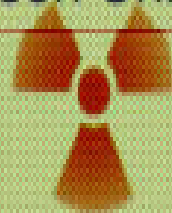


國立中山大學

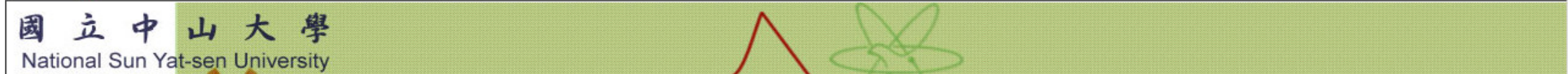
National Sun Ya-sen University



輻射防護委員會

# 輻射安全演練

1. 校內使用安全簡介
2. 基礎知識複習



# 輻射防護委員會

最新消息 關於輻委 表單下載 偵檢器校正 輻防講習 相關法令 相關網站 線上申報 聯絡我們

管理公告

## 線上公告

- | 張貼日期       | 公告主題   |
|------------|--|
| 2008-09-26 | <颱風影響> 課程舉辦依停止上班上課標準實施                             |
| 2008-09-23 | <<輻射防護講習延後一日至9/28舉辦>>                              |
| 2008-09-01 | 97學年第一次輻射防護講習 於9/27(六)舉辦                           |
| 2008-08-14 | 近期原子能委員會舉辦ICRP103號報告及輻射防護法規研討會                     |
| 2008-08-14 | 行政院原子能委員會將於近期執行「大專院校與學術研究機構輻射作業檢查」，請 各實驗室及系所配合檢查事項 |
| 2008-03-13 | 96學年度第2次輻防講習測驗合格名單                                 |
| 2008-03-07 | 96學年度第2次輻射防護講習測驗 及格名單及補考地點                         |
| 2008-03-03 | 96學年度第2次輻射防護講習測驗 測驗地點：海科院演講廳                       |
| 2008-02-29 | 96學年度第2次輻射防護講習報名人員                                 |
| 2008-02-12 | 96學年第二次輻射防護講習 於3/1(六)舉辦                            |
| 2007-10-15 | 96學年度核發輻射工作許可人員名單                                  |
| 2007-10-05 | 九十六年第1次輻射防護講習 合格名單                                 |
| 2007-10-02 | 輻防講習測驗地點-理學院理0008以及理0009 教室                        |
| 2007-09-28 | 96學年度第1次輻射防護講習報名人員                                 |
| 2007-09-19 | 96學年第一次輻射防護講習 - 上課日期更改為9/30                        |

# 輻射防護委員會

最新消息 關於輻委 表單下載 偵檢器校正 輻防講習 相關法令 相關網站 線上申報 聯絡我們

- 單位簡介
- 設置要點
- 人員編制
- **工作教學**
- 帳料記錄

執行前項游離輻射防護管理業務時，應就執行情形保存紀錄，並由輻射防護人員簽章確認。

執行週期(月)	
日常工作：	
<a href="#">可發生游離輻射設備輸入</a>	可發生游離輻射設備輻射偵測
<a href="#">密封放射性物質輸入</a>	密封放射物質(GC/ECD)輻射偵測
<a href="#">非密封放射性物質輸入</a>	非密封放射性物質工作場所輻射偵測
	輻射工作人員劑量紀錄公佈
校內建築物偵測	執行週期(年)
放射性廢棄物處理	輻射偵檢器送校正
	游離輻射工作人員健康檢查
	學期輻射防護講習
	(許可類)年度輻射作業場所偵測
	密封放射性物質擦拭

## 申請流程說明

### 可發生游離輻射設備輸入：

1. 輸入非醫療用X光機或X光光管，先請代理廠商將欲採購之機型、序號、規格等資料填寫或打字於四聯式之輸入放射性物質或可發生游離輻射設備申請書；X光機需再另行填寫設備執照申請書。
2. 將申請書送達本會，由輻射防護專員審核後郵寄至原委會。
3. 原委會核准後即核發二聯輸入許可證明書，其中一聯交由廠商收執，另一聯由各申請教授收執。
4. 憑輸入許可證明書即可由廠商代為輸入，輸入時會同本校輻防人員一同勘查安裝事宜，必要時需加會原子能委員會稽查人員。
5. 原子能委員會稽查核可後，會針對X光機核發可發生游離輻射設備執照，有效期限為期五年，屆滿需換照。

## 二、非密封放射性物質

- ✓ [國立中山大學非密封放射性同位素使用規劃表](#)
- ✓ [國立中山大學非密封放射性物質申購單](#)
- ✓ [非密封物質驗收單](#)
- ✓ [放射性同位素使用及保存記錄表](#)
- ✓ [放射性同位素實驗室偵測記錄表](#)

## 三、可發生游離輻射設備紀錄

- ✓ [可發生游離輻射設備及放射性物質設備申購單](#)
- ✓ [可發生游離輻射設備工作偵測記錄](#)

## 四、密封放射性物質紀錄

(依據放射性物質與可發生游離輻射設備及其輻射作業管理辦法52條(96年10月24日), 使用或持有密封放射性物質之設施經營者, 應於每月一日至十五日之期間內, 向主管機關申報前月之使用或持有動態。)

- ✓ [密封射源每月定期申報表](#)
- ✓ [密封放射性物質工作偵測記錄](#)

下載安裝 Adobe Reader



附件三

校內現有輻射源

證照號碼	名稱	放置地點	聯絡人	狀態
物字第 2100019 號	非密封放射性物質	E4018、E5018、 E4011、海 A2002、 海 A3003	高承志 卓忠隆 許清政 陳錦翠 何世屏	98.08.03.
登設字 2007701 號	X 光繞射儀	材料所 B6014	李秀月	使用中
登設字 2007700 號	照相檢驗 X 光機	材料所 B6014	李秀月	使用中
登設字 2007577 號	X 光繞射儀	材料所 B6013	李秀月	停用至 98.06.26
登設字 2004005 號	X 光繞射儀	奈米中心 東綜合 第一大樓理 1008 室	張鼎強	使用中
登設字 2003437 號	分析鑑定 X 光儀	奈米中心東綜合第 一大樓理 1009 室	蔣燕南	使用中
登設字 2006245 號	X 光繞射儀	物理所 D4004	周隆文	使用中
登設字 2004045 號	X 光繞射儀	海資所 5006	蕭炎宏	停用至 99.01.29
登設字 2004046 號	分析鑑定 X 光儀	海地化 A3007	陳鎮東	使用中
登設字 2001474 號	分析鑑定 X 光機	光電所 F3024	賴聰賢	使用中
登設字 2006785 號	學術研究 X 光儀	海地化 A1011	林慧玲	使用中
登設字 2004044 號	分析鑑定 X 光儀	化學所 5010	蔣燕南	使用中
登設字 2005729 號	照相檢驗 X 光機	海生所 A3001	莫顯蒼	使用中

發文日期：中華民國94年1月31日

發文字號：中輻射字第0940000367號

連別：

密等及解密條件或保密期限：

附件：隨文（附件不歸檔）

主旨：檢送本校輻射安全評估報告書一份(如附件)，請 鑒核。

正本：行政院原子能委員會

副本：本校輻射防護委員會

登記證有效期限	日期
	101年07月30日
	101年07月30日
	098年06月26日
	098年01月05日
	101年10月01日
	100年12月25日
	099年01月29日
	098年10月05日
	099年03月17日
	101年05月02日
	098年11月10日
	100年10月30日

校內現有輻射源(續)

證照號碼	名稱	放置地點	聯絡人	狀態
物字第 1200540 號	Shimadzu GC/ECD	環工所 A5015	林朝榮	使用中
物字第 1200659 號	Varian GC/ECD	海地化 A3012	陳鎮東	使用中
物字第 1200539 號	Agilent GC/ECD	海工系 C6001	李宗霖	使用中
物字第 1200543 號	Agilent GC/ECD	環工所 A6005	楊金鐘	使用中
物字第 1200542 號	Agilent GC/ECD	環工所 A5008	高志明	使用中
物字第 1200541 號	Varian GC/ECD	環工所 A5008	高志明	使用中
物字第 1200666 號	Agilent GC/ECD	環工所 A6009	袁中新	使用中
物字第 1202152 號	Agilent GC/ECD	環工所 A5015	樓基中	使用中

持有活度	登記證有效期限
10mCi	101/08/20
15mCi	99/01/05
13.5mCi	102/01/05
13.2mCi	101/08/20
13.2mCi	101/08/20
15mCi	101/08/20
13.5mCi	99/01/24
13.5mCi	102/02/03

常用 插入 版面配置 參考資料 郵件 校閱 檢視 增進集

剪下 複製 貼上 複製格式 剪貼簿

標楷體 20 A A 中 國

B I U abc x x Aa ab A

字型

段落

AaBbCcI AaBbCcI AaBbCcI AaBbCcI AaBbCcI

內文 副標題 強調標題 強調標題 標題

變更樣式

尋找 取代 進取 編輯

6 4 2 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 26 28 30 32 34 36 38 40 42

