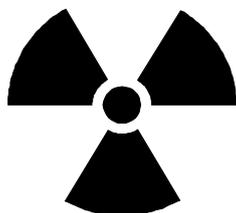


在學校使用密封放射源作教學用途



目 錄

	頁數
「在學校使用密封放射源作教學用途守則」說明	2-4
附錄	
(一) 在學校使用密封放射源作教學用途守則	5-7
(二) 查驗蓋-彌管與脈衝計數器的效能和狀況的程序及樣本結果	8-11
(三) 「拭抹試驗法」之程序及樣本結果	12-20
(四) 記錄放射源資料的表格及樣本	21-23
(五) 放射源的金屬儲存箱的規格	24
(六) 放射源提取鑷子的規格	25
(七) 申請豁免存放放射性物質牌照 – 在學校使用放射源作教學用途	26-27

「在學校使用密封放射源作教學用途守則」說明

教師閱讀本文時，請一併參看有關之守則[附錄一]。本文旨在說明將傳統單位轉換為國際單位以及在放射源監管人監督下完成每年進行至少一次的例行檢查，並附連放射源的金屬儲存箱及提取工具的規格、記錄放射源資料的表格樣本及豁免存放放射性物質牌照申請表以備參考。

學校只能管有輻射管理局給予的豁免通知內所列出的放射源的種類和數量。

(A) 量度放射強度的國際單位：貝克勒耳(becquerel)

放射源放射強度的傳統單位是：居里(curie, Ci)

定義為：1居里 = 3.7×10^{10} 蛻變/秒，

而測量放射強度之國際單位制單位則為：貝克勒耳(becquerel, Bq)

$$1 \text{ Bq} = 1 \text{ 蛻變每秒}$$

換算時，

$$1 \text{ Ci} = 3.7 \times 10^{10} \text{ Bq}$$

$$1 \mu\text{Ci} = 3.7 \times 10^4 \text{ Bq 或 } 37 \text{ kBq}$$

在學校物理實驗室中普遍採用的放射源放射強度為 $5 \mu\text{Ci}$ 。

所以

$$5 \mu\text{Ci} = 5 \times 37 \text{ 千貝克勒耳}$$

$$= 185 \text{ 千貝克勒耳}$$

為方便換算，輻射管理局建議參考下列的近似值：

原本放射強度	換算後的放射強度(近似值)
0.002 μCi	75 Bq
0.02 μCi	750 Bq
0.125 μCi	5 kBq
5 μCi	200 kBq
9 μCi	350 kBq

(B) 監察儀器的例行檢查

在學校物理實驗室中普遍採用的監察儀器為一連接脈衝計數器(scaler)的蓋革-彌勒管(Geiger Muller tube)。編號 ZP1481(MX 168)武勒型的蓋管為一鹵素猝熄管，能夠量度 β 和 γ 輻射，以及高能 α 粒子，因而被列在 中學家具及設備一覽

表：高中物理科作為多用途的監察儀器。該管管身堅固，用雲母製造的薄端窗有一活動塑膠網狀保護罩，而且由於它的特別設計使它對 β 輻射的靈敏程度高。

負責管制放射源的教師可依照附錄二的操作程序（工作紙形式）進行查驗。附連的樣本實驗結果供教師參考。

計數率與施加電壓的關係線圖稱為蓋-彌管的特性曲線，教師可利用該曲線的平線區的長度和斜率以評估該管之效能及狀況。

一般而言，將操作電壓 V_w 調校至比臨閾電壓 V_T 高50V（即 $V_w = V_T + 50$ V）。在此操作電壓下，即使電壓起微量的變化亦不會使計數率出現明顯的偏差。於例行的放射源檢查過程中，蓋-彌管的操作電壓便應調校至這實驗中所得出的數值。

(C) 「拭抹試驗法」

密封放射源的例行檢查主要為檢試該等放射源是否有洩漏或表面沾污的情況出現。輻射管理局建議檢試學校物理實驗室中放射源的方法為「拭抹試驗法」，以沾有液體之物件（例如棉棒、紙巾或小棉球）將整個密封放射源的外表抹拭。留意液體應有清除放射性物質之功能，但卻不侵蝕容器或任何黏合物質，在使用守則中所建議的液體是乙醇或水。被抹出的放射強度應少於 $200Bq$ 。在這情況下，放射源可視為並無洩漏現象，否則，在例行檢查中若發現任何密封放射源未符合這要求時，該放射源便應被視作失效，並須停止使用。



負責管制放射源的教師可依照附錄三的操作程序進行「拭抹試驗法」，樣本結果亦提供予教師參考之用。

(D) 不正常情況

在例行檢查中如發現有任何不正常情況或任何放射源已被確定為失效時，應參照守則中第2.5節、5.1節及5.2節採取適當行動，節錄如下：

2.5 在例行驗查中若發現有任何密封放射源未符合要求時，可視該放射源已失效，並須立即停止使用。

學校不應保存已失效，過期或不需要的放射源，而應循正確的途徑將放射源安全處置。學校若有上述的放射源，應即退還供應商及通知輻射管理局，或用輻射管理局認可的方法處置。

5.2 若有任何放射源損壞或遺失，學校須立即通知以下人士：

衛生署當值物理學家(電話:71103328 傳呼1912)及
勞工處職業健康醫生(第一當值醫生電話: 9689 0378)
(第二當值醫生電話: 9689 0450)。

