

輻射防護原理



淡水院區放射科 王明燕

2008/4/2

輻射與防護



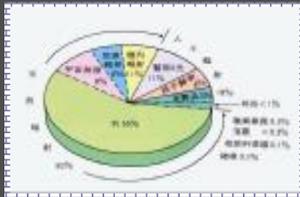
+ You

2008/4/2

輻射在哪裡?

我們身邊的光和熱

- n 天然輻射
- n 人為輻射



2008/4/2

天然輻射來源

- n 宇宙射線
- n 地表輻射
 - n 土壤、岩石、動植物-鈾、鈾、鉀⁴⁰等
- n 氡氣
 - n 天然輻射的最大來源-土壤及岩石
- n 體內輻射
 - n 0.2%鉀，其中0.012%放射性的鉀⁴⁰
- n 水源輻射
 - n 鐳²²⁶、安東及馬槽溫泉(氡²²⁰)、關子嶺溫泉(氡²²²)



2008/4/2

人為輻射來源

- n 醫療輻射
- n 農業、工業應用
- n 核能工業
- n 輻射職業曝露
- n 核子試爆落塵
 - n 局部落塵、隨氣流或對流漂移的落塵
 - n Ru¹⁰⁶、Rh¹⁰⁶、Sr⁹⁰、Cs¹³⁷、Pu²³⁹、I¹³¹s



2008/4/2

輻射暴露的種類

- n 職業曝露
 - 指從事輻射作業所受之曝露, 不包含醫療及背景輻射
- n 醫療曝露
 - 指在醫療過程中病人及其協助者所接受之曝露

2008/4/2

輻射的分類

依能量的高低區分

游離輻射

- 能量高能使物質產生游離的輻射
X-ray、 γ -ray、Beta particles、中子、質子

非游離輻射

- 能量低無法產生游離的輻射
太陽光、燈光、紅外線、微波、無線電、雷達波



輻射的游離作用

直接游離

- 帶電的粒子輻射(阿伐或貝他)直接與原子核外的電子撞擊，直接傳遞能量給予電子，使電子掙脫原子核的束縛而游離。

間接游離

- 不帶電粒子輻射(光子和中子)必須先與物質發生某些作用，產生荷電粒子以後，再由此荷電粒子產生游離作用。

游離輻射的種類

直接游離

阿爾法輻射(α)

- 帶正電荷的氦原子核，由原子核放出。
- 離開原子核時，速度約為光速的1/20。
- 在空氣中能前進1-3吋，卻無力穿透一張報紙。

貝他輻射(β)

- 原子核放出的粒子。
- 它的質量和電荷都和電子相同，質量為阿爾法粒子的1/7500。
- 離開原子核時速度約接近光速。
- 約1-3吋厚的合成樹脂(Lucite)板，就能完全吸收。

游離輻射的種類

間接游離

伽馬輻射(γ)

- 當原子核蛻變時，會放出一個阿爾法或貝他粒子，由高能階降到低能階時，過多的能量就轉變成伽馬射線輻射出來。
- 頻率高和穿透強力的射線，須用幾吋厚的鉛板。

X射線(x-ray)

- 擁有高能量的電磁波，沒有質量，亦不帶電荷。
- 穿透能力很強，可以穿過人體，唯有厚厚的鉛板和水泥才可以阻隔它們。

游離輻射的種類

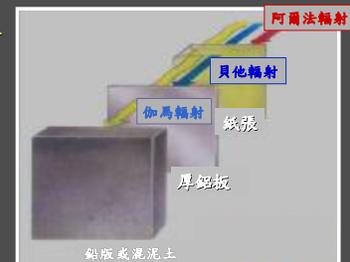
間接游離

中子(n)

- 不帶電荷，穿透能力極高。
- 水或石蠟(含大量氫原子)的物質，可以阻隔中子。
- 核電站的核反應堆中，核裂變會產生高速移動的中子，通常是用水去阻隔及控制中子的移動速度。