國立中山大學輻射作業 密封放射性物質  
可發生游離輻射 工作偵測記錄

偵測日期	核種及偵測值	偵測人簽名	備註

附註：

- 為維護輻防安全，每次實驗均應與輻射偵檢器，量測儀器四周表面5公分之劑量值並記錄其最大讀數。
- 正常計數偵測背景值如下：  
工作管制區（工作人員操作範圍）：10  $\mu$ Sv/hr 以下  
非管制區（人員可自由進出之範圍）：500 nSv/hr 以下

偵測項目：  
 擦拭檢驗，背景值 \_\_\_\_\_ CPM  
 計數檢測，背景值 \_\_\_\_\_ CPM，偵檢器序號：

編號	偵測結果 (CPM)	輻射實驗區域分佈圖 (實驗室編號： _____ )
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

結論：

污染處理結果：  
除污後偵測值： \_\_\_\_\_ CPM

偵測人簽名： \_\_\_\_\_ 陪檢人員： \_\_\_\_\_

負責教師簽名： \_\_\_\_\_

- 註 1.每次從事相關實驗，均需詳填本表。
- 2.若污染發生 (超過背景值四倍時)，應立即更換襯紙或除污，病例即將處理情形回報輻射委員會。



- 新增使用者
- 刪除使用者
- 變更使用者密碼
- 新增機器
- 刪除機器
- 申報情況
- 歷事記錄
- 重新登入

2008年8月 各單位申報情況：

序號	持有單位	機器名稱	現況	描述	IP	申報時間	聯絡人	聯絡電話
1	海地化 A3012	物字第 1200659號				0000-00-00 00:00:00		
2	環工所 A6009	物字第 1200666號				0000-00-00 00:00:00		
3	環工所 A5015	物字第 1200540號				0000-00-00 00:00:00		
4	海工系 C6001	物字第 1200539號				0000-00-00 00:00:00		
5	環工所 A5015	物字第 1202152號				0000-00-00 00:00:00		
6	環工所 A5008	物字第 1200542號	正常		140.117.64.209	2008-09-03 14:01:37	郭育嘉	4419
7	環工所 A5008	物字第 1200541號	正常		140.117.64.209	2008-09-03 14:01:37	郭育嘉	4419

寫入歷史記錄



# 輻射防護委員會

最新消息 關於輻委 表單下載 偵檢器校正 輻防講習 相關法令 相關網站 線上申報 聯絡我們

- ✓ 密封射源每月定期申報表
- ✓ 密封放射性物質工作偵測記錄

下載安裝 Adobe Reader

## 五、廢棄物處理紀錄表

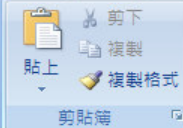
- ✓ 放射性同位素廢料收集及處理紀錄表
- ✓ 放射性同位素桌上廢料盒-瓶收集紀錄表
- ✓ 放射性固體廢料紀錄卡
- ✓ 放射性廢棄物傾倒紀錄表

## 六、半年報表

(依據放射性物質與可發生游離輻射設備及其輻射作業管理辦法51條(96年10月24日)，設施經營者每半年應查核其料帳及使用現況，查核紀錄並應留存備查)

- ✓ 物質半年報表
- ✓ 設備半年報表
- ✓ 非密封半年報表

常用 插入 版面配置 參考資料 郵件 校閱 檢視 增益集


 新細明體 14  
 B I U abc x<sub>2</sub> x<sub>3</sub> Aa ab A

 AaBbCcI AaBbCcL AaBbCcI AaBbCcI AaBbC  
 + 內文 副標題 強調斜體 強調粗體 標題  
 變更樣式


4 2 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 26 28 30 32 34 36 38 40 42 44

## 國立中山大學放射性物質及工作人員現況報表

年 月 至 年 月

## 一、放射性物質

(請用單位印信)

射源名稱	射源強度	廠牌	數量	執照號碼或申請編號	檢核檢驗結果, 檢附報告影本	容器外觀檢查
Ni-63	370 Bq	Hitachi	1	密物字 1382		

## 二、工作人員

姓名	職稱	到(離)職日期	年齡	證書字號	操作範圍	備註
劉景煌	教授		51			

## 三、輻射偵檢儀器

廠牌形式	序 號	校驗單位	校驗日期	備註

連絡人姓名: 劉景煌 電話: 3617 申報日期: 89.7.12

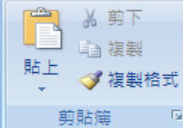
註 (1) 依據原子能法施行細則第 48 條規定, 放射性物質及可發生游離輻射設備之所有人, 應每半年將現況、異動狀況及生產記錄向本會申報一次。其中報時間為每年七月十五日及次年一月十五日以前; 操作人員有異動時應一併申報。

(2) 物質執照有效期限為五年, 屆滿前三十日應向本會申請換發新照, 執照所載之事項有變更者, 亦應於知悉或發生日起十五日內申請換照, 以符合本會規定。

頁面: 1 / 2 字數: 340 中文(台灣) 插入

85%

常用 插入 版面配置 參考資料 郵件 校閱 檢視 增益集



6 4 2 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 26 28 30 32 34 36 38 40 42

附件(九)

## 國立中山大學可發生游離輻射設備及工作人員現況報表

年 月 至 年 月

## 一、可發生游離輻射設備 (請用單位印信)

設備名稱	管電壓	廠牌	數量	執照號碼	使用目的	備註

## 二、工作人員

姓名	職稱	到(離)職日期	年齡	證書字號	操作範圍	備註

## 三、輻射偵檢儀器

廠牌形式	序 號	校驗單位	校驗日期	備註

連絡人姓名：\_\_\_\_\_ 電話：\_\_\_\_\_ 申報日期：\_\_\_\_\_

註(1) 依據原子能法施行細則第條 48 規定，放  
射性物質及可發生游離輻射設備之所有  
人，應每半年將現況、異動狀況及生產  
記錄向本會申報一次。其中申報時間為每  
月 1 日至 15 日止。

(2) 設備執照有效期限為五年，屆滿前三十日  
應向本會申請換發新照，執照所載之事項  
有變更者，亦應於知悉或發生日起十五日  
內申請換照，以符合本會規定。

字數: 0 插入

10%

新細明體 14

B I U abc x<sup>2</sup> Aa ab A

☰ ☰ ☰ ☰ ☰ ☰ ☰ ☰

AaBbCcI AaBbCcL AaBbCcI AaBbCcI AaBbC

+ 內文 副標題 強調斜體 強調粗體 標題

變更樣式 尋找 取代 選取 編輯

非醫用非密封放射性同位素接收及使用帳料半年報表

單位名稱： 國 立 中 山 大 學

(蓋單位印信)

同位素使用期間： 年 月至 年 月

填表日期： 頁次：

使用人：

核准日期文號	核種	化合物	核准數量 Bq/Kit	已輸入數量 Bq/Kit	實際使用數量 Bq/Kit	耗損量 Bq/Kit	剩餘數量 Bq/Kit	已核准尚未 輸入數量	備註

註：已申請核准 (包含未完成採購程序)，均需填寫。

輻射防護人員簽章：

保存年限：兩二年

表單編號：GAOZ-3-01-5811

國立中山大學放射性同位素廢料收集及處理記錄表

實驗室編號：\_\_\_\_\_ 負責人員（簽名）：\_\_\_\_\_

桶號：\_\_\_\_\_ 核種：\_\_\_\_\_ 廢料形態：  
 固體可燃物  
 固體不可燃物  
 有機溶液  
 水溶液

廢料處理核章：\_\_\_\_\_ 日期：\_\_\_\_年\_\_\_\_月\_\_\_\_日

置入日期	預估活性 (uCi)	體積 (液體廢料, ml)	置入者	實驗室負責老師	桌上廢料盒收集記錄表編號

- 註：1. 不同核種、不同形態之放射性廢料應分別儲放。  
 2. 每個廢料儲放容器（除實驗桌上廢料盒、瓶以外），均需填寫本表。固體廢料應密封塑膠袋中，並應標示「放射性固體廢料記錄卡」始可置入。  
 3. 放射性廢料之處理方式須經輻射防護委員核可（由規劃表所示），由實驗室老師負責監督實施。  
 4. 依照游離輻射防護安全標準第 58 條規定，本記錄應保存兩年以上備查。

保存年限：三年  
 表單編號：GAOZ-3-01-5805

**輻射防護委員會**

[最新消息](#) [關於輻委](#) [表單下載](#) [偵檢器校正](#) [編防講習](#) [相關法令](#) [相關網站](#) [線上申報](#) [聯絡我們](#)

**輻射防護課程說明**

- 課程說明
- 防護課程
- 課程講義
- 合格名單
- 考畢試題
- 參考網站

參加資格	校內人士，學生需有指導教授推薦
課程費用	免費參加
課程師資	校內輻射防護專業教師
舉辦時間	每學年各舉辦一次，每次授課 4 小時
測驗時間	課程結束後一星期之內
及格標準	不論大學部及研究生均以 70 分為及格標準
證書發放	參加受訓課程以及測驗及格者，發放國立中山大學輻射工作許可證明書
證書換發	證書有效期限為期四年，期滿得不參加受訓課程，直接考試，通過後換發新證書

