

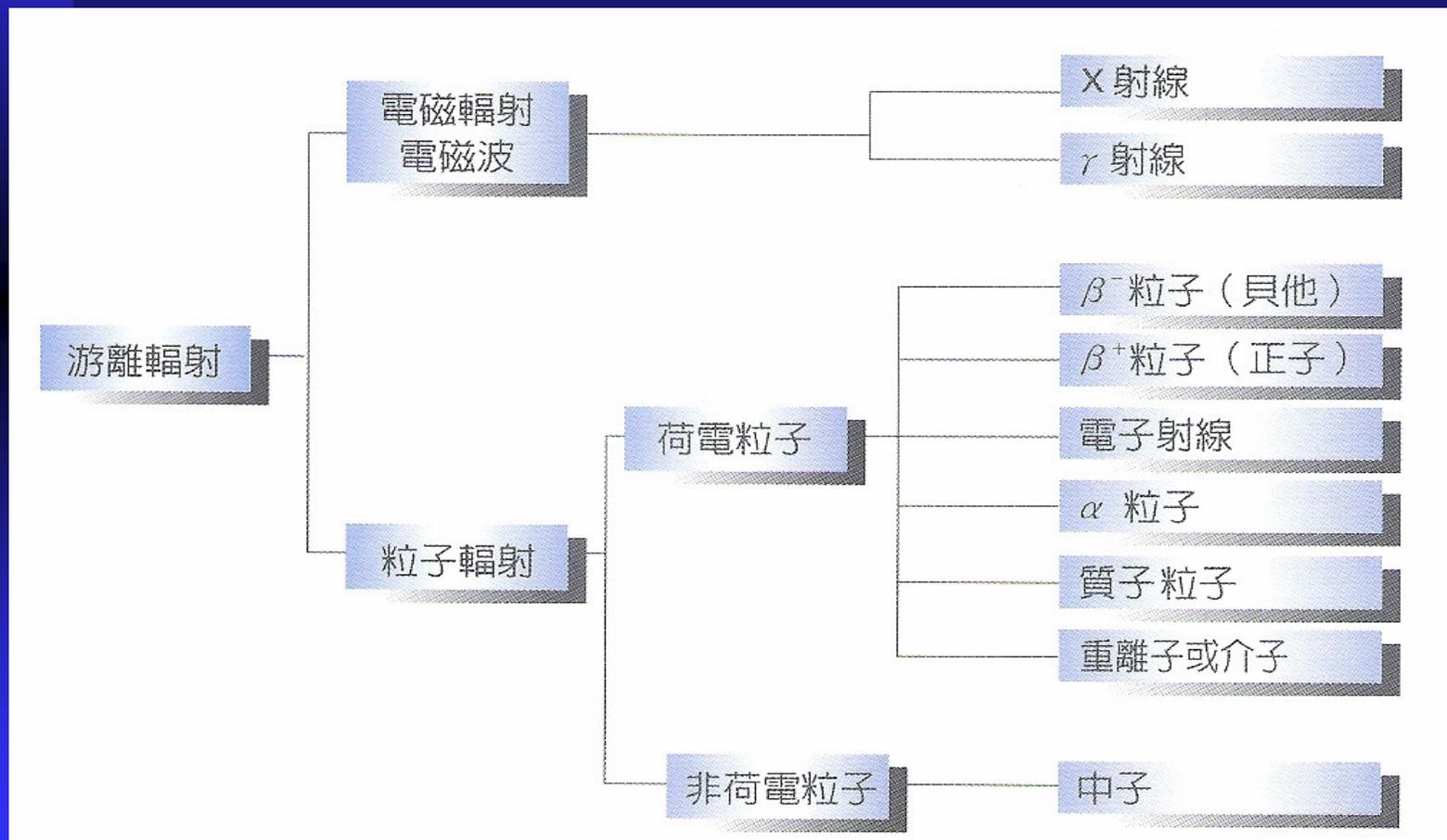
輻防簡介、輻射計量單位及生物效應

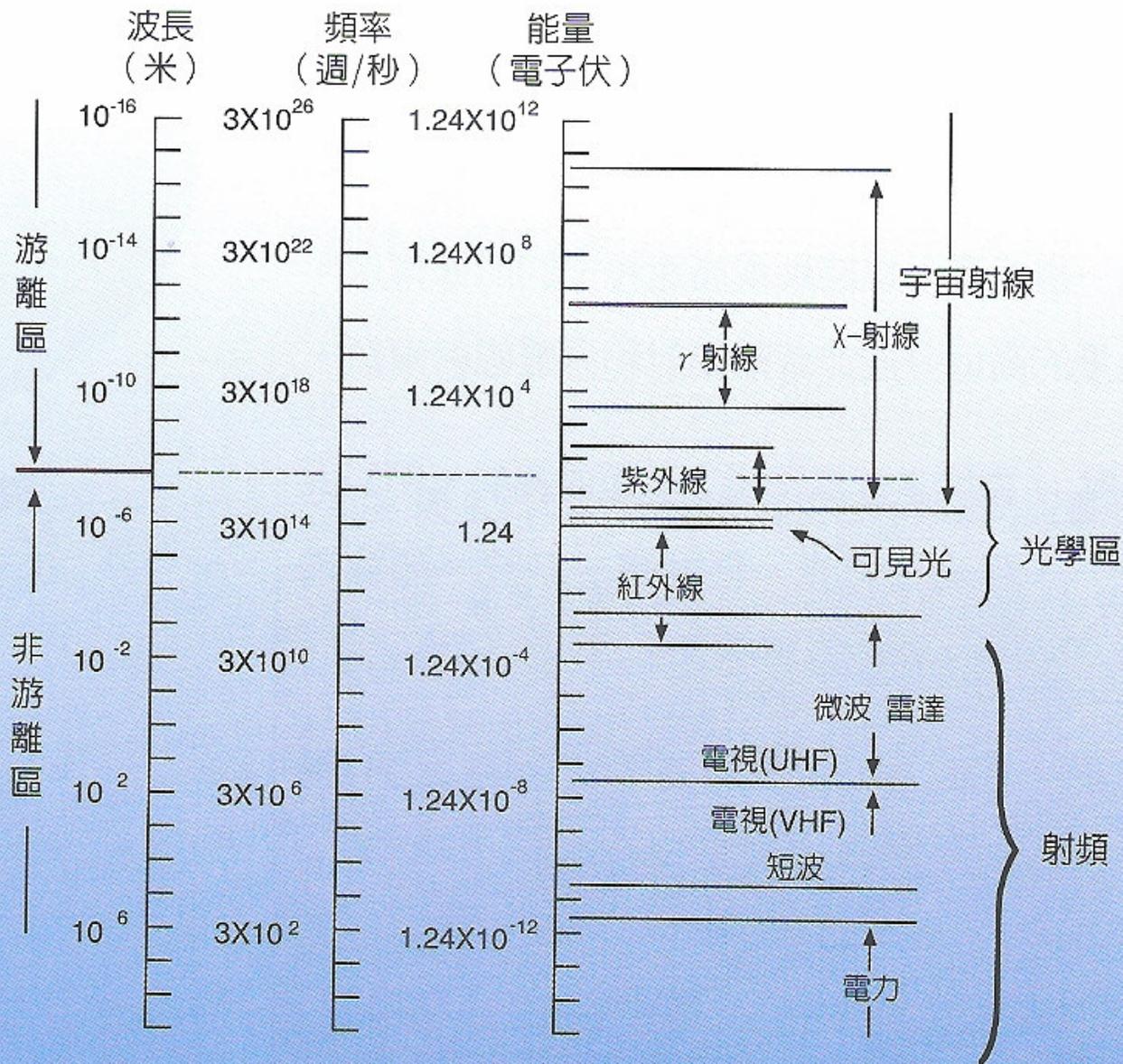
中山大學輻射防護委員會



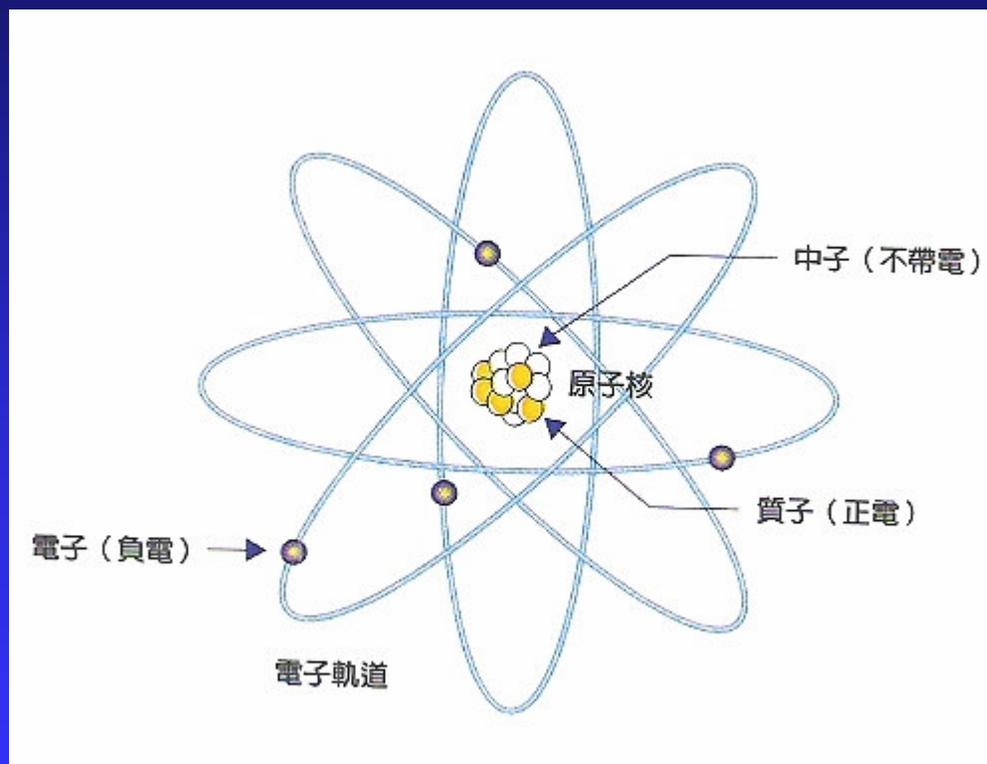
人類自古至今生存在一個陽光、空氣、水與輻射的自然環境中

定義輻射





原子核結構



$\begin{matrix} A \\ Z \end{matrix} X$

$Z = \text{原子序} = \text{質子個數} = \text{電子個數}$