在任何情況下，須在 48 小時內以書面通知輻射管理局秘書。

(E) 放射源紀錄

附錄四附載「密封放射源紀錄」的空白表格。學校可自行複印備用。附連的典型放射源紀錄樣本供教師參考之用。每一種密封放射源應有一單獨的紀錄。

(F) 紀錄冊

所有例行驗查結果應記錄於紀錄冊上，以便輻射管理局隨時查閱。

(G) 金屬儲存箱

守則中規定所有密封放射源應存放於有鎖的金屬箱內，而箱外應有適當的標籤。金屬箱的作用為防止未經准許而擅取放射源及避免在火災中放射物質的擴散，所以全部放射性物質必定要存放在金屬箱內。學校可向一般儀器供應商訂購，其式樣可參照附錄五。由於密封放射源在儲藏時是指向下方的，故建議將金屬箱靠近地面安放，以策安全。

(H) 放射源提取工具

在取用放射源或需在實驗中緊握放射源時，建議採用有彈性的放射源提取工具(下稱鑷子)，夾緊直徑4mm的放射源金屬管腳。附錄六為有關鑷子的說明。如果這個鑷子並未附有用線環做的臂抓是會防礙鑷子的正常操作，教師可依照附錄六的指示位置，用一幼金屬環加於鑷子上作為改善措施。

「在學校使用密封放射源作教學用途守則」

學校使用放射源作教學用途時，須遵守由輻射管理局發出的《在學校使用放射源作教學用途守則》。現把該守則轉錄如下，以供參考。

1. 一般守則

- 1.1 除非有合理的原因（因應課程和教學上的需要使用放射源進行示範和實驗），否則不應讓學生暴露於電離輻射之下。
- 1.2 密封放射源（「放射源」）只限用於進行闡明基本原理的簡單實驗。學校須慎選所使用的放射源及使用方法，以確保把危險性減至最低。
- 1.3 不得進行任何會導至學生、教職員或其他人等不必要地暴露於電離輻射之下的示範或實驗。
- 1.4 所有實驗須有周詳的計劃，以盡量減少輻照的時間。如能利用模擬放射源預習實驗的程序，則更為理想。

2. 放射源之管制

- 2.1 輻射管理局是管制在本港使用及/或管有放射性物質及輻照儀器的法定機構。擬管有和使用不超逾第3節列明上限的放射源作教學用途的學校，須向輻射管理局秘書申請豁免領取放射性物質牌照，地址為香港西灣河太康街28號西灣河健康中心3樓。
- 2.2 學校須指派一名學位理科教師出任放射源監管人，負責監管放射源在校內的使用。倘該教師離職，校方應委任另一名監管人，並就此變動再行申請豁免。
- 2.3 放射源監管人須負責督導放射源的購置、貯存、取用和收貯、所有放射源的正確使用及其處置。
- 2.4 放射源監管人須至少每年一次利用「拭抹試驗法」檢查所有放射源（用沾有乙醇或水的棉球或紙巾拭抹放射源，然後量度棉球或紙巾的放射活度。放射活度上限為200 Bq），及檢查監察儀器的效能。所有結果須作記錄，以便輻射管理局督察隨時檢查。
- 2.5 在例行檢查中若發現有任何放射源未符合要求，必須視為已失效，並立即停止使用，直至得到輻射管理局核准的檢驗所證明安全為止。
- 2.6 教師須負責在每教節完畢前清點所有曾使用的放射源。

- 2.7 學生只可在教師親自督導下使用放射源。
- 2.8 負責的教師須確保任何有關電離輻射的實驗均在安全的情況下進行。
- 2.9 放射源不得移離輻射管理局核准的校舍。

3. 貯存和標籤

3.1 存量上限

學校應當按實際需要，盡量存放放射活度較低的放射源。在任何情況下，實驗室存放的放射源種類、數量及放射活度不得超出下表所列的豁免上限：

放射源	數量
鈷-60、銻-90、鐳-226、鎳-241	<ul style="list-style-type: none"> ● 每類不得超逾 2 個放射源 ● 每個放射源的放射活度不得超逾 200 kBq
用於擴散雲室的不溶性鐳-226 放射源	<ul style="list-style-type: none"> ● 不得超逾 10 個放射源 ● 每個放射源的放射活度不得超逾 750 Bq

註：學校如打算採用教育局《科學實驗室安全手冊》以外的放射源或放射性物質，須向輻射管理局申領牌照（電話：3620 3746）。

- 3.2 所有放射源應當存放於鎖上的金屬箱內。
- 3.3 教職員須獲校方授權，方可取用箱內的放射物質。
- 3.4 金屬箱外必須恆常展示警告標籤，以顯示箱內貯存放射性物質。
- 3.5 在鎖上的金屬箱內，個別放射源應當分別存放於附有適當標籤的獨立容器或小格子中。
- 3.6 標示應當清楚，方便使用者能迅速辨別各放射源。
- 3.7 所有放射源及其容器應當恆常展示警告標籤，標示放射性核素的類別及在指明日期的放射性活度。

4. 放射源的處理

4.1 須小心處理放射源及避免不必要的接觸。處理時應當遵守以下守則：

- (i) 在運送放射源往返校內貯存地點及實驗室時，應當把放射源置於原有的容器內。
- (ii) 取用放射源時只應使用鉗子或鑷子。教師可向科學儀器供應商購買特別為安全使用放射源而設計的鑷子。
- (iii) 密封 α 放射源的結構脆弱，取用時應當特別小心。
- (iv) 在進行實驗時，應當盡量與放射源保持至少 30 cm 的距離，並且不應把放射源指向任何人。

5. 放射源的損壞、遺失及處理

5.1 失效、過期或不需要的放射源不應保存，而須以正確而安全的方法處置。學校須把這些放射源退回供應商，並通知輻射管理局，或採用輻射管理局認可的方法處置。

5.2 若有任何放射源損壞或遺失，學校須立即通知以下人士：

衛生署當值物理學家 (電話: 71103328 傳呼 1912) 及
勞工處職業健康醫生 (第一當值醫生電話: 9689 0378)
(第二當值醫生電話: 9689 0450)。

