

# 非密封放射性物質之輻射安全

鄭雯文

## 輻射的種類

1. 阿爾伐 ( $\alpha$ ) 粒子：帶正電，由兩個質子與兩個中子形成的原子核。
2. 貝他 ( $\beta$ ) 粒子：帶負電，是快速運動的電子。
3. 伽馬 ( $\gamma$ ) 射線及 X 射線：是高能電磁波，或稱高能光子。此兩者具有相同性質，只是來源不同而已， $\gamma$  是原子核放射的，X 則是由原子核外所產生的。
4. 中子 (n)：是質量約與質子相等卻不帶電的中性粒子。

## 輻射的性質

1. 帶電粒子 ( $\alpha$ ,  $\beta$ )：能使物質的原子游離 (電子脫離原子成為一對正負離子)。  $\alpha$  使原子游離的本領遠較  $\beta$  為大，但穿透力卻比  $\beta$  小的多，一張紙即可把  $\alpha$  擋住。如放射  $\alpha$  的核種在我們身體外面，當然也穿不過我們皮膚的表皮，所以  $\alpha$  不會構成體外危害。但如果放射  $\alpha$  的核種侵入人體內，因其所發射的  $\alpha$  射程短，破壞力強，故將造成嚴重局部傷害。 $\beta$  粒子之體內危害雖較輕微，但卻會構成體外皮膚的傷害。
2. 光子 ( $\gamma$ , X)：經由下列三途徑與物質發生交互作用，而把能量傳交給物質。
  - (1) 光電效應：物質之原子吸收光子後放出電子。
  - (2) 康普吞效應：光子與物質原子中之電子發生彈性碰撞，使電子脫離軌道並散射出一個較低能量的光子。
  - (3) 成對發生：光子能量轉化成物質，生成一對正負電子。以上三種作用的實質結果乃係使原子游離，不過游離本領甚弱，相反的其穿透力就特強了。所以  $\gamma$  或 X 光的體外危害遠比  $\alpha$  或  $\beta$  為甚。但正因其穿透力強，射程遠，其能量不致為局部組織吸收，故其體內危害卻遠較  $\alpha$  或  $\beta$  為小。
3. 中子：不帶電，不會直接使物質游離。但正因其不帶電，不致受阻於原子電場，故極易進入原子核內與其起核反應。

## 游離輻射與非游離輻射

1. 游離輻射：當原子中的電子，自輻射獲得的能量，大於原子核對它的束縛能量，電子就會離開原子而射出，使原來呈中性的原子，變為一帶正電 (少掉一個電子的原子本身) 和一帶負電 (射出的電子) 的離子對 (ion pair)，此即稱為游離 (ionization)。能造成游離作用的輻射稱為游離輻射 (ionizing radiation)。
2. 非游離輻射：如電子自輻射所獲得的能量，不足以使電子離開原子核的束縛，此即為非游離輻射。
3. 能使一般物質產生游離的能量大概是 10 keV，所以就以 10 keV 作為游離輻射與非游離輻射的分界點。

## 直接游離輻射與間接游離輻射

帶電粒子 (如  $\alpha$ ,  $\beta$ ) 極易直接與物質原子核外圍之電子發生庫侖相斥或相吸作用，是為直接游離輻射。而間接游離輻射是指不帶電粒子 (如中子) 或電磁波 (如  $\gamma$ , X)，不易與原子核外之電子直接作用而產生游離，通常它們先與物質發生某種交互作用，而放出荷電粒子，再由此荷電粒子與物質作用。

## 輻射劑量的測定

### 1. 輻射單位

- (1) 曝露：專用單位→倫琴 (R)，新國際單位→庫侖/公斤為 X 或  $\gamma$  曝露量之單位，係使一立方公分的空氣游離後產生一靜電單位的電量所需的輻射場強度。
- (2) 吸收劑量：專用單位→雷得 (rad)，新國際單位→戈雷 (Gy) 係每克物質吸收 100 爾格的能量稱為一雷得，或每公斤物質吸收 1 焦耳能量稱為一戈雷。