課程內容	共同科目	認識輻射、輻射之單位、輻射之生物效應、 本校輻防措施計劃、輻射偵檢器介紹、輻防實務
	專業科目	A組：可發生游離輻射防護防護措施 (X光機之防護) B組：非密封放射性物質之防護 (放射性同位素實驗之防護)

下載安裝  
Adobe Reader  
Get Adobe Reader

- 課程說明
- 防護課程
- 課程講義
- 合格名單
- 考畢試題
- 參考網站

### 防護講習課程

97年03月01日上課講義	<a href="#">輻防簡介 輻射劑量單位及生物效應</a>
	<a href="#">A. X光機原理以及防護措施</a>
	<a href="#">B. 射性物質防護原理</a>
	<a href="#">輻防安全演練</a>

96年9月30日上課講義	<a href="#">輻防簡介 輻射劑量單位及生物效應</a>
	<a href="#">A. X光機原理以及防護措施</a>
	<a href="#">B. 射性物質防護原理</a>
	<a href="#">輻防安全演練</a>
	<a href="#">補充資料</a>

96年3月24日上課講義	<a href="#">A. X光機原理以及防護措施</a>
	<a href="#">B. 放射性物質防護原理</a>
	<a href="#">輻防安全演練</a>

下載安裝  
Adobe Reader  




- 課程說明
- 防護課程
- 課程講義
- 合格名單
- **考畢試題**
- 參考網站

### 輻射防護講習 考畢試題

97年03月08日考畢試題	A. <a href="#">X光機原理以及防護措施</a>
	B. <a href="#">放射性物質防護原理</a>
	X. <a href="#">補考試題 不分組</a>

96年10月4日考畢試題	A. <a href="#">X光機原理以及防護措施</a>
	B. <a href="#">放射性物質防護原理</a>
	X. <a href="#">補考試題 不分組</a>

96年3月28日考畢試題	A. <a href="#">X光機原理以及防護措施</a>
	B. <a href="#">放射性物質防護原理</a>
	X. <a href="#">補考試題 不分組</a>

下載安裝

Adobe Reader



- [課程說明](#)
- [防護課程](#)
- [課程講義](#)
- [合格名單](#)
- [考畢試題](#)
- [參考網站](#)

下載安裝

Adobe Reader



## 國立中山大學輻射防護講習學員及格名單

**注意事項:本會發給證書有效期限自發行日起為期肆年,逾期無效**

<a href="#">96學年度下學期輻射防護講習合格名單</a>
<a href="#">96學年度上學期輻射防護講習合格名單</a>
<a href="#">95學年度下學期輻射防護講習合格名單</a>
<a href="#">95學年度上學期輻射防護講習合格名單</a>
<a href="#">94學年度下學期輻射防護講習合格名單</a>
<a href="#">94學年度上學期輻射防護講習合格名單</a>
<a href="#">93學年度下學期輻射防護講習合格名單</a>
<a href="#">93學年度上學期輻射防護講習合格名單</a>
<a href="#">92學年度下學期輻射防護講習合格名單</a>
<a href="#">91學年度下學期輻射防護講習合格名單</a>

- 課程說明
- 防護課程
- 課程講義
- 合格名單
- 考舉試題
- **參考網站**

### 輻防參考資訊

元培科技大學 放射技術系 姚學華老師資料集

[輻防人員與輻安證書測驗試題](#)

[相關網站連結](#)

[原子能法規](#)

[輻射與輻射應用講義](#)

[輻射安全\(保健物理\)講義\(簡報\)](#)

[輻防執照計算題公式精選](#)

[輻防執照計算題](#)

[輻射安全單選題](#)

下載安裝

Adobe Reader



# 案例宣導

- 85年國立中X大學植物病理研究所，陳姓研究生由實驗室取得Acrylamide（丙烯醯胺）及微量P-32(1mCi)液體以及放射性廢液投入曾姓被害人日常之飲水、茶杯及牛奶中，讓其不知情下嚥入放射性同位素。
- 案經台中地方法院判決殺人未遂，處以有期徒刑五年六月。
- 陳姓研究生歷經最高法院發回高等台中分院更審五次，最後高等法院台中分院於94年8月4日判決，判被告竊盜罪，處有期徒刑二年。

## 適用法條－刑法

- 第190條 投放毒物或混入妨害衛生物品於供公眾所飲之水源、水道或自來水池者，處一年以上、七年以下有期徒刑。因而致人於死者，處無期徒刑或七年以上有期徒刑；致重傷者，處三年以上、十年以下有期徒刑。因過失犯第一項之罪者，處六月以下有期徒刑、拘役或三百元以下罰金。第一項之未遂犯罰之。

## 適用法條－刑法

- 第271條（普通殺人罪） 殺人者，處死刑、無期徒刑或十年以上有期徒刑。前項之未遂犯罰之。預備犯第一項之罪者，處二年以下有期徒刑。
- 第278條（重傷罪） 使人受重傷者，處五年以上十二年以下有期徒刑。犯前項之罪因而致人於死者，處無期徒刑或七年以上有期徒刑。第一項之未遂犯罰之。

# 台中高等法院判決

- 主文原判決撤銷。甲○○竊盜，處有期徒刑貳年。
- 第320條（普通竊盜罪、竊佔罪）意圖為自己或第三人不法之所有，而竊取他人之動產者，為竊盜罪，處五年以下有期徒刑、拘役或五百元以下罰金。意圖為自己或第三人不法之利益，而竊佔他人之不動產者，依前項之規定處斷。前二項之未遂犯罰之。

# 違規停止輻射作業原則

## 第一章 總則

1. 為落實全校輻射作業管理，特訂定違反規定時處理原則，以充份授權有效管理。本原則未詳細規定違規情形者，適用游離輻射防護法及相關行政規則管理管制列示規定。



## 第二章 輻射安全防護

2.
  - (1) 未經取得輻射安全證書、相關操作執照或受相關訓練，或未經接受本校舉辦之輻射防護講習人員不得進行任何操作。
  - (2) 具備前項輻射安全證書、相關操作執照或受相關訓練人員仍應向輻射防護委員會報備始得進行相關操作。
  
3.
  - (1) 可發生游離輻射設備，應於設備表面明顯標示設備證照、操作人員、負責人及緊急聯絡人資訊。
  - (2) 密封放射性物質，應於物質或機件表面明顯標示物質證照、核種、活度、衰變形式、半衰期、操作人員及緊急聯絡人資訊。
  - (3) 操作可發生游離輻射設備、密封放射性物質，應填寫使用紀錄。使用紀錄應載明操作人姓名，使用日期、時間。

4. (1)操作非密封放射性物質時，應填寫「放射性同位素使用及保存記錄表」。實驗操作完畢時應即依當次操作劑量標準及操作核種特性實施輻射偵測或擦拭並填寫「放射性同位素實驗室偵測記錄表」，有污染情形應即行除污。
- (2)廢棄物貯存於桌上臨時廢料盒時，應填寫「放射性同位素桌上廢料盒-瓶收集記錄表」。
- (3)廢棄物貯存於收集桶時，應填寫「放射性固體廢料紀錄卡」並登載於收集桶外「放射性同位素廢料收集及處理紀錄表」上。
- (4)廢棄物傾倒前應先通知輻射防護委員會確認無輻射污染之虞後，始得傾倒，並填寫「放射性廢棄物傾倒紀錄表」。
- (5)含放射性物質廢水排放前應先通知輻射防護委員會，並確認無輻射污染之虞後，始得排放。