在任何情況下，須在 48 小時內以書面通知輻射管理局秘書。

6. 對健康的危害

由於學校使用的放射源種類不多，而且放射活度受限，每名師生在全年使用放射源的時間亦很短，因此受電離輻射影響健康的風險極低。雖然如此，但仍必須讓學生認識放射源的危險性及小心處理放射性物質。

查驗蓋-彌管與脈衝計數器的效能和狀況的程序及樣本結果

實驗目的： 查驗蓋-彌管與脈衝計數器的效能及狀況。

儀 器： 蓋-彌管(連座)
脈衝計數器
放射源提取鑷子
放射源支架
放射源(200 千貝克釷-226或200 千貝克釷-90)

步 驟：

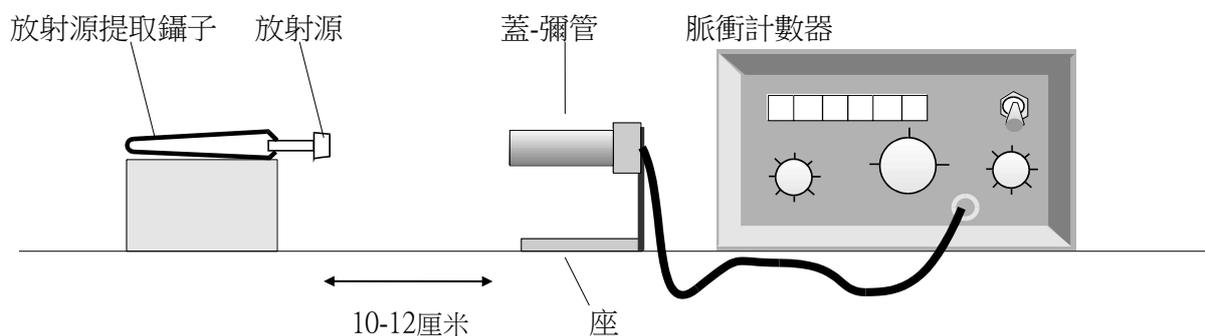


圖2.1

1. 實驗裝置如圖2.1。放射源與蓋-彌管的距離應為10-12 厘米。確保放射源應置於蓋-彌管的軸上並指向蓋-彌管。
2. 開啟計數器並讓其預熱五分鐘。
3. 將超高壓電源由300 V起逐漸增加直至計數器開始紀錄計數。記錄所使用電壓及其100 秒的計數，算出計數率。
4. 將電壓逐次遞增20 V直至約500 V(或一方便的數值)。每次記錄電壓和計數值，並算出每次的計數率。

實驗結果：

放射源：_____

距離：_____ cm

1. 填寫下表：

使用電壓(伏)									
100秒的計數									
計數率(s^{-1})									

2. 繪畫計數率-使用電壓關係線圖。該圖表應展示出一坪曲線(圖2.2)，臨閾電壓 V_T 約為400 V及平線區的長度約為100 V。

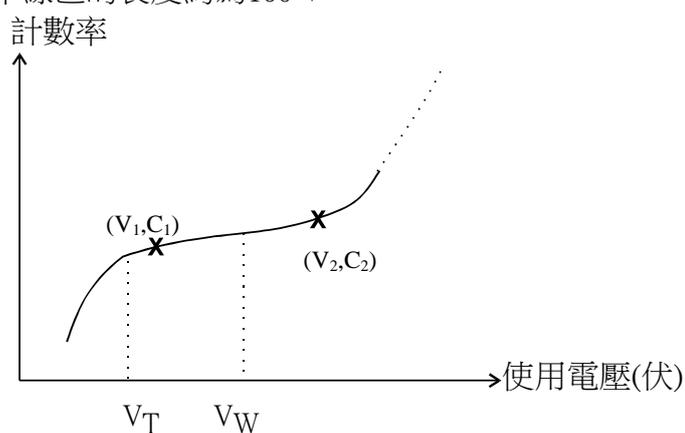


圖 2.2

當電壓超過臨閾電壓時，增大電壓只能使計數率微升，此區域稱為蓋-革坪(或平線區)。

3. 可選取 $V_T + 50$ 伏為蓋-彌管的操作電壓 V_w ，即約為450 伏。

$$V_w = (\quad + 50) V = \quad V$$

4. 可依以下途徑求出坪斜率：

在坪上分別選取兩點 (V_1, C_1) 和 (V_2, C_2)

$$\text{使用電壓} : V_1 = \quad V \quad V_2 = \quad V$$

$$\text{相應的計數率} : C_1 = \quad s^{-1} \quad C_2 = \quad s^{-1}$$

$$\text{平均計數率} : C_0 = \frac{1}{2}(C_1 + C_2) = \quad s^{-1}$$

$$\begin{aligned} \text{坪斜率} : \% \text{斜率} &= \frac{C_2 - C_1}{V_2 - V_1} \times \frac{100\%}{C_0} \\ &= \quad \% V^{-1} \end{aligned}$$

備註：I. 坪斜率不該超越 $0.2\% V^{-1}$ 。

II. 以上的數據只適用於編號 ZP1481(MX 168) 武勒型的蓋-彌管。對於其他類型的蓋-彌管，必須參照有關該管的專門數據。

實驗結果：

放射源： 鋇-90

距離： 11 cm

1. 填寫下表：

使用電壓(伏)	380	400	410	420	440	460	480	500	520
100秒的計數	7284	11258	12114	12430	12800	13254	13462	13813	14097
計數率(s ⁻¹)	72.8	112.6	121.1	124.3	128.0	132.5	134.6	138.1	141.0