## 輻射劑量的測定

(3) 等效劑量：專用單位→侖目 (rem)，新國際單位→西弗 (Sv) 係吸收劑量與射質因數 (Q) 的乘積，可表示人體受傷害的程度。

### (一) 輻射劑量

所謂劑量(D)係指單位質量物質所吸收之輻射能量而言，其單位為焦耳/公斤，或更常用之單位為雷特(R)。

若一質量為m之物質吸收了D之輻射劑量，則其吸收之輻射能量為：

$$Q = \frac{D}{m} \times (\text{kg}) \times (10^3) \dots \dots \dots (11)$$

(11) 式中 D 為吸收劑量，D (R) 為 D 之數值，m 為質量。

$$Q = 10^3 D m$$

$$Q(\text{J}) = 0.120 \times 10^{-3} (0.1 < 1 < 100) \dots \dots \dots (12)$$

$$3.6 \times 10^{-5} (1 > 100)$$

(12) (13) 式中 Q 之單位為焦耳/公斤或 keV/g (1 J = 6.24 \times 10^{18} eV)

表一 各類輻射射質因數<sup>(1)</sup>

輻射種類與能量區間 <sup>(2)</sup>	射質因數 W <sub>R</sub>
所有能量之光子	1
所有能量之電子及正電子 <sup>(3)</sup>	1
中子 <sup>(4)</sup> 能量 < 10 千電子伏(keV)	5
10 千電子伏(keV) — 100 千電子伏(keV)	10
> 100 千電子伏(keV) — 2 百萬電子伏(MeV)	20
> 2 百萬電子伏(MeV) — 20 百萬電子伏(MeV)	10
> 20 百萬電子伏(MeV)	5
質子(同種質子除外)能量 > 1 百萬電子伏(MeV)	5
α 粒子，重離子，重核	20

## 輻射劑量的測定

(4) 放射度 (活性)：專用單位→居里 (Ci)，新國際單位→巴克 (Bq)

為輻射活性單位，係放射性物質每秒的蛻變數。

\* 輻射劑量單位摘要 \*

輻射量	專用單位	定義	國際單位	兩者關係	附註
曝露 (Exposure)	侖琴 (R)	1 靜電量/cm <sup>2</sup> of air	庫侖/kg	1R = 2.58 × 10 <sup>-4</sup> C/kg	或 γ 在 air 中輻射場強度。
吸收劑量	雷得 (rad)	100erg/g	J/kg 戈雷 (Gy)	100 rad = 1 Gy	物質吸收的輻射能。
等效劑量	侖目 (rem)	rad × Q <sub>w</sub>	J/kg 西弗 (Sv)	100 rem = 1 Sv	表示人體受傷害的程度。
放射度 (Activity)	居里 (Ci)	3.7 × 10 <sup>10</sup> d/s 一克镭每秒的蛻變數	Bq 1 Ci = 3.7 × 10 <sup>10</sup> Bq	1 Bq = 1 dps	放射源強度的單位。

註：1 R = 1 rad cps / 輻射測量儀器效率 = dps cpm / 60 sec = cps

## 游離輻射的傷害

### 機率性效應 (Stochastic effects)

此類傷害效應發生機率與所受輻射劑量成正比例的函數關係：即接受的劑量越高，則傷害發生的機率性越大。但效應的嚴重程度與劑量無關，且無下限劑量，即不論所接受的輻射劑量多低，都有發生傷害效應的機會，只是發生的機率較低而已。

如輻射照射引發的癌症及遺傳疾病皆屬此類效應。

## 游離輻射的傷害

### 非機率性效應 (Nonstochastic effects)

此類效應傷害的嚴重性與所受輻射劑量有正比例函數關係，且有下列劑量，即所接受輻射劑量低於某下限，則此類效應造成身體傷害的嚴重性可忽略不計。若接受劑量大於低限劑量，則傷害效應就會發生，且劑量越大傷害效應也越嚴重。