### 第三章 罰則

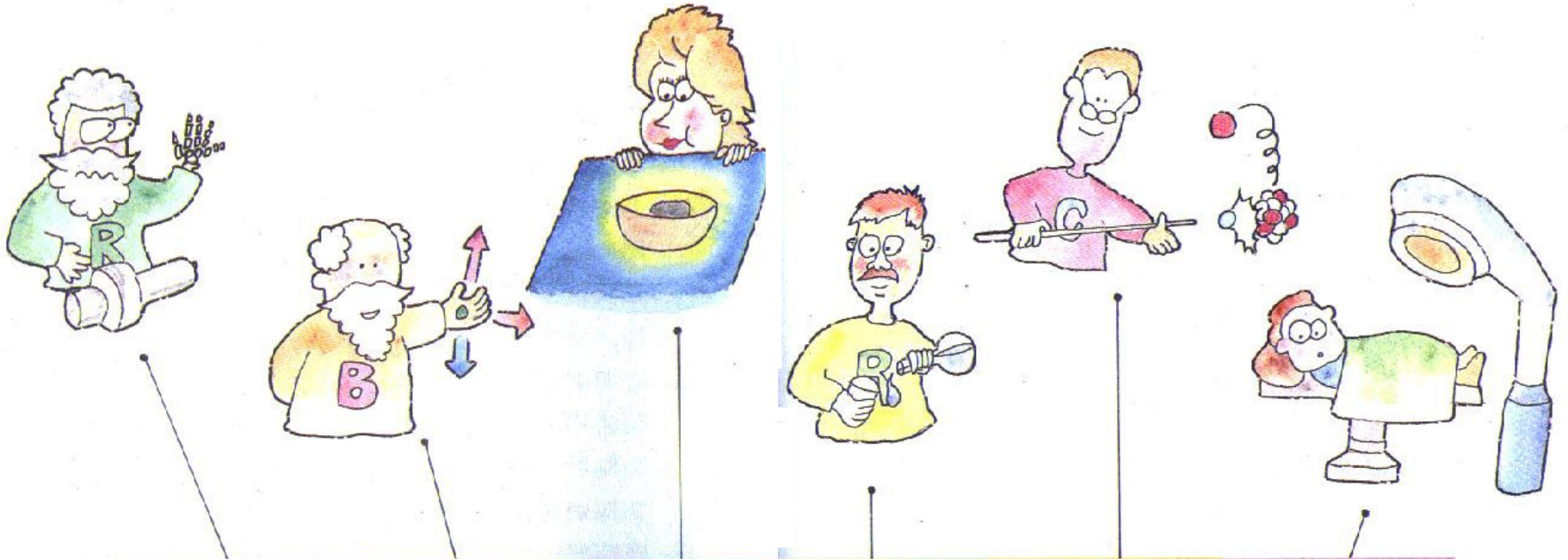
5. (1)違反第2條第1項規定者，停止輻射作業一個月。  
(2)違反第2條第2項規定者，經勸導後再犯者，停止輻射作業一個月。
6. (1)違反第3條規定，經通知改善於期限內未改善者，停止輻射作業一個月。
7. (1)違反第4條規定，經通知改善於期限內未改善者，停止輻射作業一個月，於改善前不得進口放射性物質。

# 基礎知識複習

1. 認識輻射

2. 輻射的生物效應

# 輻射(放射線)發現史



1895

德國物理學家倫琴發現X光

1896

法國物理學家貝克發現阿伐、貝他、加馬射線

1898

居里夫人自天然鈾礦尋得鈾與鐳二種放射性元素

1899

拉塞福發現放射性元素“鈾”

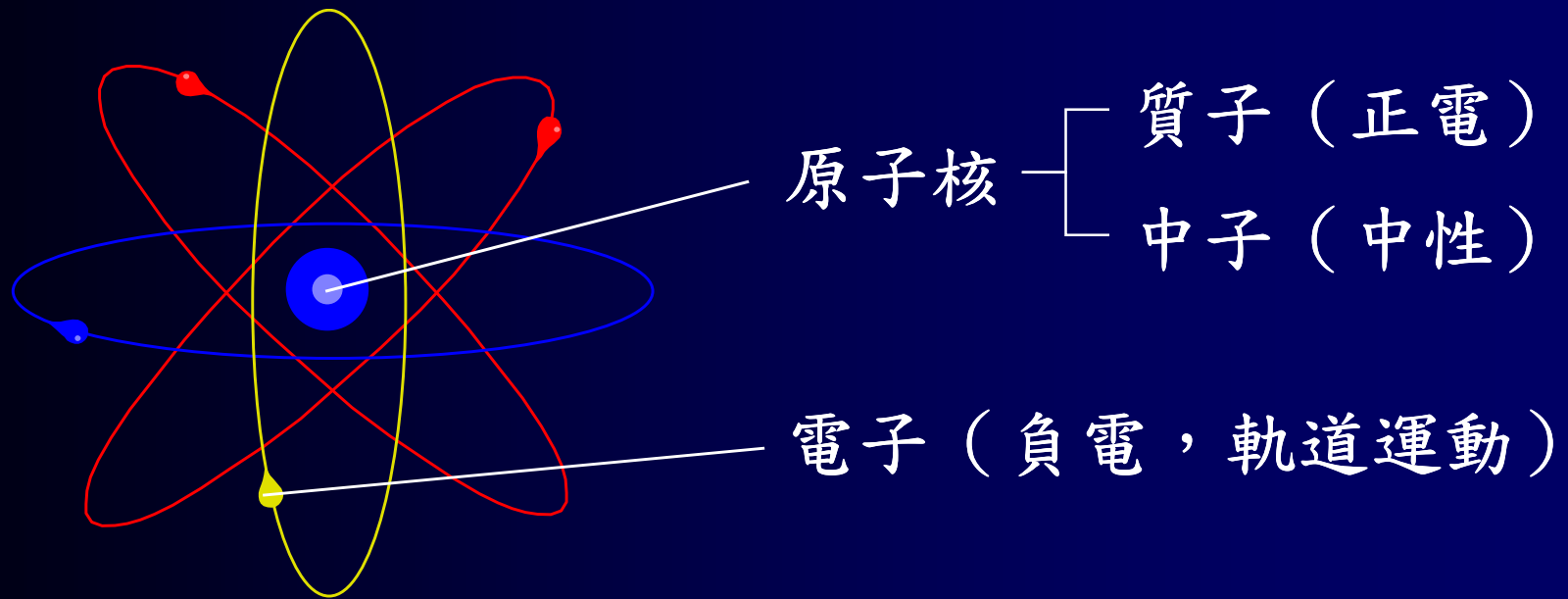
1932

查兌克發現中子

1953

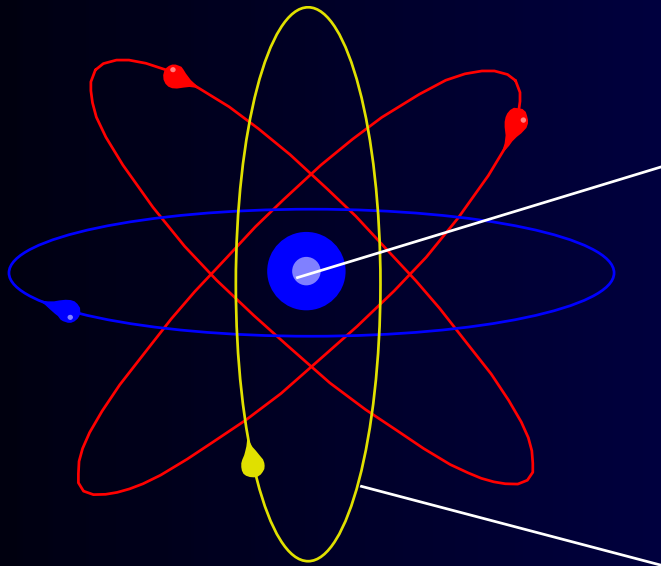
利用鈷六十治療癌症首先被引用

# 原子模型



$$Z = \text{原子序} = \text{質子個數} = \text{電子個數}$$
$$A = \text{質量數} = \text{質子個數} + \text{中子個數}$$

# 原子輻射與核輻射



核輻射

阿伐粒子(二質子與二中子)  
貝他粒子(正電子或負電子)  
加馬射線(電磁波)  
中子

原子輻射

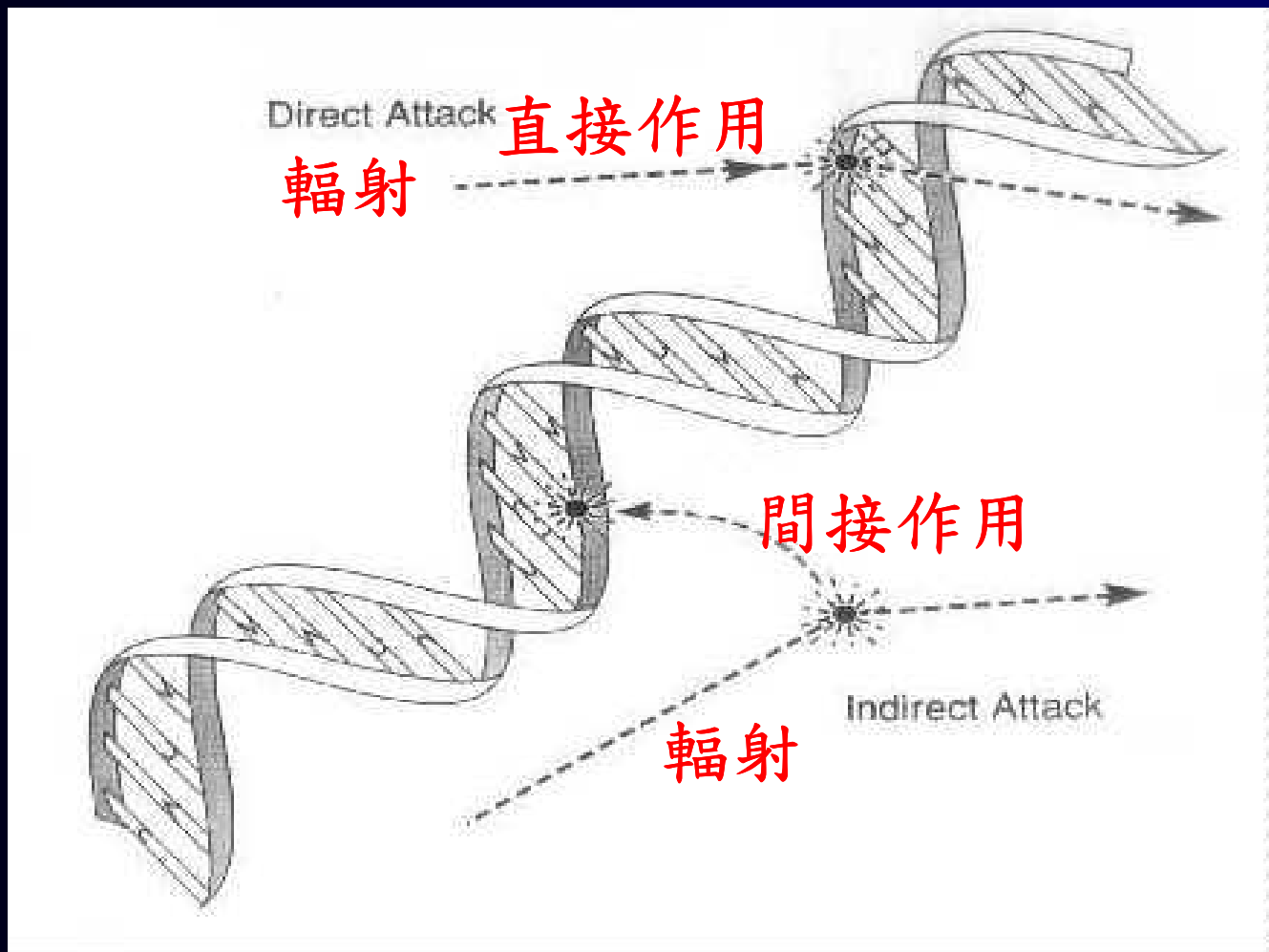
X射線(電磁波)  
電子(負電子)