2. 繪畫計數率-使用電壓關係線圖。該圖表應展示出一坪曲線(圖2.2)，臨閾電壓 V_T 約為400 V及平線區的長度約為100 V。

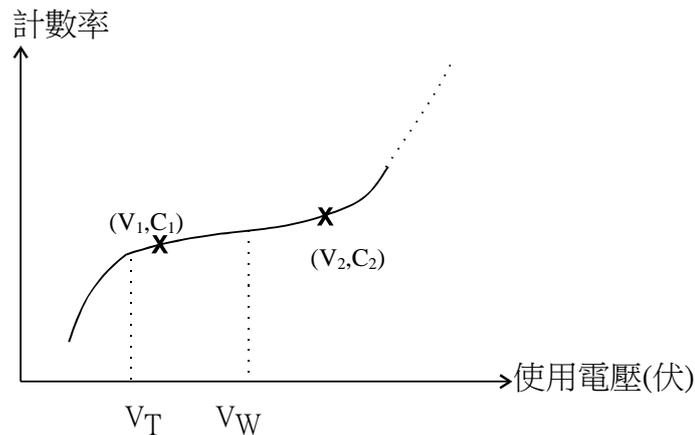


圖 2.2

當電壓超過臨閾電壓時，增大電壓只能使計數率微升，此區域為蓋-革坪(或平線區)。

3. 可選取 $V_T + 50$ 伏為蓋-彌管的操作電壓 V_w ，即約為450 伏。

$$V_w = (\underline{410} + 50) V = \underline{460} V$$

4. 可依以下途徑求出坪斜率：

在坪上分別選取兩點 (V_1, C_1) 和 (V_2, C_2)

使用電壓 : $V_1 = \underline{420} V$ $V_2 = \underline{520} V$

相應的計數率 : $C_1 = \underline{124.3} s^{-1}$ $C_2 = \underline{141.0} s^{-1}$

平均計數率 : $C_0 = \frac{1}{2}(C_1 + C_2) = \underline{132.65} s^{-1}$

坪斜率 : % 斜率 = $\frac{C_2 - C_1}{V_2 - V_1} \times \frac{100\%}{C_0}$
 $= \underline{0.126} \% V^{-1}$

備註： I. 坪斜率不該超越 $0.2\% V^{-1}$ 。

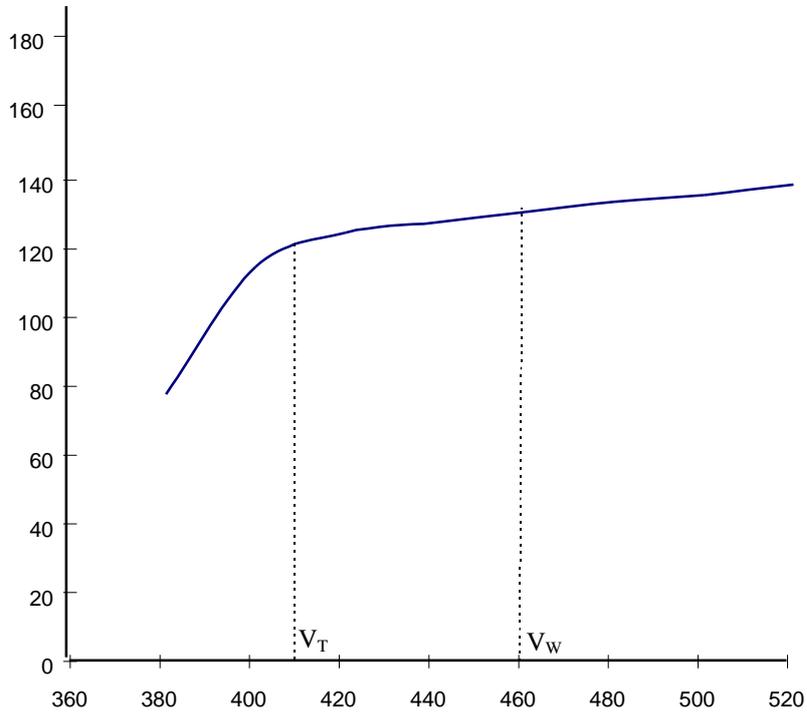
II. 以上的數據只適用於編號ZP1481(MX 168)武勒型的蓋-彌管。對於其他類型的蓋-彌管，必須參照有關該管的專門數據。

計數率- 使用電壓關係線圖

放射源: Sr 90

距 離: 11 cm

計數率(s^{-1})



使用電壓(V)