例如由輻射照射引發的眼球白內障，皮膚紅腫，或因性腺細胞受損而造成不孕症等，皆屬此類效應。

因生物個體體質及生理狀況的差異，有時使此類效應的下限劑量，個體間的差異十分懸殊。

## 核種說明

核種名稱	母核	最高 核素量	最高 核素量	豁免 核素量	射線	型態	半衰期	半衰期
		mCi	mCi	Bq	Bq		MeV	天
H-3	0.05	5	1.85E+08	1.00E+06	β-	液體	0.018	12.26年
C-14	0.5	5	1.85E+08	1.00E+06	β-	液體	0.155	5730年
F-18	10	10	1.48E+09	1.00E+06	γ	液體	0.51	112 min
P-32	10	50	1.85E+09	1.00E+06	β-	液體	1.71	14.2日
Sr-89	0.1	5	3.40E+07	1.00E+06	β-	液體	0.167	53.2日
Cs-51	5	10	3.70E+08	1.00E+06	γ	液體	0.323	27.8日
Cs-57	5	10	3.70E+08	1.00E+06	γ	液體	0.122	270日
I-125	1	10			β-	液體	1.10	45日
			3.70E+08	1.00E+06	γ			
Cs-67	0	60	2.22E+09	1.00E+06	γ	液體	0.092	78日
Sr-90	5	40	1.48E+09	1.00E+06	β	液體	0.54	28年
Y-90	5	10	1.48E+09	1.00E+06	β-	液體	2.25	64.2日
Tc-99m	30	500	1.85E+10	1.00E+06	γ	液體	0.14	6.01日

## 核種說明

In-111	5	50	1.85E+09	1.00E+06	γ	液體	0.247	2.8日
I-123	2	50	1.85E+09	1.00E+06	γ	液體	0.16	13日
I-125	1	5	3.70E+08	1.00E+06	γ	液體	0.035	60日
I-129	0.01	5	3.70E+08	1.00E+06	β-	液體	0.15	1.6E7年
I-131	3	100	3.70E+09	1.00E+06	γ	液體	0.16	8.04日
Xe-135	10	50	1.85E+09	1.00E+06	γ	液體	0.081	5.27日
I-131	2	30	1.11E+09	1.00E+06	γ	液體	0.167	78日

## 核種說明(新增及更改)

核種名稱	母核	最高 核素量	最高 核素量	豁免 核素量	射線	型態	半衰期	半衰期
		mCi	mCi	Bq	Bq		MeV	天
Sr 89	5	10	3.70E+08	1.00E+06	β-	液體	1.45	51日

核種名稱	母核	最高 核素量	最高 核素量	豁免 核素量	射線	型態	半衰期	半衰期
		mCi	mCi	Bq	Bq		MeV	天
F-18	10	100	3.70E+09	1.00E+06	γ	液體	0.51	112 min
Cs-57	5	100	3.70E+08	1.00E+06	γ	液體	0.092	78日
Tc-99m	30	1000	3.70E+09	1.00E+06	γ	液體	0.14	6.01日
I-123	2	100	3.70E+09	1.00E+06	γ	液體	0.16	13日
I-125	1	10	3.70E+08	1.00E+06	γ	液體	0.035	60日
I-131	3	250	3.70E+09	1.00E+06	γ	液體	0.16	8.04日
Tl-201	2	100	3.70E+09	1.00E+06	γ	液體	0.167	79日

## 現行放射性廢棄物及廢水處置方式

## 現行放射性廢棄物及廢水處置方式

### (一). 放置衰變

含短半衰期(T1/2<30天)放射性同位素的廢水、廢物, 依其屬性集中分類處理放置適當之半衰期後, 以污染偵檢器偵測為背景值, 即可按照一般廢物處理, 並紀錄備查。其分類處理方式如下:

## 現行放射性廢棄物及廢水處置方式

### 1. 固態廢棄物

- (1). 造影類: 包括放射性製劑瓶、I-V Set、針筒及針頭, 半衰期為二小時至七十三小時。
- (2). 放射免疫分析實驗類: 分為放射性試劑瓶、實驗試管及吸附放射性試劑之吸水紙, 半衰期為六十天。
  - a. 放射性試劑瓶: 於廢水槽以自來水沖洗瓶內, 減少放射性試劑殘留以縮短放置時間, 以玻璃及塑膠分類收集。
  - b. 實驗試管: 分可滅容及不可滅容。
    - (a). 可滅容試管: 以絞碎機絞碎後集中收集。
    - (b). 不可滅容試管: 以有洗滌(wash)試管及沒有洗滌試管分類收集。
  - c. 放射性試劑吸水紙: 收集後放置衰變, 以自動試管清洗儀(washer)之方式取傳統洗滌法, 以減少吸水紙之用量。

## 現行放射性廢棄物及廢水處置方式



攪碎機



自動試管清洗儀(washer)



固態廢棄物儲存(熱核室)



射源發生器存放櫃(熱核室)

### 2. 液態廢棄物:

經由依本科之放射性同位素使用量詳細計算後設計而成的放射性廢液控制系統來監控，實驗所產生之放射性廢液，經由專屬之配線配管排放至廢液槽貯存，廢液槽設置於地下三樓採三槽式設計，每槽最大有效貯存量為10立方米((1.80-0.05)m $\times$ 2.4m=10.08立方米)，約5-7個月貯滿，其貯存及排放方式如下:

- (1). 將廢液槽控制面板之第一貯存槽進水閥打開，開始貯存廢水
- (2). 當第一貯存槽貯滿時(高度約1.80m)，關閉第一貯存槽進水閥
- (3). 打開第二貯存槽進水閥，貯滿時關閉第二貯存槽進水閥
- (4). 打開第三貯存槽進水閥，當廢水高度約0.9m(1/2槽)時，將第一槽之廢水取樣，送至行政院原子能委員會核能研究所保健物理組或行政院原子能委員會高雄輻射偵測中心做放射核種活度檢測。

檢測結果低於排放標準(7X100Bq/L)，請院方專屬負責工務管理單位協助排放第一槽之廢水，排空後備用，並紀錄排放時間及保存檢測報告備查。

## 現行放射性廢棄物及廢水處置方式



廢液槽控制器



地下三樓廢水儲存槽

## 稀釋排放

### (二). 稀釋排放：

低活性廢水經稀釋，放射性濃度不超過露天水源限制濃度的100倍，可直接排入下水道，但應保證在本單位總排出口濃度不大於露天水源限制濃度。

行政院原子能委員會輻射偵測中心  
放射性分析報告

地址：8102 高雄鳳山縣鳳山鎮中區 國道 4 號 4 樓 4 樓  
電話：(07)370-8230 傳真：(07)370-1380  
E-MAIL: RAC@MOE.gov.tw  
編號：RAC-78-021008  
日期：102 年 08 月 27 日