# 游離輻射

- 核輻射的能量在百萬電子伏特(MeV)的範圍；原子輻射的能量在仟電子伏特(keV)的範圍。
- 這些輻射因能游離物質之分子，產生正負離子對，故稱為游離輻射。
- 游離輻射照射人體，與細胞中的重要分子(如DNA)作用，可使分子鍵斷裂，引起生物效應。



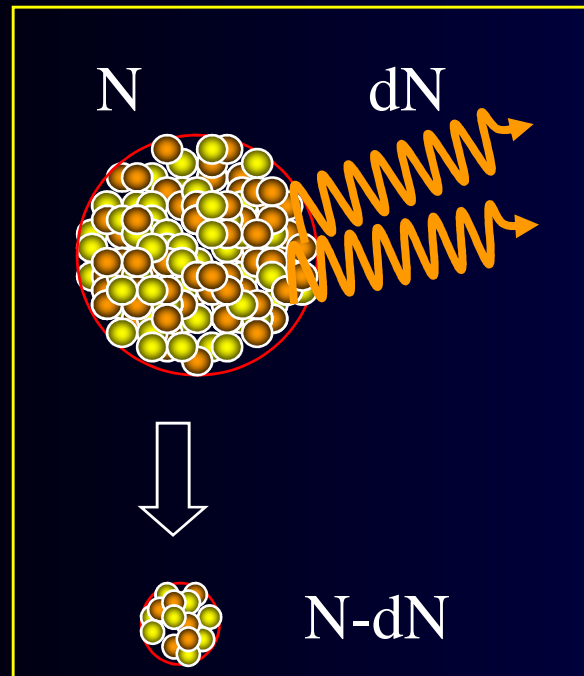
# 輻射與DNA的作用



# 游離輻射的特性

- **游離輻射**，隨時隨地都存在，但因我們察覺不到，所以沒有警覺，等到身體受害，可能已經為時過晚。
- 雖然輻射可能引起健康危害，但也不必過分擔心。流行病學的研究顯示，**高劑量的輻射對人體是有害的**，但**低劑量的輻射**(天然背景輻射的變化範圍)，則對人體無害或風險甚低。

# 活度(A)與衰變常數( $\lambda$ )



發生衰變的機率 =  $dN/N$

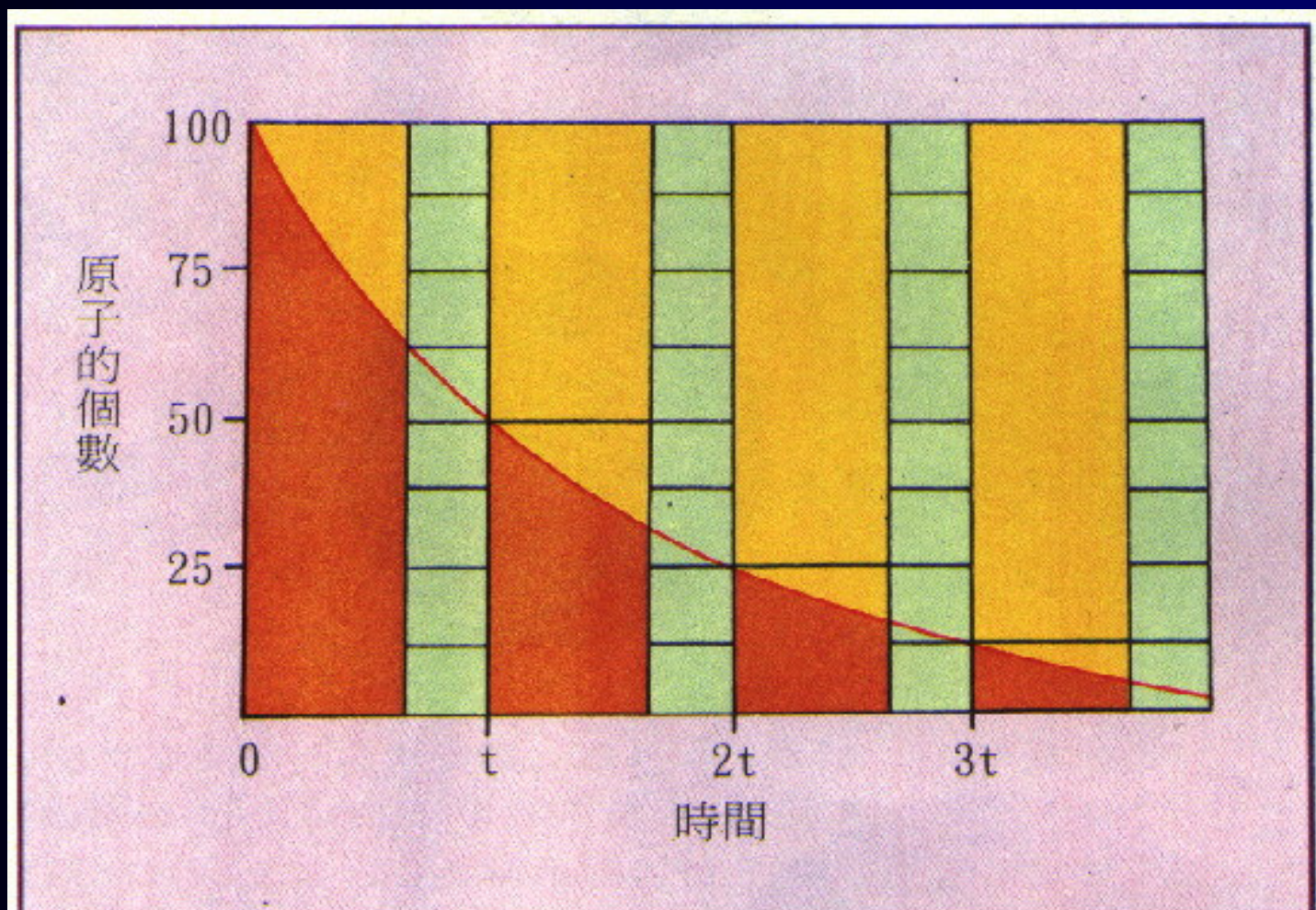
$$\lambda = \frac{\text{發生衰變的機率}}{\text{單位時間}}$$
$$= \frac{dN/N}{dt}$$

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

活度：每秒原子核衰變的個數

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

放射性同位數經過衰變，其原子個數變為原來一半所需的時間，稱為**半衰期**。



# 相對生物效應 (Relative Biological Effectiveness)

A 輻射      B 輻射 (250keV 之 X-ray)

吸收劑量：  $D_A$        $D_{250}$



相同生物效應

數量：吸收劑量(D)