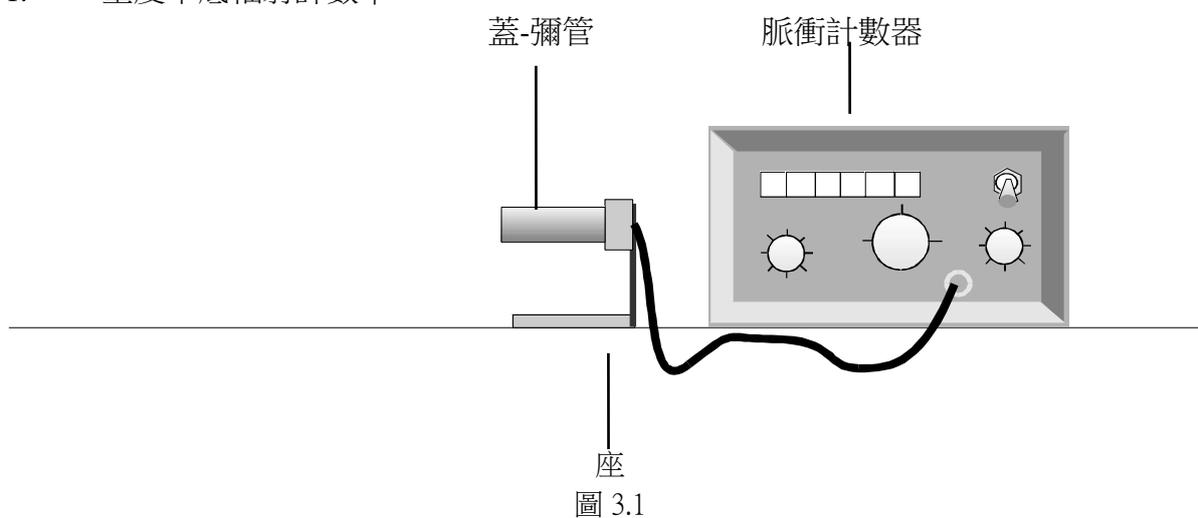
進行「拭抹試驗法」的程序及樣本結果

實驗目的： 用「拭抹試驗法」檢查密封放射源有否外洩或表面沾污。

儀器： 蓋-彌管(連座)
脈衝計數器
放射源提取鑷子
放射源支架
學校的全部密封放射源
棉棒或紙巾或小棉球
膠袋(食物保鮮袋)最少四個

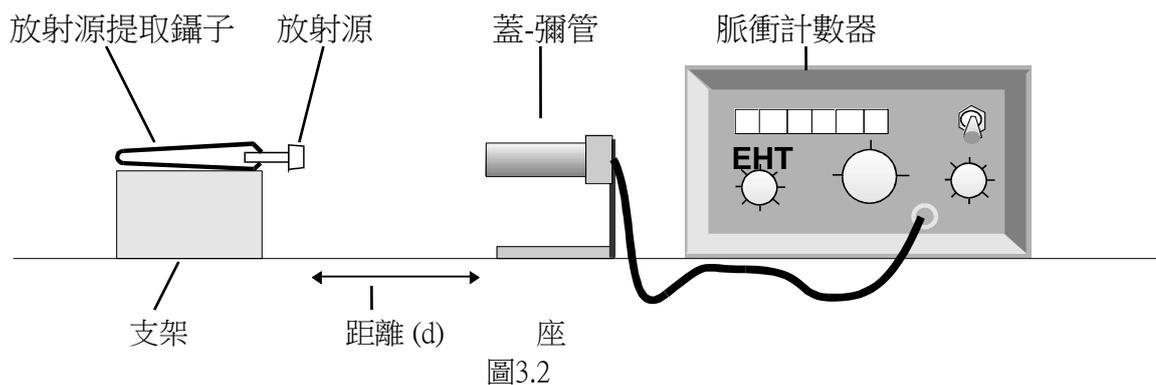
步驟：

1. 量度本底輻射計數率



- 實驗裝置如圖3.1。確保在蓋-彌管一米範圍內不應有任何放射性物質。
- 開啟計數器，並讓其預熱五分鐘。
- 將超高壓電源調校至蓋-彌管的操作電壓，記錄十分鐘的計數，算出本底輻射計數率。

2. 量度放射源的計數率



(a) 實驗裝置如圖3.2。確保放射源應置於蓋-彌管的軸上並指向蓋-彌管。放射源與蓋-彌管的距離應調校至距離 d 使計數率最少 200 s^{-1} 或計數率的數值儘可能大。以下是測試各放射源時的建議距離。

放射源	距離 (d)	備註
α 放射源 (例如 Am-241 200 k/5k Bq)	與蓋-彌管愈近愈好， 但不要接觸該管。	應將管的塑膠保護罩 脫掉。
β 放射源 (例如 Sr-90 350 k/ 200 kBq)	8 - 12 cm	-
β 放射源 (例如 Sr-90 5 kBq)	1 - 3 cm	-
有 β 輻射的放射源 (例如 Ra-226 200 kBq)	8 - 12 cm	-
有 γ 輻射的放射源 (例如 Co-60 200 kBq)	1 - 3 cm	-

(b) 將蓋-彌管及計數器保持在步驟 1 的情況。記錄 100 秒的計數值。算出計數率。重複這實驗程序最少三次，計算平均計數率及淨計數率(=平均計數率 - 本底計數率)。

3. 量度拭抹物質的計數率

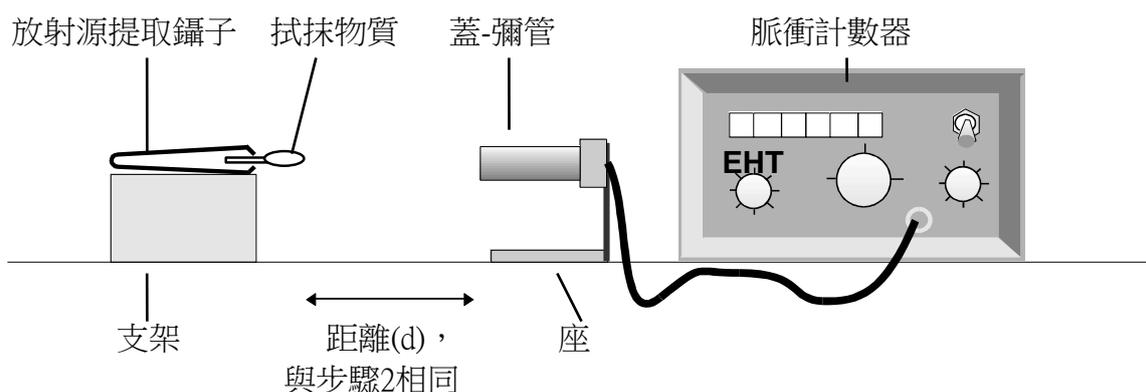


圖 3.3

- (a) 用鑷子拿著一棉球、一塊紙巾或棉棒，以沾上乙醇或水，然後謹慎地將整個密封放射源外表輕輕拭抹避免將任何液體滴到實驗桌上並避免刮破放射源表面。因 α 放射源的構造很脆弱，故拭抹時要特別小心。拭抹後，把放射源放回盒子內。
 - (b) 如圖3.3所示設置實驗，並將拭抹物質轉移至放射源提取鑷子上。確保拭抹物質和蓋-彌管的距離應與步驟 2 的距離相同，而且拭抹物質亦應置於蓋-彌管的軸上。確保在測量裝置的一米範圍內不應有其他放射性物質。
 - (c) 記錄在十分鐘內的計數值,算出計數率並決定淨計數率(=測量計數率 - 本底計數率)。
4. 將並無異常現象的拭抹物質放進雙層膠袋內，封妥後可如一般廢物棄置。
 5. 將有異常現象的拭抹物質放進另一雙層膠袋，把測試的放射源、測試日期及時間和估計的拭抹物質放射性強度標示於袋上，密封後將其放在儲存箱內，等候進一步處理。
 6. 將最新資料記錄在「密封放射源記錄」上。
 7. 重複上述步驟1至步驟6，檢查學校所擁有的全部密封放射源。