$A = \text{質量數} = \text{質子個數} + \text{中子個數}$

同位素

- 原子核內質子數與中子數的總和稱作質量數。

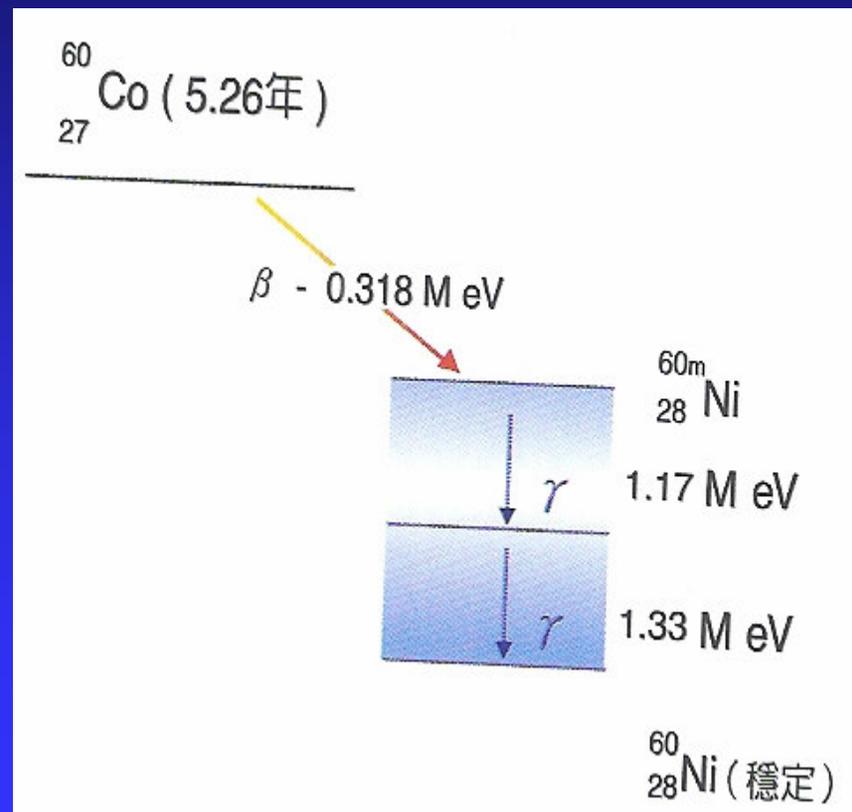
如鈷60，記成 ^{60}Co ，它有27個質子和33個中子，其質量數為60。

至於同位素，例如鈷的同位素有五種分別是 ^{56}Co 、 ^{57}Co 、 ^{58}Co 、 ^{59}Co 、 ^{60}Co

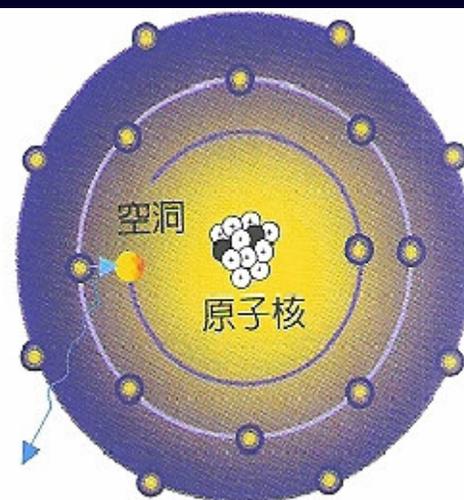
除了 ^{59}Co 是穩定同位素外，其餘都具有放射性。

輻射的產生

當不穩定的原子核自發性地蛻變成穩定原子核時，以**電磁波或粒子的形態**射出，即為輻射。

