一月十五日前**向毒性化學物質所在地之主管機關申報前一年「**毒性化學物質運作紀錄申報表**」，並副知各該主管教育行政機關。但運作第一類、第二類及第三類毒性化學物質低於最低管制限量且取得核可之運作人或運作第四類毒性化學物質之運作人，不在此限。

學術機構毒性化學物質管理辦法 (3)

- 第一類、第二類及第三類毒性化學物質之毒性化學物質運作紀錄表、毒性化學物質運作紀錄申報表應於毒性化學物質運作場所妥善保存三年備查。

參考資料

- 勞工安全衛生研究所—勞工教育
 - <http://www.iosh.gov.tw>
- 環保署毒管處
 - <http://www.epa.gov.tw/main/index.asp>
- 勞委會南區ERC教育訓練中心教材



謝謝聆聽！！
敬請指正



馮靜安

E-mail: cafeng@mail.tajen.edu.tw