實驗結果：

1. 本底計數率

在十分鐘的計數 = _____

本底計數率 = $C_b =$ _____ s^{-1}

本底計數率應在0.5至1.0 s^{-1} 的範圍內。

2. 放射源與拭抹物質的計數率

放射源								
放射性強度/Bq								
距離 d /cm								
放射源100秒的計數								
放射源平均計數率 C_m /s^{-1}								
放射源的淨計數率 ($C_s = C_m - C_b$) $/s^{-1}$								
拭抹物10分鐘的計數								
拭抹物的計數率 C_c /s^{-1}								
拭抹物的淨計數率 ($C_w = C_c - C_b$) $/s^{-1}$								

3. 拭抹物質的放射性強度

假定在同樣的實驗情況下，淨計數率與放射性強度成正比，由此可估算拭抹物質的放射性強度。

設 C_s = 放射源的淨計數率
 C_w = 拭抹物質的淨計數率
 A_s = 放射源的放射性強度
 A_w = 拭抹物質的放射性強度

$$\frac{A_s}{A_w} = \frac{C_s}{C_w}$$

$$A_w = A_s \times \frac{C_w}{C_s}$$

完成下表:

放射源								
放射源的放射性強度 A_s /Bq								
放射源的淨計數率 C_s /s ⁻¹								
拭抹物的淨計數率 C_w /s ⁻¹								
拭抹物的放射性強度 A_w /Bq								
「拭抹試驗法」的實驗結果								

容許的極限為200 Bq，如在「拭抹試驗法」中發現有失效的放射源，需以星號*標示於表上，並將放射源的儲存盒標記以資識別。

備註:

- I. 由於放射現象的無規性，拭抹物質的淨計數率可能為負值。在此情況下，可忽視拭抹物質的放射性強度。
- II. 如「拭抹試驗法」是分幾次進行，則須在每次進行試驗前量度本底計數率。

- III. 由於鈷-60 放射源的半衰期只有5.27年，故在「拭抹試驗法」中計算放射性強度時亦應將這一點列入考慮範圍。假定在交貨日放射源的放射性強度為200 kBq，教師可透過以下方程式計算鈷-60放射源的放射性強度：

$$A_s = 200 e^{-\lambda t} \text{ kBq}$$

$$\text{而 } \lambda = \frac{\ln 2}{5.27}$$

t = 從交貨日起以年為單位計算的時間

- IV. 進行拭抹試驗的目的是為了檢查放射源有否外洩，所以不一定要找出拭抹物質的淨放射性強度而可採用以下一個比較直接的方法。量度十分鐘內每一獨立拭抹物質的計數，將獲得的計數值與本底計數率作比較。若兩者相差超過本底計數的3倍標準差 (在1%有效水平內)，放射源就有可能發生外洩。可用下表代替實驗結果3的列表。

$$\begin{aligned} \text{十分鐘的本底計數(N)} &= \\ \text{本底計數的標準差}(\sqrt{N}) &= \\ \text{3個標準差} &= 3\sqrt{N} = \end{aligned}$$

被拭抹的放射源								
拭抹物質在十分鐘的計數								
淨計數(=量度計數 - 本底計數)								
淨計數是否大於3個標準差								
「拭抹試驗法」的實驗結果								

備註: 如採用本頁所描述的方法，則樣本與蓋-彌管的距離是不應太遠，亦不應將樣本置於不同位置，因為這裡毋須將拭抹樣本的放射性強度與放射源的強度作比較。可將拭抹樣本放在距離探測器0.1 - 0.5cm的範圍，藉以提高探測的靈敏度。

實驗結果：

1. 本底計數率

在十分鐘內的計數 = 405

本底計數率 = $C_b = \underline{0.675} \text{ s}^{-1}$

本底計數率應在 0.5 至 1.0 s^{-1} 的範圍內。

2. 放射源與拭抹物質的計數率

放射源	Ra-226	Am-241	Sr-90	Co-60	Sr-90	Am-241	Sr-90	Co-60
放射性強度(Bq)	200 k	200 k	200 k	200 k	350 k	5 k	5 k	200 k
距離 d (cm)	10.5	0.1	8	1	6	0.1	2	1
放射源在100秒內的計數	23719	54543	22194	12601	23849	20093	7216	8943
	23513	55336	23098	12517	23767	19913	7288	9159
	23511	55093	21879	12502	23832	21485	7339	9053
放射源平均計數率 C_m / s^{-1}	235.8	548.9	223.9	125.4	238.2	205.0	72.8	90.5
放射源的淨計數率 ($C_s = C_m - C_b$) / s^{-1}	235.1	549.2	223.2	124.7	237.5	204.3	72.1	89.8
拭抹物在10分鐘內的計數	395	390	402	437	387	374	388	386
拭抹物的計數率 C_c / s^{-1}	0.66	0.65	0.67	0.73	0.65	0.62	0.65	0.64
拭抹物的淨計數率 ($C_w = C_c - C_b$) / s^{-1}	很小	很小	很小	0.05	很小	很小	很小	很小