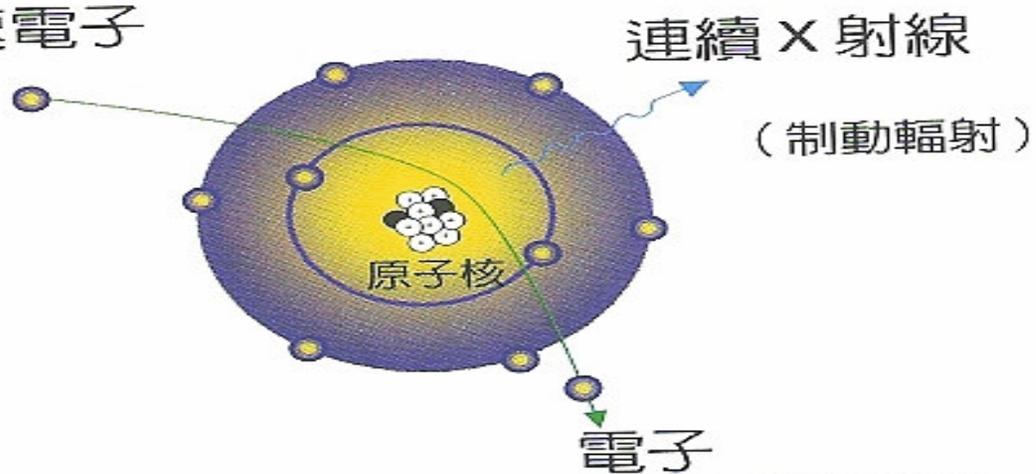


電子由高能軌道跳向低能軌道產生特性X射線



特性X射線

高速電子

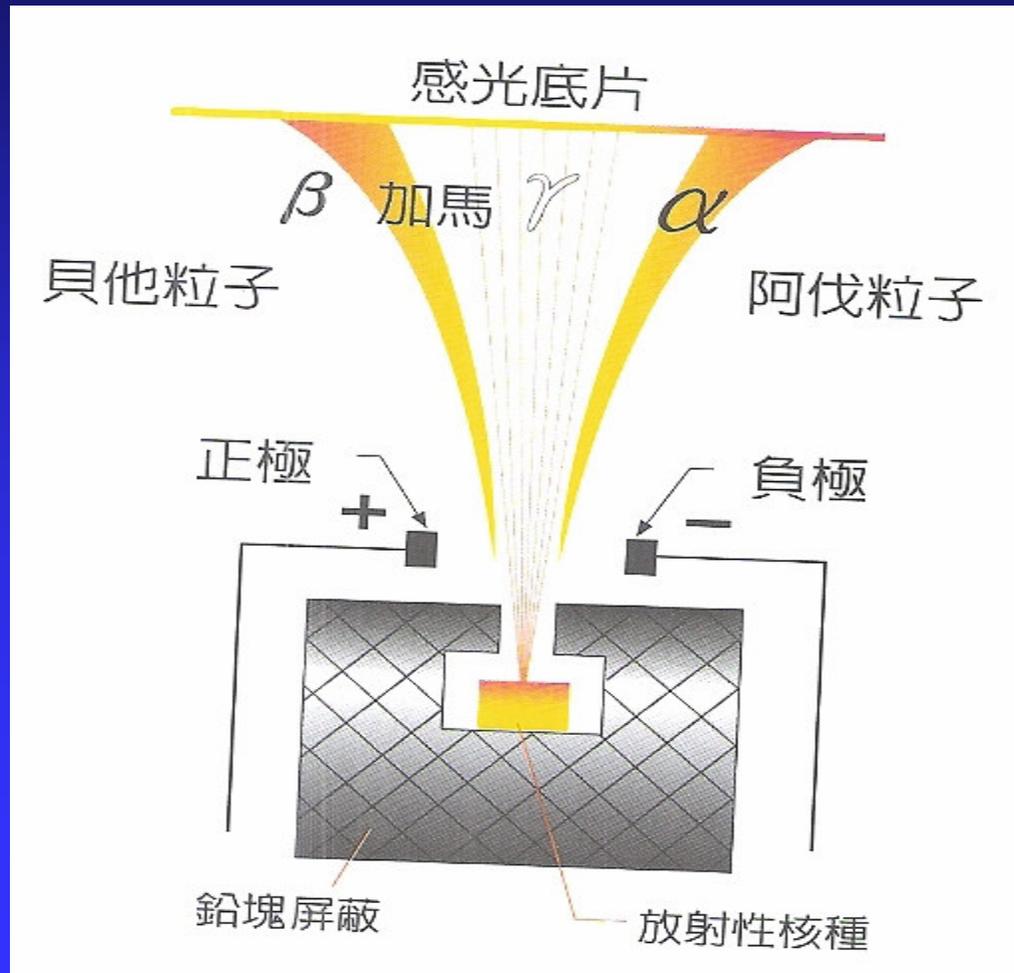


高速電子撞擊重原子核產生連續X射線

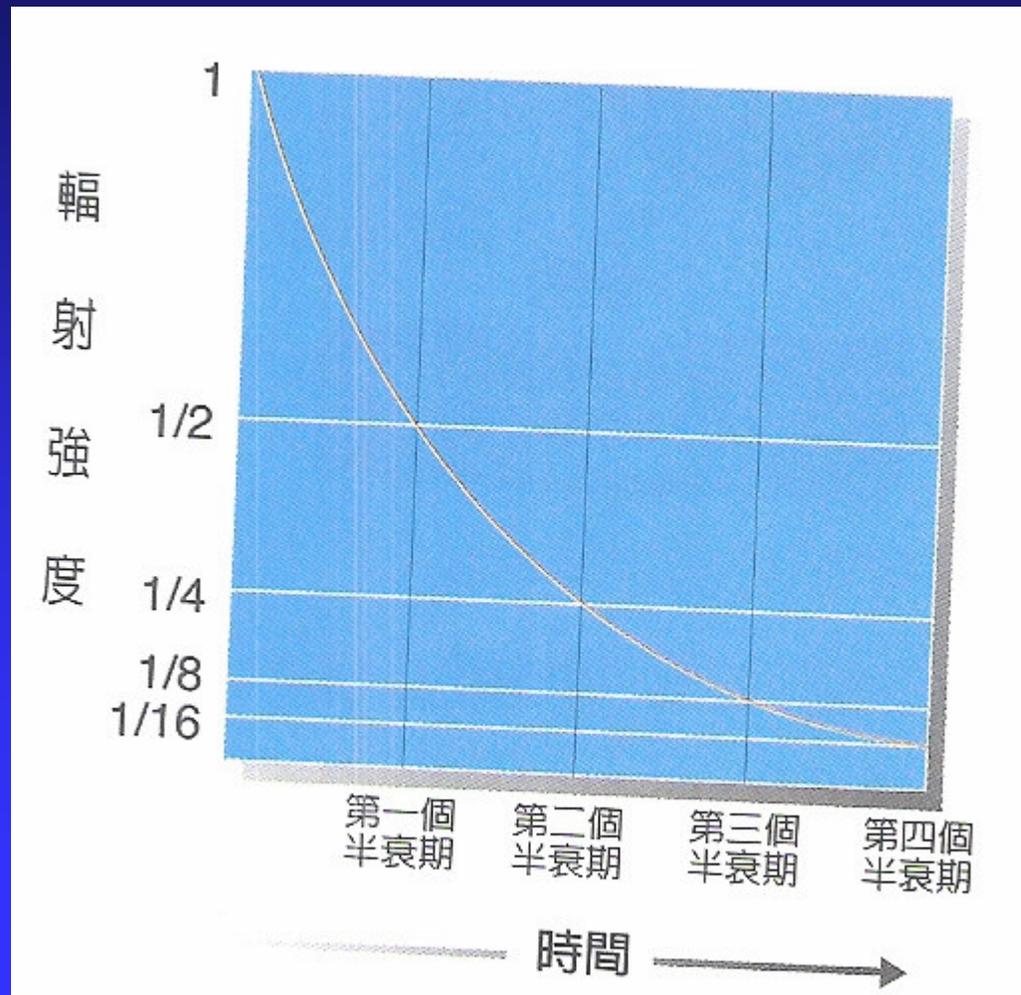
輻射特性

- 放射性蛻變是自發性蛻變
- 輻射受電場影響
- 輻射強度隨時間之增加而遞減
- 不同的輻射有不同的穿透力

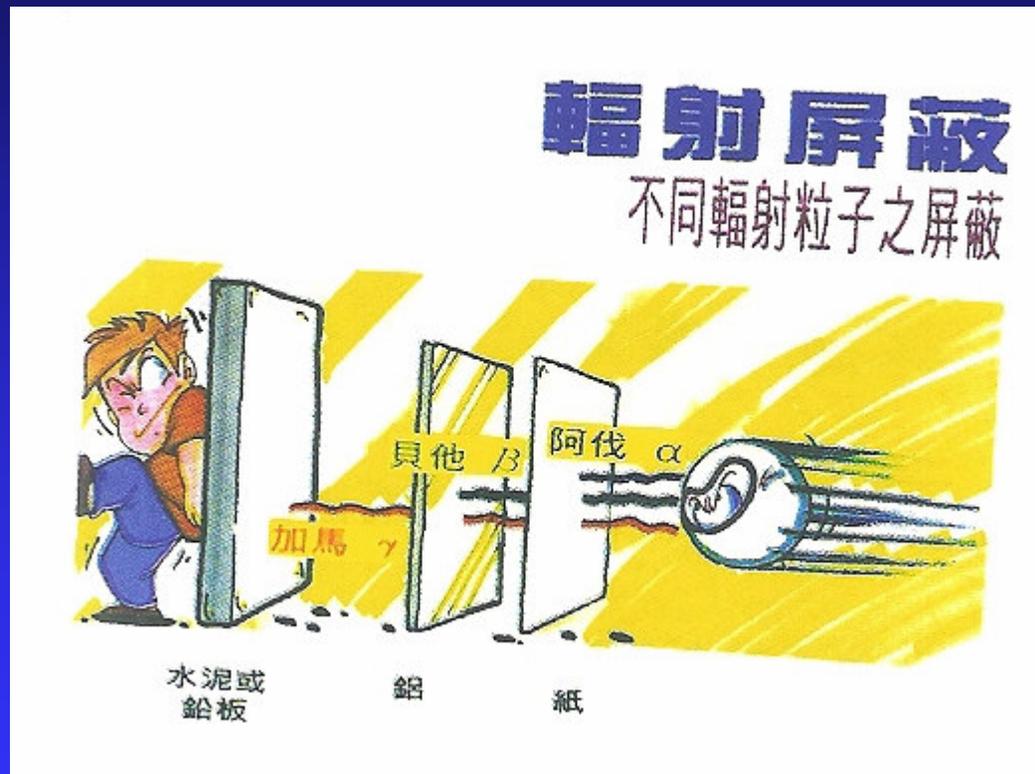
輻射受電場影響