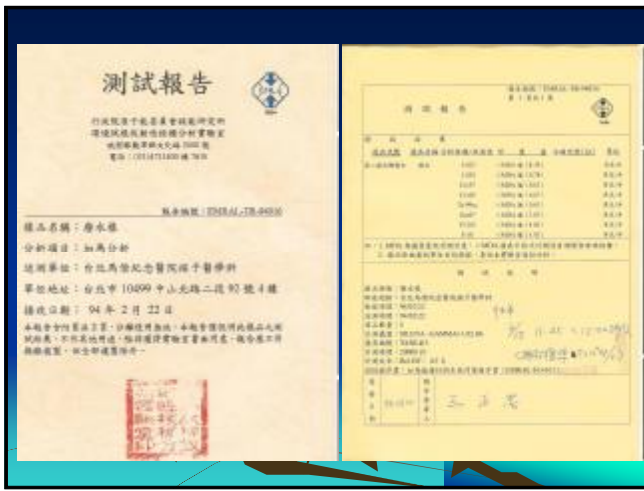
1. 委託單位：內政部地政司  
2. 樣品：11881 台大平山區平山區三區 國道 4 號 4 樓 4 樓  
3. 樣品名稱：102 年 08 月 27 日  
4. 分析項目：α-放射性核素  
5. 分析儀器：α-能譜儀  
6. 分析結果：

核素名稱	單位名稱	數據結果	備註	放射能計測日期及方式
226Ra	Bq/g	0.0000	未檢出	102/08/27
232Th	Bq/g	0.0000	未檢出	102/08/27
238U	Bq/g	0.0000	未檢出	102/08/27

備註：  
1. 本報告係根據委託單位提供之樣品，經本中心依標準程序進行分析，其結果僅供參考，不具法律責任。  
2. 本報告之數據僅供委託單位內部使用，不得對外公開。  
3. 本報告之數據僅供委託單位內部使用，不得對外公開。  
4. 本報告之數據僅供委託單位內部使用，不得對外公開。

分析員：張國華  
審核員：張國華  
日期：102 年 08 月 27 日





## 相關法令

- 游離輻射之放射性廢棄物之處理，是依據行政院原子能委員會訂定之「原子能法」第二十六條第十款放射性物質及可發生游離輻射設備之轉讓、廢棄及放射性廢料之處理，均應申報原子能委員會核准，原子能委員會並應派員稽核之；及「游離輻射防護法」、「放射性物料管理法」第二十一條低放射性廢棄物最終處置及其設施安全管理規則辦理，醫療院所則依據「**一定活度或比活度以下放射性廢棄物管理辦法**」處理放射性廢棄物。

## 一定活度或比活度以下放射性廢棄物管理辦法

中華民國九十三年十二月二十九日  
會物字第0930047668號函發文實施

- 第一條 本辦法依放射性物料管理法第三十一條第二項規定訂定之。
- 第二條 本辦法用詞定義如下：  
一、活度：指一定量之放射性核種在某一時間內發生之自發衰變數目。  
二、比活度：指單位質量之活度。  
三、外釋：指固體放射性廢棄物釋出設施外回收、掩埋或焚化之行為。

- 第三條 本辦法規定之一定活度或比活度以下放射性廢棄物(以下簡稱廢棄物)，指下列規定以外之固體放射性廢棄物：  
一、天然放射性物質衍生之廢棄物。  
二、經核子醫學診斷、治療之離院病患所產生之放射性廢棄物。

## 第四條 放射性廢棄物之活度或比活度符合前條規定限值以下者，得予外釋。

廢棄物之外釋，申請者應提出載明下列事項之外釋計畫，報請主管機關核准後，始得為之：

- 管理組織及權責。
  - 廢棄物之來源及特性。
  - 廢棄物之活度或比活度量測及分析方法。
  - 廢棄物之外釋方式及場所。
  - 品質保證方案。
  - 其他經主管機關公告之事項。
- 前項外釋計畫得併入輻射防護計畫內提出。

## 第五條 前條第二項第二款至第四款事項之作業紀錄，應保存十年備查。

## 第六條 放射性廢棄物依輻射劑量評估，一年內所造成個人之有效劑量不超過0.0一毫西弗，且集體劑量不超過一人西弗者，經提出輻射劑量評估報告及外釋計畫，報請主管機關核准後，始得外釋。

第七條 放射性廢棄物不得為符合第三條規定之比活度限值而採混合稀釋。但經主管機關同意者，不在此限。

第八條 本辦法自發布日施行。

## 未來因應主管機關法規規定

每年外釋小於一公噸之一定活度或比活度以下固體放射性廢棄物(醫療固體廢棄物及學校研究固體廢棄物)之外釋計畫導則(草案)