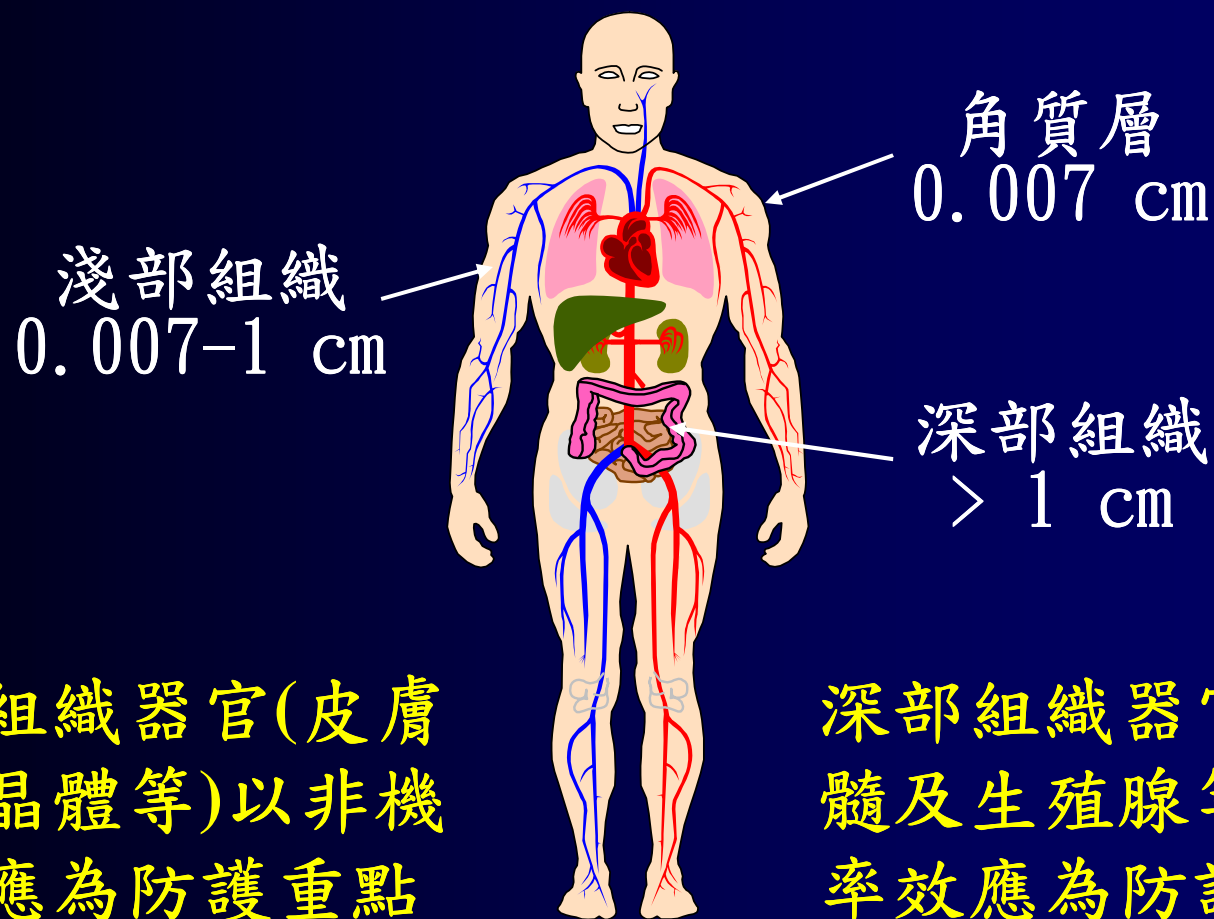
品質：相對生物效應(RBE)

$$RBE = D_{250} / D_A$$

# 輻射的健康效應

- **機率效應**(癌病、遺傳效應等)
  - 效應發生的機率(風險)與劑量呈正比；效應的嚴重程度與劑量無關；沒有低限劑量。
- **非機率效應**(皮膚紅斑、白內障等)
  - 效應的嚴重程度與劑量呈正比；有低限劑量。當劑量小於低限劑量時，效應不會發生；當劑量大於低限劑量時，效應確定發生。

# 輻射健康效應



淺部組織器官(皮膚及水晶體等)以非機率效應為防護重點

深部組織器官(紅骨髓及生殖腺等)以機率效應為防護重點

# 輻射急性效應

## 致死劑量(Lethal Dose), LD

接受曝露後T天，造成曝露群體中50%死亡的全  
身急性劑量稱為  $LD_{50/T}$  劑量。

如：

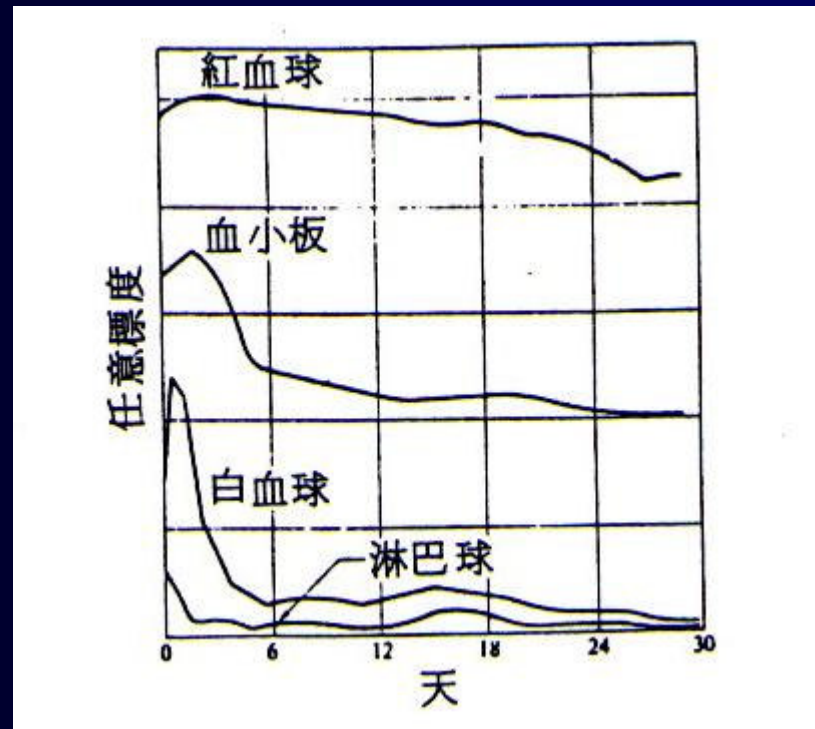
$LD_{50/30}$  表示接受這個劑量的人，在30天內  
會有一半的人死亡。(約 5 Sv)



# 輻射急性效應

## 早期效應

接受急性輻射曝露的早期效應和血液有關。



急性劑量 3 Sv 後的血球數變化

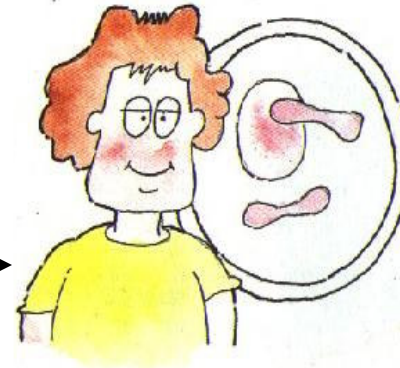
# 非機率效應 (急性效應)

沒有顯著的效應



0~0.5 Sv

輕微的血液異常



0.5~1 Sv

5~50%的患者在3小時內嘔吐，有倦怠和失去胃口的現象，中度的血液變化；可在數週內復原。

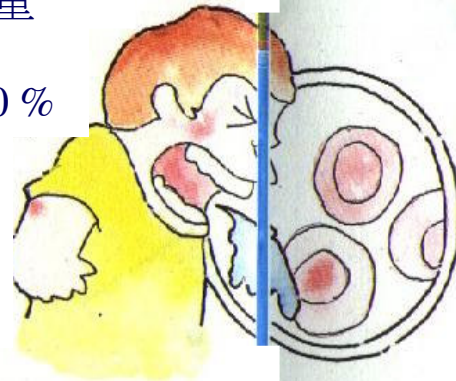


1~2 Sv



2~6 Sv

1小時內嘔吐，嚴重血液變化、出血、脫髮，約80%~100%的患者在2個月內死亡，生存者需要一段很長的時間復原。



6~10 Sv

大於3西弗以上，2小時以內嘔吐，嚴重血液變化及出血，兩週後脫髮，20~100%在1個月至1年之間復原。

# 輻射急性效應

## 後期效應

1. 癌症 (當劑量小於1西弗時，發生白血病的機率與正常人無顯著差別)
2. 白內障 (當劑量小於2西弗時不會發生)
3. 不孕症
4. 突變
5. 萎縮效應
6. 壽命減短

γ射線對人體生殖腺的可能效應	
劑量(Gy)	可能效應
1.5	短期的不孕
2.5	1至2年不孕
5-6	大部分的人永遠不孕
8	所有的人永遠不孕

# 輻射急性效應

## 後期效應

1. 癌症
  2. 白內障
  3. 不孕症
  4. 突變
  5. 萎縮效應
  6. 壽命減短
- (當急性劑量在0.2西弗到2西弗之間時，突變的機率是正常情況的2倍)
- (大劑量對組織器官的傷害，造成新陳代謝失常)

# 放射性射源的分類

- **密封射源**：固態射源，用較堅固的保護層密封，僅利用其外洩的輻射。
- **非密封射源**：液態或氣態射源常不加密封而直接使用為示蹤劑。（短半衰期、低活度）
- 非密封射源不用時為密封，使用時再打開密封容器。使用此種放射源的工作稱為**非密封型放射性操作**。