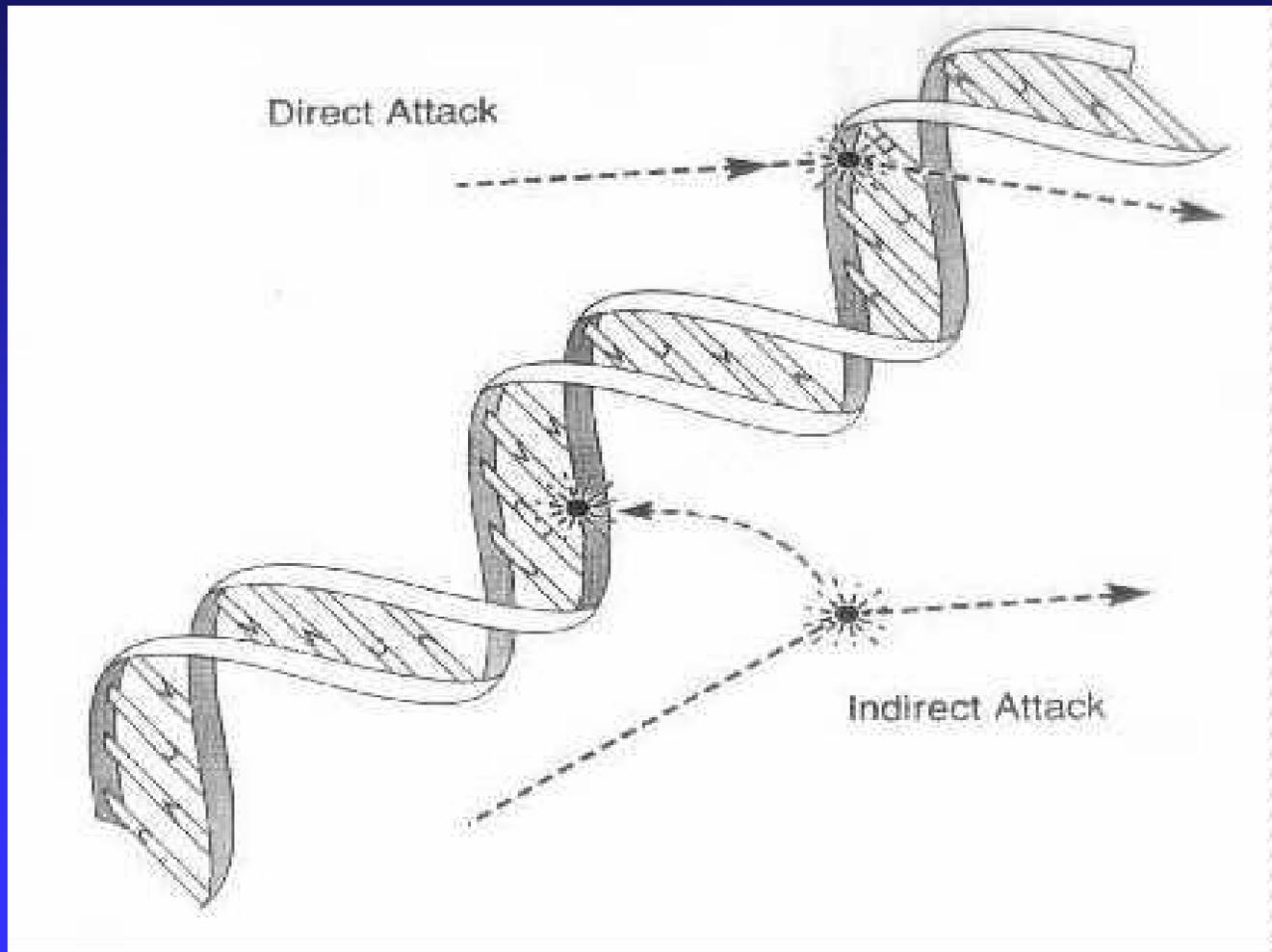
輻射強度隨時間之增加而遞減

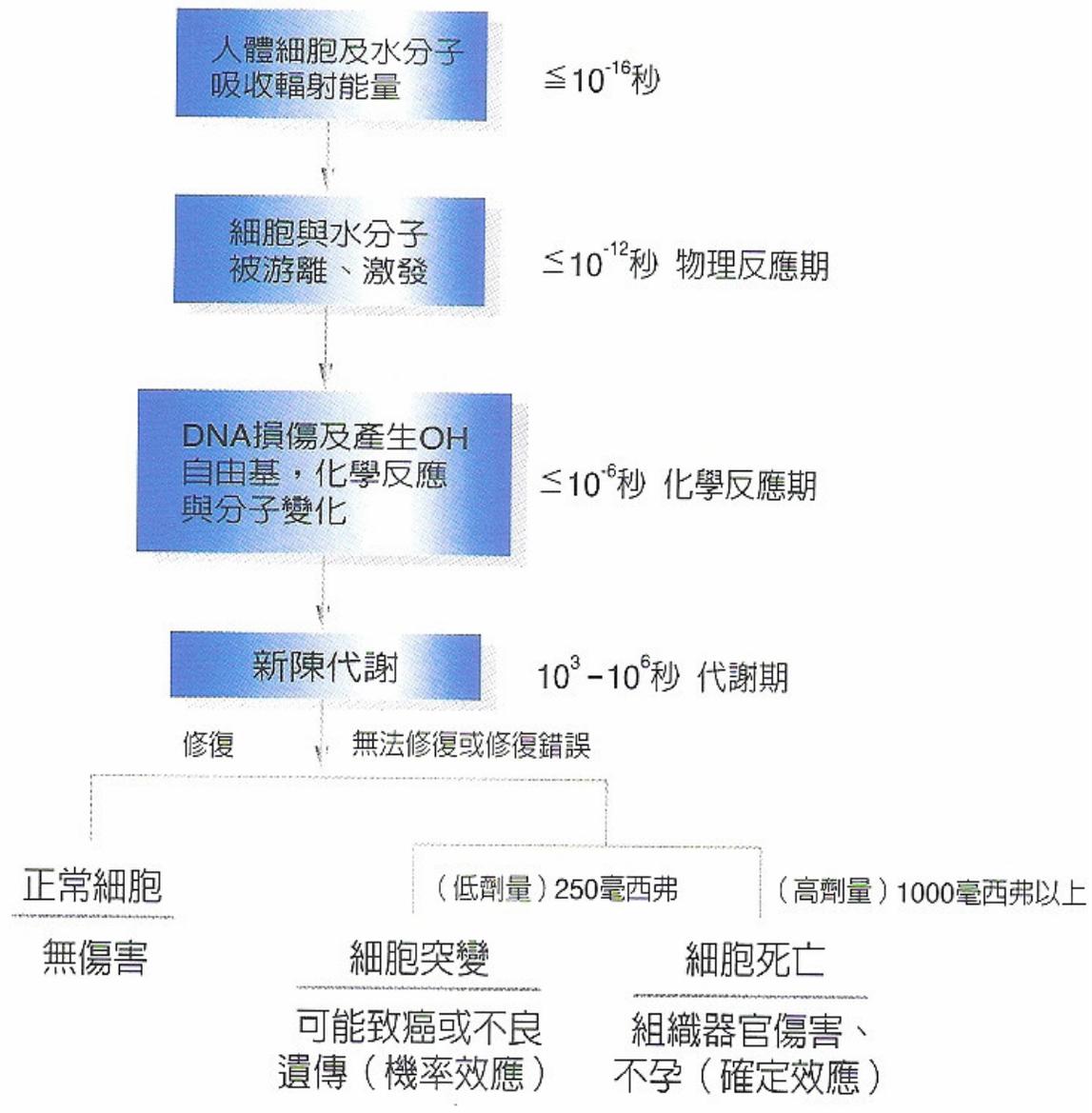


不同的輻射有不同的穿透力



游離輻射之直接效應與間接效應





輻射的單位

- 活度(activity, A)
- 吸收劑量(absorbed dose), D
- 等效劑量(dose equivalent), H_T
- 有效等效劑量(effective dose equivalent), H_E

活度

活度：每秒原子核衰變的個數