### 壹、依據

依據一定活度或比活度以下放射性廢棄物管理辦法(以下簡稱廢棄物管理辦法)第四條規定訂定。

### 貳、目的

本導則旨在提供內容格式，供業者依據廢棄物管理辦法第四條規定，申請一定活度或比活度以下放射性廢棄物(以下簡稱廢棄物)解除管制外釋，所提外釋計畫之編撰依循。

### 參、適用範圍

本導則適用於每年外釋小於一公噸之一定活度或比活度以下固體放射性廢棄物(醫療院所及學校每年所產生之放射性廢棄物)，其比活度或活度含量符合廢棄物管理辦法附表規定之限值，但不包含下列兩者：

- 一、天然放射性物質衍生之廢棄物。
- 二、經核子醫學診斷、治療之離院病患所產生之放射性廢棄物。

### 肆、外釋計畫內容

應依管理組織及權責、來源及特性、量測及分析方法、外釋方式及場所、品質保證方案及其使經主管機關指定之事項詳加說明，詳如附錄。

伍、本導則如有未盡事宜，得視需要修訂之。

陸、本導則經主管機關核定後實施。

每年外釋小於一公噸之一定活度或比活度以下固體放射性廢棄物(醫療固體廢棄物及學校研究固體廢棄物)之外釋計畫內容概要

- 第一章 前言
- 第二章 管理組織及權責
- 第三章 來源及特性
- 第四章 量測及分析方法
- 第五章 外釋方式及場所
- 第六章 品質保證方案

### 醫療廢棄物解除管制表面劑量率之評估

核種名稱	半衰期	解除管制值	廢棄物包表面劑量率	卡車表面劑量率	備註
F-18	74 min.	10 Bq/g	0.806 $\mu$ Sv/h	2.948 $\mu$ Sv/h	FDG
Rb-81	4.58 h	10 Bq/g	0.501 $\mu$ Sv/h	1.600 $\mu$ Sv/h	Rb/Kr
Ga-67	3.26 d	100 Bq/g	1.308 $\mu$ Sv/h	2.251 $\mu$ Sv/h	Citrate
Sr-89	50.5 d	100 Bq/g	0.011 $\mu$ Sv/h	0.005 $\mu$ Sv/h	SrCl <sub>2</sub>
Tc-99m	6.02 h	100 Bq/g	1.195 $\mu$ Sv/h	1.062 $\mu$ Sv/h	MDP
In-111	2.83 d	100 Bq/g	3.474 $\mu$ Sv/h	6.098 $\mu$ Sv/h	DTPA
I-123	13.13 h	100 Bq/g	1.565 $\mu$ Sv/h	1.869 $\mu$ Sv/h	Nal
I-131	8.04 d	100 Bq/g	3.166 $\mu$ Sv/h	9.895 $\mu$ Sv/h	
Tl-201	73.06 h	100 Bq/g	1.008 $\mu$ Sv/h	0.293 $\mu$ Sv/h	TlCl

- 醫療廢棄物包：假設重10 kg，成球形狀，所含各核種比活度符合**少量廢棄物解除管制限值**。
- 載運卡車：假設卡車長510 cm，寬260 cm，高150 cm，車斗材質為鐵板厚0.3 cm，假設符合**少量廢棄物解除管制限值**之醫療廢棄物包。
- Sr-89為pure  $\beta$ ；Rb-81之 $\gamma$ 能量(0.19 MeV, 0.446 MeV)；F-18之 $\gamma$ 能量(0.511 MeV)；Tl-201之 $\gamma$ 能量(0.135 MeV, 0.167 MeV)