# 體外曝露

密封射源



$\alpha$ 粒子

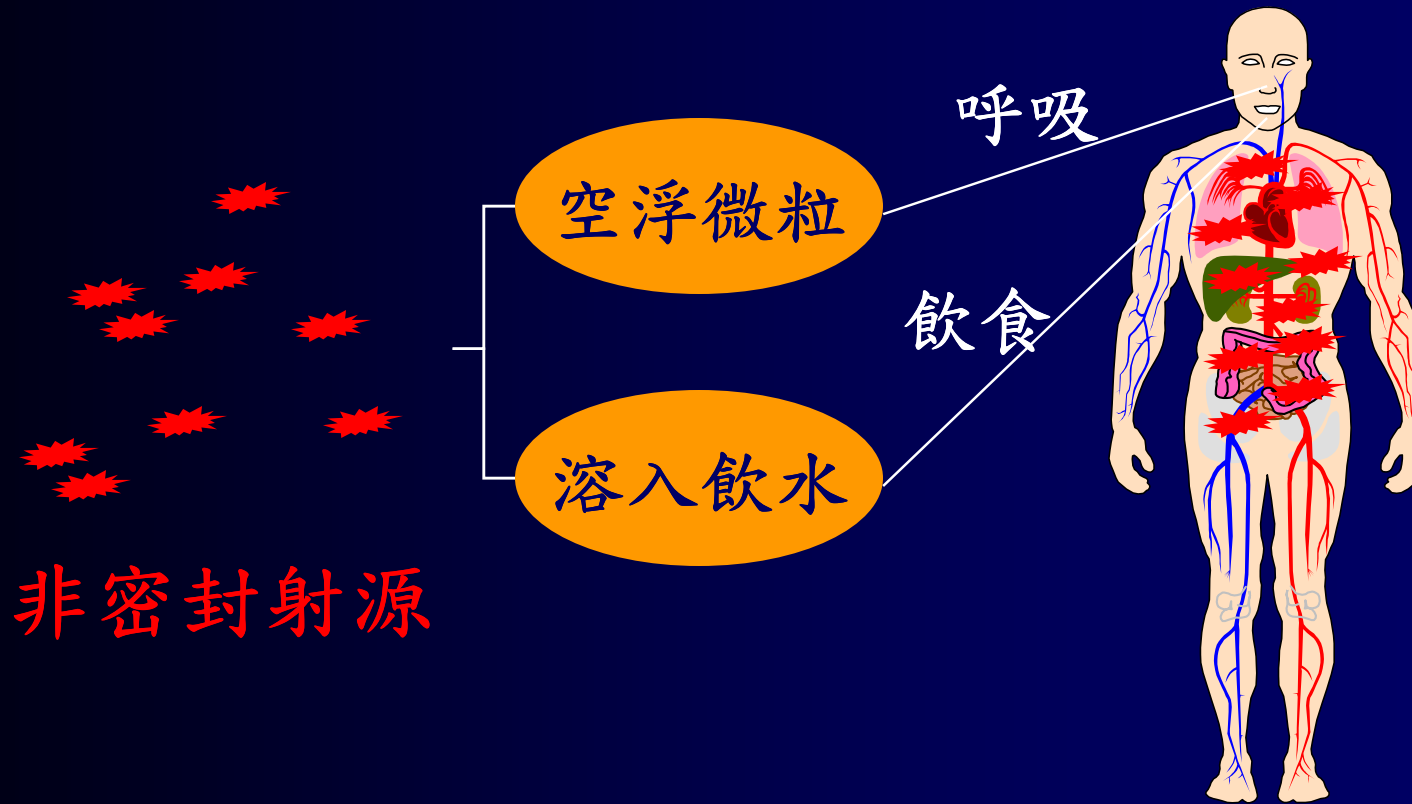
$\beta$ 粒子

X射線、 $\gamma$ 射線

中子

輻射源在身體外面，輻射由體外射入身體。

# 體內曝露



輻射源污染體內，輻射由體內射入組織器官。

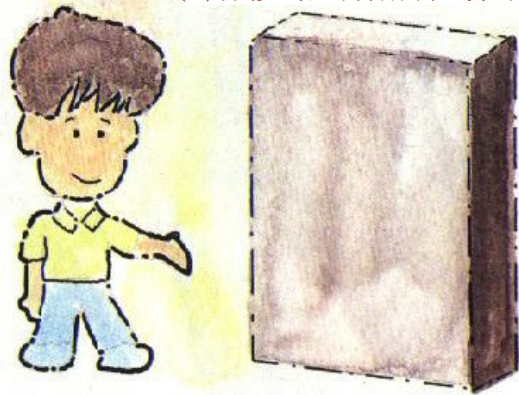
# 簡易的輻射防護方法

## 體外防護

(1) 遠離輻射源(輻射劑量與距離平方成反比)



(2) 減少輻射照射時間



(3) 加屏蔽阻擋輻射

## 體內防護

設法防止放射性物質進入人體



穿著防護衣  
避免接觸污染



戴呼吸防護面具



工作後、吃東西  
前要洗手



戴防護手套  
避免接觸污染



工作區禁止吸煙及飲食



## $\alpha$ 粒子的屏蔽考量

- 穿透力極弱（射程很短），只會在人體表皮之角質層（死組織層）造成劑量，故不構成健康威脅。
- 可不必考慮屏蔽。
- 應小心防護 $\alpha$ 粒子進入體內（ $Q=20$ ）。

# β粒子屏蔽考量

- 穿透力雖較α強，但射程仍屬短，只會在人體淺部組織（皮膚、水晶體）造成劑量，非機率效應比機率效應重要。
- β粒子之屏蔽物質及厚度，決定於：
  - 屏蔽物質的原子序必須很小，以減少制動輻射的產生。
  - 屏蔽物質的厚度必須大於β粒子的最大射程，以完全阻擋β粒子。

# 高能量、高通量β粒子的屏蔽

β  
粒  
子



$$f = \frac{Z}{3} \times E_0 \times 10^{-3}$$

f=β粒子轉換成制動輻射的分數

$E_0$ =β粒子之最大能量 (MeV)

Z=物質之原子序

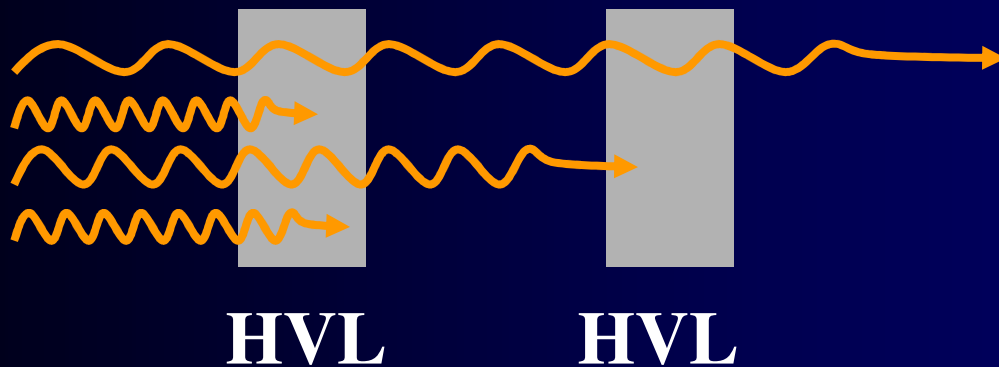
- 低原子序物質的厚度必須大於β粒子的射程，以完全吸收β粒子，並減少制動輻射的產生量。
- 高原子序物質可有效衰減所產生之制動輻射的量。

# 光子屏蔽考量

- 光子 ( $\gamma$ 或X射線) 穿透力很強，找不到能完全將其阻擋的材料。
- 衰減光子，以密度較高的物質為佳（密度較高，每單位體積內的電子數較多）
  - 例：鉛的密度比水大，故光子能夠穿透鉛的數目遠比水少，因此鉛的屏蔽效果比水好。
- 屏蔽物質的**原子序愈大、密度愈大，屏蔽效果愈好**(鉛、鐵、混凝土等是良好的屏蔽材料)。

# 光子屏蔽考量

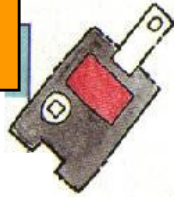
- **半值層 (HVL)**—衰減輻射強度至原來一半所需的屏蔽厚度。
- 針對鈷六十而言， $HVL(\text{鉛})=1.2 \text{ cm}$ ， $HVL(\text{混凝土})=6.2 \text{ cm}$ 。