$$A(t) = \lambda N(t) = \lambda N(0) e^{-\lambda t} = A(0) e^{-\lambda t}$$

- 一放射性核種於每單位時間內發生自發性蛻變的次數（即蛻變率），稱它為活度。

活度的單位為貝克，定義為：

1貝克(Bq)=1 蛻變/秒 (disintegration/sec)

- 1居里定義為1g Ra-226 每秒發生自發性蛻變的次數。

1居里(Ci)= 3.7×10^{10} Bq

- $A = \lambda N$ λ 為衰變率常數

$$A = \lambda N = (0.693 / (w \cdot t_{1/2})) \times 6.02 \times 10^{23}$$

曝露量

- 單位質量之乾空氣與 α 或 γ 射線作用所產生之電荷量：

$$X = dQ/dm$$

$$X = \text{曝露量}$$

$$Q = \text{空氣產生電荷量}$$

$$m = \text{空氣質量(Kg)}$$

$$1R = 2.58 \times 10^{-4} \text{c/Kg}$$

$$1\text{c/Kg} = 3876R$$

吸收劑量

- 任何物質單位質量與任何放射線(α 、 β 、 γ 、 χ)作用所吸收之能量。
- D：吸收質量(Roentgen Absorbed Dose；rad，雷得)
(單位：erg/g)

$$D = dE/dm$$

E：吸收之能量(erg)

m：物質質量(g)