### 附件D 量測之記載事項

1. 輻射劑量率量測須記載下列事項：
  - (a) 量測日期
  - (b) 廢棄物所含核種名稱及其解除管制外釋標準
  - (c) 廢棄物種類、重量、包裝方式及特性
  - (d) 量測地點及其背景輻射劑量率
  - (e) 使用之儀器名稱、校正日期、校正單位、儀器功能、最低可測值
  - (f) 廢棄物包最大輻射劑量率量測結果
  - (g) 量測者簽名及量測者之輻防員或輻防師之證照號碼
  - (h) 審核者簽名

### 2. 比活度量測須記載下列事項：

- (a) 量測日期
- (b) 廢棄物可能所含之核種名稱及其解除管制外釋標準
- (c) 廢棄物種類、重量、包裝方式及特性
- (d) 能譜校正之射源及校正結果
- (e) 使用之儀器名稱、校正日期、校正單位、儀器功能、最低可測值
- (f) 量測地點及背景輻射量測
- (g) 廢棄物樣品重量
- (h) 廢棄物樣品各核種活度量測分析結果(包括放射性核種混合之組成)
- (i) 廢棄物之比活度及總活度
- (j) 量測者簽名及量測者之輻防員或輻防師之證照號碼
- (k) 審核者簽名

### 放射性同位素輻射防護措施

### 放射性同位素輻射防護措施

1. 嚴禁在放射性物質操作場所飲食、吸煙、存放食物或施用化妝品。
2. 不可用嘴或吸管吸取放射性物質。操作時應戴防水手套，以避免皮膚污染，並須有適當之屏蔽。操作 mCi 量時應戴安全眼鏡。
3. 儲有放射性物質之冰箱中，絕不可存放食物。
4. 使用或處理具揮發性或有昇華性之放射性物質或廢料時，一定要在各樓層放射性專用實驗室的 hood 中操作。

### 放射性同位素輻射防護措施

5. 人員工作時應配戴個人徽章、穿著專用工作衣，離開工作場所時即應換下，並不得與其它衣物混合存放。
6. 操作放射性物質實驗時，桌面上及視盤內要鋪上吸水紙以防止污染。
7. 廢料處理須切實依照“放射性廢料處理管制規則”處理。
8. 工作人員應經常檢查手、衣服及鞋子是否有污染，工作完畢後應把雙手徹底洗淨
9. 受污染之實驗器具如無法以除污液清洗除污，而須以水大量稀釋除污時，清洗前後請用水流放五分鐘，以減少水槽及管道之污染。

## 放射性同位素輻射防護措施

10. 孕婦應避免操作放射性物質實驗，以確保胎兒之正常發育。凡是在手腕以下部分有皮膚外傷者，不得繼續從事放射性同位素實驗。
11. 凡盛裝或儲存放射性物質之一切器具及操作器材，以及放射性物質操作場所或區域，均要用輻射專用標籤加以標示，不可使用代號或其他符號，以免他人誤用。
12. 使用放射性物質時，務必確實將使用情形登記在“放射性同位素進出帳料紀錄表”上，列入統計管制。
13. 個人劑量徽章請依規定使用，每月劑量計讀值將會公佈於各樓公佈欄內。
14. 污染地區除污時，須使用吸水材料吸取溢出物，再依除污作業規定除污。避免使污染擴大。

## 放射性同位素輻射防護措施

15. 在各樓層專門從事放射性同位素實驗室內工作前後要確實執行偵檢清理工作（例如使用蓋格偵檢器或smear test偵測工作檯面或地面是否有污染），並在各項登記簿上登記使用狀況。
16. 嚴禁戴手套進入電梯、洗手間、辦公室及其他非管制區，並嚴禁戴手套開關門、開關電燈或推推車。
17. 放射性物質移動的次數及空間越少越好，如需移動，請盛入容器內以確保安全。