經過 $N$ 個半值層，輻射強度衰減至原來的 $(0.5)^N$

# 常用來偵測輻射的儀器

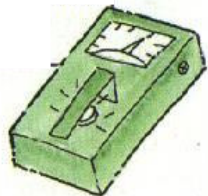
熱發光劑量計



劑量筆



碘化鈉偵檢器或蓋格管



手足偵檢器



## 輻射偵測的分類

輻射偵測的結果，常因使用之偵測儀器、幾何形狀或條件不同而偵測出不同結果。輻射偵測儀器可略分為偵測污染的計數器與測取劑量率的偵檢儀。

# 輻射劑量限制之目的

- 防止非機率效應損害之發生(絕對安全)。
- 抑低機率效應之發生率，至可接受的低水平(相對安全)。

# 個別組織器官的等值(效)劑量

$$H_{T,26} = D_T \times Q$$

$$H_{T,60} = D_T \times W_R$$

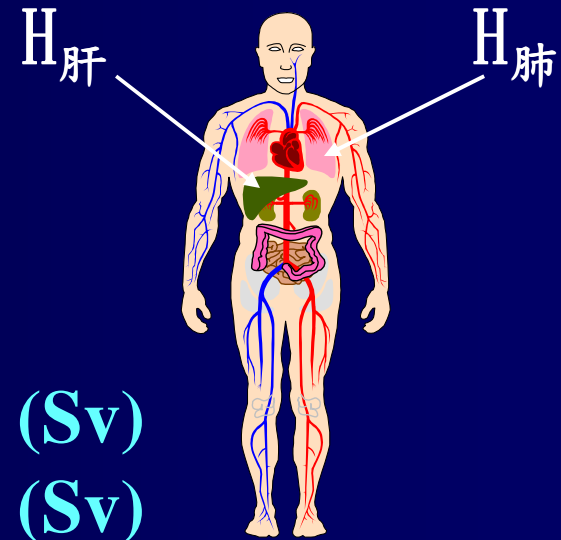
$H_{T,26}$  : 等效劑量 dose equivalent (Sv)

$H_{T,60}$  : 等值劑量 equivalent dose (Sv)

$D_T$  : 吸收劑量 organ absorbed dose (Gy)

$Q$  : 射質因數 (quality factor)

$W_R$  : 輻射加權因數 (radiation weighting factor)





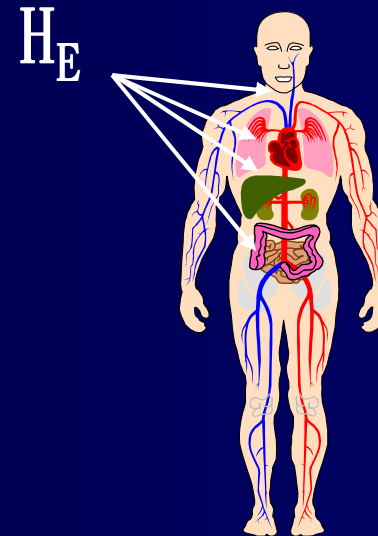
# 輻射加權因數 (Radiation Weighting Factor)

**TABLE 7.8. Quality and Radiation Weighting Factors for Various Radiations**

Radiation	$Q$	$W_R$
X, gamma, beta	1	1
Neutrons		
Thermal	2	5
0.01 MeV	2.5	10
0.1 MeV	7.5	10
0.5 MeV	11	20
>0.1 MeV–2 MeV		20
>2 MeV–20 MeV		5
Unknown energy	10	
High-energy protons	10	5
Alpha particles, fission fragments, heavy nuclei	20	20

*Source:* Adapted from 10 CFR 20 ( $Q$ ) and ICRP 60 ( $W_R$ ). By permission.

# 全身組織器官的有效劑量



$$H_E = \sum_T H_{T,26} \times W_{T,26}$$

$$E = \sum_T H_{T,60} \times W_{T,60}$$

$H_E$  : 有效等效劑量 effective dose equivalent (Sv)

$E$  : 有效劑量 effective dose (Sv)

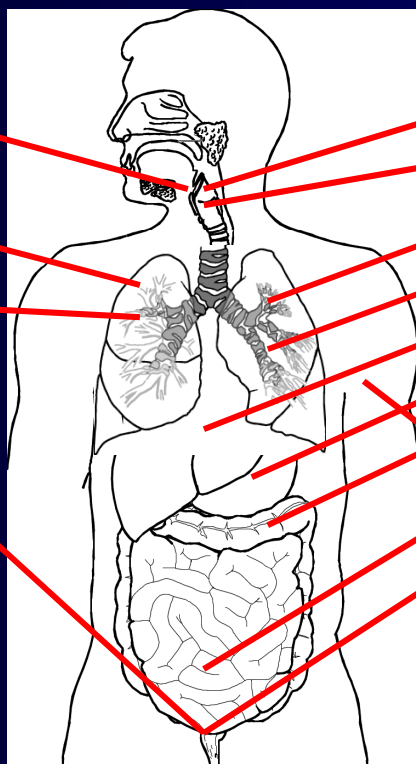
$W_{T,26}$  : 組織加權因數 tissue weighting factor

$W_{T,60}$  : 組織加權因數 tissue weighting factor

# ICRP-26 與 ICRP-60 之組織加權因數比較

## Tissue ( $W_{T,26}$ )

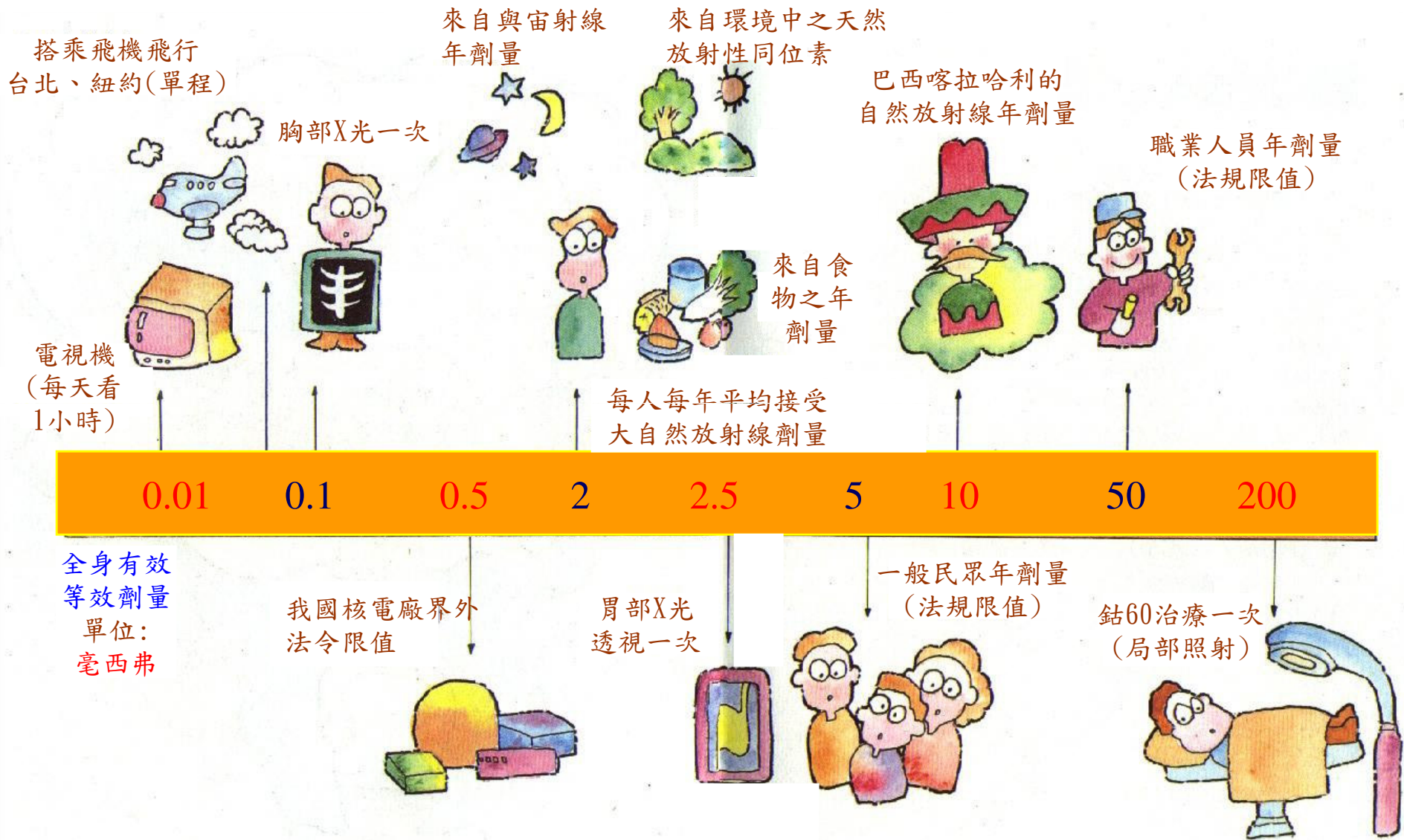
- Thyroid (0.03)
- Lung (0.12)
- Breast (0.15)
- Gonads (**0.25**)
- Bone surface (0.03)
- Red bone marrow (0.12)
- Remainder (0.30)



## Tissue ( $W_{T,60}$ )

- Thyroid (0.05)
- Oesophagus (0.05)
- Breast (0.05)
- Lung (0.12)
- Stomach (0.12)
- Liver (0.05)
- Colon (0.12)
- Bladder (0.05)
- Gonads (**0.20**)
- Skin (0.01)
- Bone surface (0.01)
- Red bone marrow (0.12)
- Remainder (0.05)

# 輻射的劑量及限值



# 輻防講習測驗

- 測驗日期：3/6日 星期五
  - 測驗地點：海科院演講廳
  - 測驗時間：下午五點至六點
- 
- 注意事項：
  - 及格分數以七十分為及格
  - 不及格者僅有一次補考機會