∴ 在乾空氣中 $1 \text{ rad} = 1.15R = 107 \text{ erg}/1000\text{g}$

SI unit：Gray(Gy，戈雷)

= 1J/Kg

= 100 rad

= 100 erg/g

等效劑量

- 或稱生物效應劑量(Relative biological effectiveness dose)同量的 red ，因粒子的質量不同，游離效應不同，所以會產生不同的生物效應劑量。

$$H_T = D \times Q$$

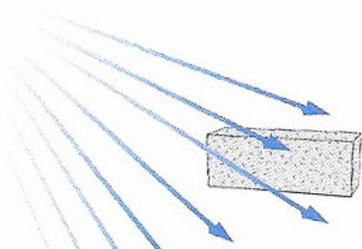
輻射的射質因數

輻射種類	平均射質因數
X、 γ 、 β	1
中子、質子和靜止質量大於1個原子質量單位的單電荷粒子	10
A 粒子及多電荷粒子	20

有效等效劑量

$$H_E = \sum W_T \cdot H_T$$

射源活度 (單位=貝克)



物質吸收劑量
單位=戈雷 (Gy)
每單位質量內所
吸收的游離輻射
能量

人體全身有效等效
劑量單位=西弗 (Sv)

$$H_E = \sum W_T \cdot H_T$$

W_T : 組織加權因數



人體組織器官等效
劑量單位=西弗 (Sv)

$$H_T = D \cdot Q$$

D : 吸收劑量

Q : 射質因數

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
骨骼表面	0.03	0.01
其餘部分	0.30	0.05

新國際與舊輻射專用單位之關係

量	新國際單位(符號)	國際單位(SI Unit)	約相當於舊輻射單位
活度	貝克(Bq)	1/秒(S ⁻¹)	2.703*10 ⁻¹¹ 居里(Ci)
曝露量		庫侖/公斤(C/kg)	3876倫琴(R)
吸收劑量		焦耳/公斤(J/kg)	100雷得(red)
等效劑量	西弗(Sv)	焦耳/公斤(J/kg)	100倫目(rem)

游離輻射防護安全標準

第二條 本標準用詞定義如下：

五、劑量：指物質吸收之輻射能量或其當量。

九、輻射之健康效應區分如下：

(一) 確定效應：指導致組織或器官之功能損傷而造成之效應，其嚴重程度與劑量大小成比例增加，此種效應可能有劑量低限值。

(二) 機率效應：指致癌效應及遺傳效應，其發生之機率與劑量大小成正比，而與嚴重程度無關，此種效應之發生無劑量低限值。

游離輻射防護安全標準

第六條 輻射作業應防止確定效應之發生及抑低機率

效應之

發生率，且符合下列規定：

- 一、利益須超過其代價。
- 二、考慮經濟及社會因素後，一切曝露應合理抑低。
- 三、個人劑量不得超過本標準之規定值。

前項第三款個人劑量，指個人接受體外曝露及體內曝露所造成劑量之總和，不包括由背景輻射曝露及醫療曝露所產生之劑量。

第七條 輻射工作人員職業曝露之劑量限度，依下列規定：

- 一、每連續五年週期之有效劑量不得超過一百毫西弗，且任何單一年內之有效劑量不得超過五十毫西弗。
 - 二、眼球水晶體之等價劑量於一年內不得超過一百五十毫西弗。
 - 三、皮膚或四肢之等價劑量於一年內不得超過五百毫西弗。
- 前項第一款五年週期，自民國九十二年一月一日起算。

游離輻射防護安全標準

第十條 十六歲以上未滿十八歲者接受輻射作業教學或工作訓練，其個人年劑量限度依下列規定：

- 一、有效劑量不得超過六毫西弗。
- 二、眼球水晶體之等價劑量不得超過五十毫西弗。
- 三、皮膚或四肢之等價劑量不得超過一百五十毫西弗。

第十一條 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，使其胚胎或胎兒接受與一般人相同之輻射防護。

第十二條 輻射作業造成一般人之年劑量限度，依下列規定：

- 一、有效劑量不得超過一毫西弗。
- 二、眼球水晶體之等價劑量不得超過十五毫西弗。
- 三、皮膚之等價劑量不得超過五十毫西弗。

游離輻射防護安全標準

第十四條 含放射性物質之廢水排入污水下水道，應符合下列規定：

- 一、放射性物質須為可溶於水中者。
- 二、每月排入污水下水道之放射性物質總活度與排入污水下水道排水量所得之比值，不得超過附表四之二規定。
- 三、每年排入污水下水道之氬之總活度不得超過 1.85×10^{10} 貝克，碳十四之總活度不得超過 3.7×10^{10} 貝克，其他放射性物質之活度總和不得超過 3.7×10^{10} 貝克。

第十七條 緊急曝露，應於符合下列情況之一時，始得為之：

- 一、搶救生命或防止嚴重危害。
- 二、減少大量集體有效劑量。
- 三、防止發生災難。

設施經營者對於接受緊急曝露之人員，應事先告知及訓練。

游離輻射防護安全標準

- 第十九條 液態閃爍計數器之閃爍液每公克所含氚或碳十四之活度少於 1.85×10^3 貝克者，其排放不適用本標準之規定。
- 第二十條 動物組織或屍體每公克含氚或碳十四之活度少於 1.85×10^3 貝克者，其廢棄不適用本標準之規定。