## 污染

1. 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。
2. 污染型式區分：
  - 固定污染：固著於物體上，不會傳播。
  - 鬆釋污染：附著於物體上，可構成傳播者。
3. 輻射污染造成的危害：
  - (1) 空浮污染導致吸入體內。
  - (2) 污染工作中易傳至手上而由食物吃入體內，另手部也接受劑量。
  - (3) 污染皮膚，遇有傷口流入體內。
  - (4) 污染傳播至非管制區（即非輻射工作區）使危害更形擴大。
  - (5) 污染時間越久，除污越困難。表面污染過高，即會產生空浮污染。

## 污染偵測的方法

- 直接偵測：直接以偵檢器偵測（如蓋格計數器）
- a. 偵測 $\alpha$ 時聲音反應較指針為快，故聽到偵測儀器音響，立刻對該處測久些，其偵測管不超過表面0.5 cm，移動速度不超過15 cm/sec。
  - b. 偵測 $\beta$ 時，蓋格偵檢器距表面2.5~10 cm，偵測管移動速度10~15 cm/s
  - c. 如有 $\gamma$ 、 $\beta$ 同時存在時以偵測器之蓋子來區別，蓋上蓋子只測 $\gamma$ ，打開蓋子是 $\gamma$ 、 $\beta$ 同時測，二值相減則為 $\beta$ 污染值，另如無蓋子則可以拉長距離來區別 $\beta$ 與 $\gamma$ 輻射。
  - d. 直接污染偵測其劑量限值不得超過0.5 mR/hr。

## 污染偵測的方法

間接偵測：直接偵測常用於大面積，長凳，長桌等，而間接偵測用於直接偵測法無法偵測處，如凹處及偵測器不便進入處，其偵測方式即以約3平方公分之濾紙用水溼潤後，來回擦拭約100平方公分之污染物表面，再將此濾紙放入counting vial中，加入約3 cc之閃爍液，以 $\beta$  counter測得污染值。（可採多點取樣，此法又稱為擦拭偵測smear test）

## 污染偵測的方法

- a. 間接法中污染被擦下之量很難決定，一般約為20%。
- b. 間接污染偵測其劑量限值不得超過300 cpm。
- c. 間接擦拭如無污染，並非表示無輻射污染，因可能有固定污染
- d. 間接擦拭發現污染，除污完畢後，應再擦拭偵測。
- e. 擦拭偵測應防自己手部污染，且擦拭之紙樣應分開放置，不可相互污染。



## 除污作業原則

- (1) 液體污染易造成滲透，腐蝕，擴散等，應立即處理。
- (2) 除污時宜把握由高處向低處，外向內，低污染區向高污染區的方向進行。
- (3) 要在輻射安全的容許條件下進行除污，並應考慮除污後之廢料處理問題。

## 除污

### 人體除污

- a. 人體除污如用熱水易使污染經由毛細孔滲入體內，如用冷水將使毛細孔收縮不易除污，因此宜用溫水（35℃~45℃）。
- b. 皮膚污染時則以水沖洗，再以中性清潔劑或中性肥皂輕輕刷洗，切忌將皮膚刷紅或擦破，反覆數次後偵檢。
- c. 污染在指甲部位，則儘量修剪指甲後，再依皮膚污染除污方式除污。
- d. 傷口發生污染時，要在15秒鐘內以大量自來水沖洗，並將傷口撥開將血液擠出。

## 除污

器材除污：噴灑經吸釋過之除污專用清洗液（如 Radiacwash）後，再用紗布或棉花擦拭污染面，切忌來回擦拭，應以一面擦拭一次，換面或對摺後再擦拭一次（與第一次擦拭過之面積不可重疊），餘此類推。直至整個污染面除污效果達到規定限值以下。

儀器除污：以無水酒精除污，方法與器材除污相同。

凡能以除污液除污之實驗器材，請勿以大量水沖洗稀釋除污，以免造成稀釋不足，而致使環境遭受污染。

## THE END



謝謝聆聽