游離輻射的穿透力

不同的輻射線會有不同的穿透力



輻射對人體的影響

n 照射

n 體外曝露於輻射場，受到輻射之照射。

n **不會造成輻射之擴散。**

n 污染

n 凡不應有放射性物質出現的地方而有放射性物質則稱為污染。



2008/4/2

輻射對人體的影響

n 體外輻射

n 輻射(如:結⁶⁰→ γ ray)由人體外穿入體內。

n 可用人員劑量計及環境監測作量測。

n 體內輻射

n 放射性物質進入體內在體內形成輻射傷害。

n 可用化學及生物劑量計量測。

2008/4/2

輻射對人體的影響

n 污染型式區分

n 固定污染

n 鬆散污染

n 輻射污染造成的危害

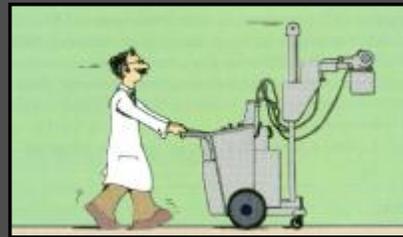
n 空浮污染導致吸入、由食物嚥入體內、附著於髮膚污染皮膚經傷口流入體內。

n **通常會造成輻射之擴散**，造成人體之輻射曝露。



2008/4/2

輻射與防護



2008/4/2

輻射防護的原則

n 防止**輻射確定效應**的發生，同時也要抑低**機率效應**的發生率到社會能接納的程度。

n 利用輻射所獲得的效益必須超過它的代價。

n 考慮到經濟與社會因素之後，一切輻射曝露必須保持合理抑低。

n 輻射作業人員與一般民眾接受輻射劑量均不得超過法規的限制。

2008/4/2

確定效應

n 劑量愈大時，對人的損害愈嚴重。當劑量降低到一定水平後，即「劑量閾值」，這類效應就察覺不到。

n 損害程度取決於吸收劑量。

n 存在劑量閾值。

n 例如：白內障，皮膚損傷，生育能力損害等

2008/4/2

機率效應

- n 機率效應的嚴重程度是不受吸收劑量的大小影響，而發生的機率則與劑量大小有關，並且不存在劑量閾值。
- n 損害程度與吸收劑量無關。
- n 不存在劑量閾值。
- n 發生的機率與吸收劑量有關
 - n 例如：輻射引致的癌病，遺傳效應

2008/4/2

可忽略的個人劑量

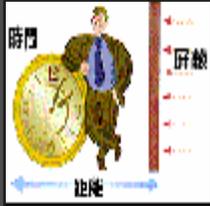
- n NCRP(1987#91號報告): 該報告定義了一個輻射暴露的可忽略個人風險水平(negligible individual risk level), 低於該水平再努力降低對個人的暴露就是不正當的
- n NCRP(#116號報告)定義了可忽略個人劑量: 建議0.01mSv作為每個射源或每項實踐的可忽略個人劑量
- n 距離有用射源2公尺以上即可(NCRP 第33號報告)

2008/4/2

體外曝露防護原則

TSDD

- n Time (時間)
- n Shielding (屏蔽)
- n Distance (距離)
- n Decay (蛻變)



2008/4/2

醫療輻射

- n 核子醫學
 - n 放射性核種: ^{99m}Tc (β 粒子)、 ^{131}I (β 粒子、 γ -ray)...
- n 放射治療:
 - n ^{60}Co (γ -ray)、直線加速器(電子射束)...
- n 放射診斷:
 - n X-ray

2008/4/2

蛻變

- n 不穩定(即具有放射性)的原子核在放射出粒子及能量後可變得較為穩定，這個過程稱為「退變」。
- n 這些粒子或能量(後者以電磁波方式射出)統稱輻射。
- n 由不穩定原子核發射出來的輻射可以是 α 粒子、 β 粒子、 γ 射線或中子。
- n 放射性核種在衰變過程中，該核種的原子核數目會逐漸減少。衰變至只剩下原來數目一半所需的時間稱為該核種的半衰期。每種放射性核種都有其特定的半衰期，由幾微秒到幾百萬年不等。

2008/4/2

常見的放射性核種所放出的輻射

核種	原子序	α 粒子	β 粒子	γ 射線
氫	1		★	
鈷-60	27		★	★
銦-90	38		★	
鎘-99	43		★	
碘-131	53		★	★
銣-137	55		★	★
氬-222	86	★		★
鐳-226	88	★		★
鈾-232	90	★		★
鈾-238	92	★		★

2008/4/2

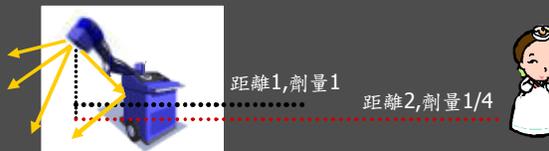
放射性核種半衰期表

放射性核種	半衰期
氦-219	4 秒
鉀-38	7.6 分鐘
碲-73	7.2 小時
碘-131	8 日
鈷-60	5.26 年
銫-137	30 年
碳-14	5,730 年
碘-129	17,000,000 年
鈾-235	703,800,000 年
鉀-40	1,260,000,000 年

2008/4/2

劑量 v.s 距離

- 呈平方成反比的遞減(air-gap)
- 距離增加一倍, 劑量只剩4分之一!
- 最好是與管球反方向囉!