國立中山大學輻射防護措施計畫

第二條 本計畫依「游離輻射防護法」第七條之規定訂定。

第四條 放射性物質或可發生游離輻射設備之操作人員應受有關游離輻射防護之訓練並應領有原子能委員會發給之輻射安全措施（惟放射性物質之總放射度未超過管制規定時，操作人員可依「放射性物質或可發生游離輻射設備操作人員管理辦法」第三條規定，以輻射防護講習證書代替輻射安全證書）。

第二十五條 工作人員在工作時應視需要配帶人員劑量計，工作時間以外的時間須與背景佩章一併置存於不受輻射影響之地區，由各單位主管集中保管。

第四十四條 放射性物質接受及領用之帳料應予平衡，輻射防護委員會應至少每月核對乙次，並製作報表上網申報，以了解放射性物質使用情形。

意外事故處理

第四十九 條 應將意外事故處理程序之重點、聯絡人、
連絡電話，揭示於管制區明顯易見之處。

放射性實驗室輻射安全守則

1. 進入實驗室時必須穿工作衣與套鞋，用畢應放回原處。
2. 在進入實驗室內不得吸菸或飲食，並避免使用化妝品。
3. 如非必要私人物品勿攜進室內，實驗所產生之廢料應按規定收集、處理。
4. 處理放射物質時應戴橡皮手套，皮膚如果有外傷應避免從事放射性工作。如必須工作，應將傷口妥善包紮。
5. 吸取液態放射性物質時，應使用安全吸球，絕對禁止以口接觸吸管吸取。
6. 操作鬆散的放射性物質，或加熱處理過程，應在氣櫃中進行。
7. 盛裝放射性物質之容器，應標示放射性標誌。
8. 實驗過程中如不慎吸入放射性物質，或發生與放射性物質有關之身體傷害時，應即通知輻射防護人員。
9. 工作完畢時，應測定工作場所如檯面、地面、氣櫃、水槽等處是否污染，如有汙染應即除污。
10. 離開實驗室前，應偵測本身是否受到汙染。如發現汙染，應即依人員除污步驟進行除污，當確認已無汙染時始得離去。

人員除污步驟

- 一、用中性肥皂或肥皂粉，以較柔軟之皮革或橡膠，在污染部位輕擦數次，每次約二到三分鐘，再用清水沖洗。
- 二、如上述步驟無法除污時，則在污染部位塗上二氧化鈦(TiO_2)軟膏，約三分鐘後，用溫肥皂水刷洗，必要時得重複一次。
- 三、如上述步驟尚未完成除污時，則使用飽和的高錳酸鉀溶液與同體積的0.2N硫酸混合溶液。繼之用溫水沖洗，然後以新配的5%亞硫酸氫鈉(NaHSO_4)溶液擦洗，擦洗時間也不要超過二分鐘。最後再用肥皂洗滌及清水沖洗。除污後塗以少許羊毛脂或雪花膏，以防止皮膚龜裂。

如上述各步驟均未能達到除污要求時，則應向輻射防護人員報告，以便採行必要措施。

可發生游離輻射設備

證照號碼	機器名稱	放置地點	連絡人	證照屆滿日
設字第200290號	X光繞射儀	材料所B6014室	李秀月	097.12.09
設字第201459號	X光繞射儀	材料所B6014室		096.07.31
設字第201460號	照相檢驗X光機	材料所B6014室		096.07.31
設字第201604號	X光繞射儀	材料所B6013室		098.08.16
設字第200581號	X光繞射儀	理學院東綜合第一大 樓理1008室(奈 米中心)	張鼎張	098.01.06
			顏采蓉	
設字第202200號	分析鑑定X光儀	理學院東綜合第一大 樓理1009室(奈 米中心)	蔣燕南	098.11.24
			顏采蓉	
設字第202201號	分析鑑定X光儀	化學所5009室	蔣燕南	098.11.10
			呂相欽	
			劉芳辰	
設字第200869號	X光繞射儀	物理所E4004室	周隆文 0952818223	100.12.26

可發生游離輻射設備

設字第200746號	X光繞射儀	海資所5006室	蕭炎宏	097.12.09
			許淑雅	
設字第201965號	分析鑑定X光儀	海地化A3007室	陳鎮東	098.10.06
			王冰潔	
設字第201943號	照相檢驗X光機	海院A3001室	莫顯蕃	100.10.31
設字第202829號	分析鑑定X光儀	光電所F3024室	賴聰賢	099.03.18
			陳春陽 0963028535	

密封放射性射源

GC/ECD (Ni63) 物字第1200542	氣層分析儀	環工所A5008室	高志明	096.08.21
GC/ECD (Ni63) 物字第1200539	氣層分析儀	海C6001室	李宗霖	097.01.06
GC/ECD (Ni63) 物字第1200541	氣層分析儀	環工所A5008室	梁敦傑 0921234468	096.08.21
GC/ECD (Ni63) 物字第1200538	氣層分析儀	海C6008-1室	楊磊	097.01.06
GC/ECD (Ni63) 物字第1200540	氣層分析儀	環工所A5015室	林朝榮 0937338545	096.08.21
GC/ECD (Ni63) 物字第1200543	氣層分析儀	環工所A6005室	楊磊	096.08.21
GC/ECD (Ni63) 物字第1200659	氣層分析儀	海地化所A3012室	王冰潔	099.01.06

非密封放射性物質

	有效日期	使用地點	核准持有量
物字第 2100019 號	98.08.03	E4018 E5018 E4011 海A2002 海A3003	H-3 15mCi P-32 15mCi S-35 10mCi C-14 5mCi I-125 10mCi Ca-45 5mCi Eu-152 1 μ Ci