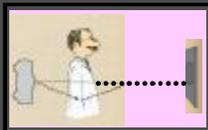
2008/4/2

X-ray v.s Air-gap 衰減

某一適當照射條件



照射條件固定, 距離改變



2008/4/2

劑量 v.s 屏蔽

- 鉛衣
- 鉛眼鏡
- 鉛護頸
- 鉛手套
- 鉛屏風
- 水泥牆
- 金屬櫃...



2008/4/2

防護衣的今昔演變

早期的輻射防護衣物



Institute of Physics "A Century of X-Rays and Radioactivity in Medicine" (一九九三年)

2008/4/2

體內曝露防護原則

- n 避免食入吸入放射性物質
- n 減少吸收
- n 增加排泄
- n 避免在污染區逗留



2008/4/2

輻射偵檢

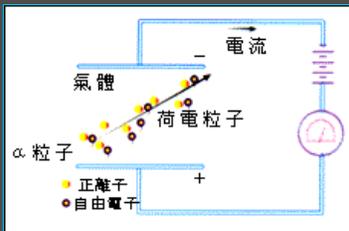
2008/4/2

輻射偵檢方法

- n 輻射本身無聲、無色又無味，必須借助某些物質及裝置，使與輻射發生反應的結果能夠很容易的被察覺。
- n 輻射偵檢的基本作用，皆為量測或觀察輻射在物質內所產生的游離效應。
 - n 化學度量法
 - n 生物計量術
 - n 物理量測法

2008/4/2

輻射度量的基本原理



· 平行電場內的空氣，被阿伐射線游離產生正負兩種離子，這些離子被電極板收集後，即可在電路上變成電流而產生信號

2008/4/2

個人輻射劑量偵檢器之種類



個人輻射劑量警報器【EPD】



劑量筆【PD】

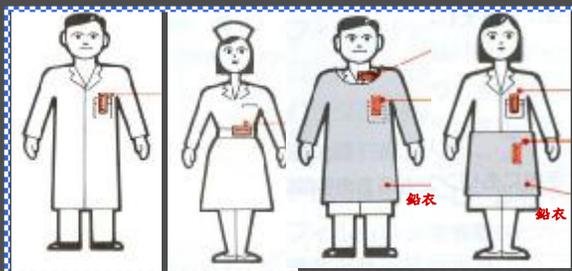


人員劑量配章【TLD】

2008/4/2

吳若偉 貝克西弗股份有限公司

人員劑量計佩帶位置



2008/4/2

輻射污染偵檢器

手提式輻射污染偵測儀



端窗式G-M管。



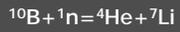
蓋格偵檢器或閃爍偵檢器。

- 偵測輻射種類: α 、 β 、 γ 、X-ray。
- 可設定過量警示音響。

2008/4/2

輻射污染偵檢器

手提比例式中子偵測儀



γ 射線及中子偵測

2008/4/2

輻射場監視偵測器

地區監測器



2008/4/2

污染偵測器

移動型輻射偵檢器



2008/4/2

輻射表面污染偵測



2008/4/2

輻射表面污染偵測



2008/4/2

Radioprotection to the Eye During CT Scanning

Kenneth D. Hopper, Joel D. Neuman, Steven H. King, and
Allen R. Kunselman

AJNR Am J Neuroradiol 22:1194-1198, June/July 2001

2008/4/2

Radioprotection to the Eye During CT Scanning



FIG 1. The bismuth eye shield is simple to place and covers only the eye.

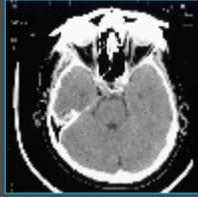


FIG 2. This adult patient has a 3T eye shield in place. While artifact is seen into the globe, no artifact is transmitted into the brain.

2008/4/2

AJNR Am J Neuroradiol 22:1194-1198, June/July 2001

Radioprotection to the Eye During CT Scanning

Bismuth-coated latex of shielding saved radiation dose

Results:

- Single thickness -> 39.6%
- Double thickness -> 43.5%
- Triple thickness -> 52.8%

($p = 2.2 \times 10^{-10} \sim 1.4 \times 10^{-21}$)

AJNR Am J Neuroradiol 22:1194-1198, June/July 2001

2008/4/2



2008/4/2