3. 拭抹物質的放射性強度

假定在同樣的實驗情況下，淨計數率與放射性強度成正比，由此可估計拭抹物質的放射性強度。

設 C_s = 放射源的淨計數率
 C_w = 拭抹物質的淨計數率
 A_s = 放射源的放射性強度
 A_w = 拭抹物質的放射性強度

$$\frac{A_s}{A_w} = \frac{C_s}{C_w}$$

$$A_w = A_s \times \frac{C_w}{C_s}$$

填寫下表:

放射源	Ra-226	Am-241	Sr-90	Co-60	Sr-90	Am-241	Sr-90	Co-60
放射源的放射性強度 A_s /Bq	200k	200k	200k	200k	350k	5k	5k	200k
放射源的淨計數率 C_s /s ⁻¹	235.1	549.2	223.2	124.7	237.5	204.3	72.1	89.8
拭抹物的淨計數率 C_w /s ⁻¹	很小	很小	很小	很小	很小	很小	很小	很小
拭抹物的放射性強度 A_w /Bq	很小	很小	很小	56.1	很小	很小	很小	很小
「拭抹試驗法」的實驗結果	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格

容許的極限為200Bq，如有「拭抹試驗法」中發現有失效的放射源，需以星號 * 標示於表上，並將放射源的儲存盒標記以資識別。

備註:

- I. 由於放射現象的無規性，拭抹物質的淨計數率可能為負值。在此情況下，可忽視拭抹物質的放射性強度。
- II. 如「拭抹試驗法」是分幾次進行，則須在每次進行試驗前量度本底計數率。

- IV. 進行拭抹試驗的目的是為了檢查放射源有否外洩，所以不一定要找出拭抹物質的淨放射性強度而可採用以下一個比較直接的方法。量度十分鐘內每一獨立拭抹物質的計數，將獲得的計數值與本底計數率作比較。若兩者相差超過本底計數的3倍標準差(在1%有效水平內)，放射源就有可能發生外洩。可用下表代替實驗結果3的列表。

$$\begin{aligned}
 \text{十分鐘的本底計數}(N) &= \underline{\quad 405 \quad} \\
 \text{本底計數的標準差}(\sqrt{N}) &= \underline{\quad 20.1 \quad} \\
 \text{3個標準差} &= 3\sqrt{N} = \underline{\quad 60.3 \quad}
 \end{aligned}$$

被拭抹的放射源	Ra-226	Am-241	Sr-90	Co-60	Sr-90	Am-241	Sr-90	Co-60
拭抹物在十分鐘的計數	395	390	402	437	387	374	388	386
淨計數(=量度計數 - 本底計數)	很小	很小	很小	32	很小	很小	很小	很小
淨計數是否大於3個標準差	否	否	否	否	否	否	否	否
「拭抹試驗法」的實驗結果	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格

備註: 如採用本頁所描述的方法，則樣本與蓋-彌管的距離是不應太遠，亦不應將樣本置於不同位置，因為這裡毋須將拭抹樣本的放射性強度與放射源的強度作比較。可將拭抹樣本放在距離探測器0.1 - 0.5cm的範圍，藉以提高探測的靈敏度。

記錄放射源資料的表格及樣本

密封放射源的紀錄		數量	核素
供應商	編號:	放射性強度:	日期:
位置		負責管制放射源的教師	
		姓名	簽名
有關放射源的說明:			
有關儲存盒的說明:			
放射源與儲存盒的圖樣:			

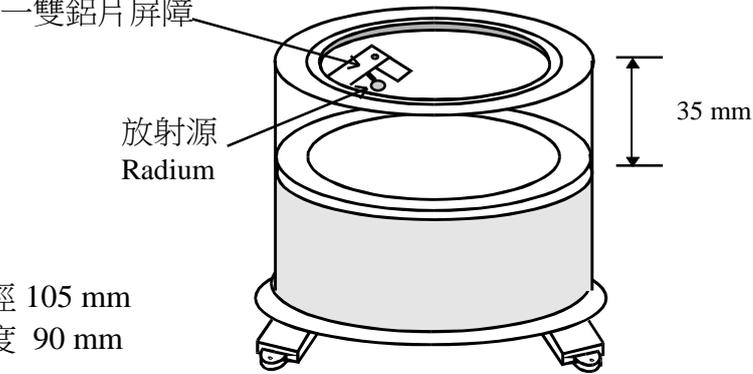
例行檢查:

日期	「拭抹試驗法」結果	管制教師簽署	備註

密封放射源的紀錄		數量 1	核素 Americium - 241
供應商 香港科學儀器公司	編號 Philip Harris Q87215/7	放射性強度: 200 kBq	日期 二三年一月一日
位置 物理實驗室，準備室B3櫃		負責管制放射源的教師	
		姓名 陳大文先生	簽名 TM Chan
<p>有關放射源的說明:</p> <p>主要為 α 放射源，或有 γ 輻射 但最高能量為60 keV</p> <p style="text-align: right;"> <u>能量:</u> α - 5.44, 5.48 MeV γ - 0.026 - 0.060 MeV <u>半衰期:</u> 458年 <u>色碼:</u> 棕色 </p>			
<p>有關儲存盒的說明</p> <p>放射源密封於金屬套內，該金屬套接連4 mm直徑金屬管腳，整個可藏於一嵌在木盒的鉛槽中。</p>			
<p>放射源與儲存盒的圖樣</p> <div style="text-align: center;"> <p>硬木貯存盒 (100 mm x 75mm x 65mm)</p> <p>有蓋鉛槽</p> <p>頂視圖</p> <p>棕色</p> <p>放射源</p> </div>			

例行檢查:

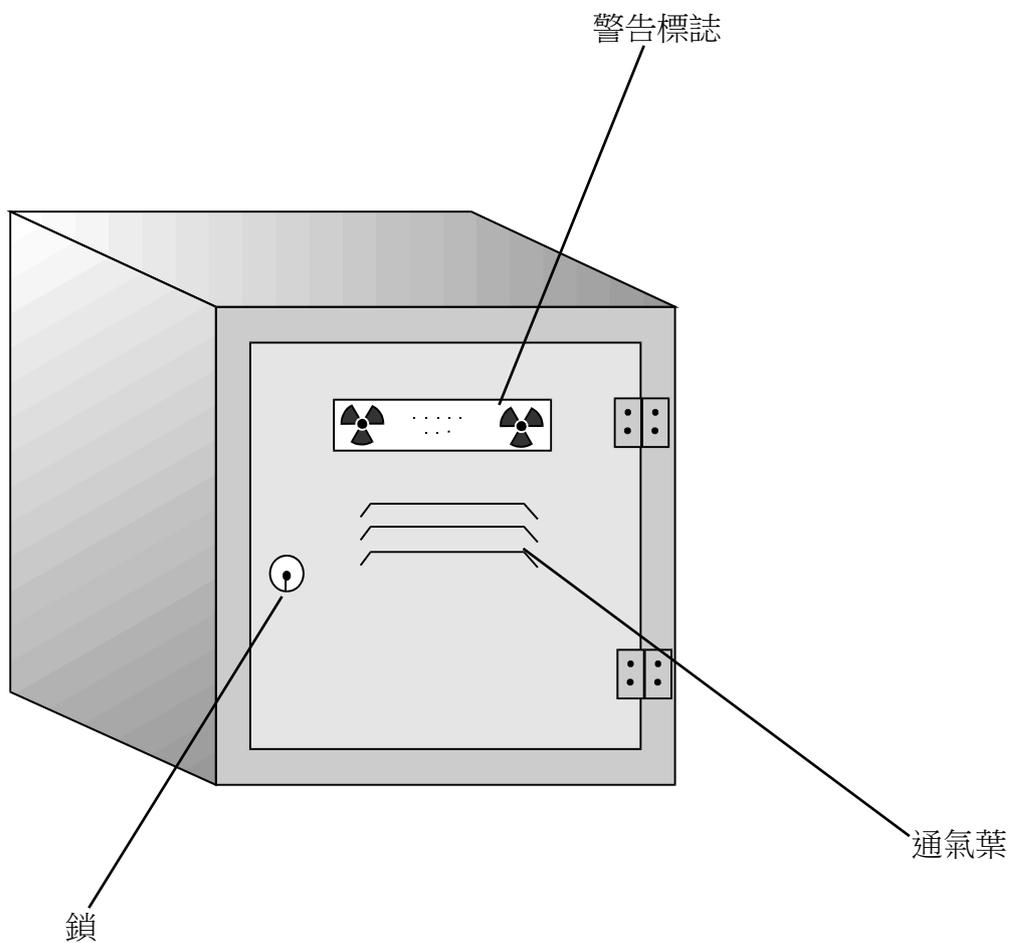
日期	「拭抹試驗法」結果	管制教師簽署	備註

密封放射源的紀錄		數量 5	核素 Radium
供應商 香港科學儀器公司	編號 Philip Harris Q87600/9 擴散雲室	放射性強度: 少於 750 Bq	日期 二三年一月一日
位置		負責管制放射源的教師	
物理實驗室，準備室C2櫃		姓名 陳大文先生	簽名 TM Chan
有關放射源的說明: 微弱的放射源(radium)主要放出 α 和 β 輻射。			
有關儲存盒的說明 放射源安裝於擴散雲室內，並附有一對鋁片屏障，厚度分別為0.025 mm 和 0.18 mm。			
放射源與儲存盒的圖樣:			
<p>一雙鋁片屏障</p> <p>放射源 Radium</p> <p>整體尺寸：直徑 105 mm 高度 90 mm</p>			

金屬儲存箱

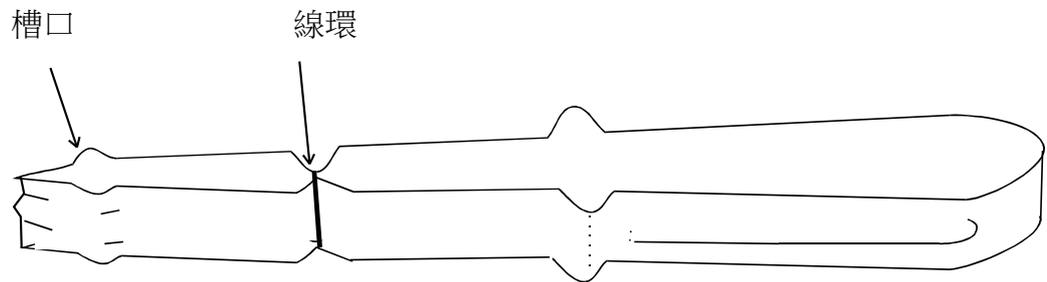
箱子由漆上搪瓷的鋼片造成，構造堅固，門可上鎖及有通氣葉，並附有適當的警告標誌。箱內的後壁有兩個窄長的鋼槽，並附連一長方形膠盤，可用以盛載濺出的放射物質，以便清洗。

尺寸為 380 mm x380 mm x380 mm



放射源提取鑷子

鑷子是用以提取及拈著放射源之用。彈性桿身鍍上磷化青銅，鉗夾有橫縱槽口。鑷子全長150 mm。



輻射管理局

RADIATION BOARD

申請豁免存放放射性物質牌照在學校使用放射源^(註釋1)作教學用途

APPLICATION FOR EXEMPTION FROM REQUIRING RADIOACTIVE SUBSTANCES LICENCE

Use of Radioactive Sources⁽¹⁾ for Teaching Purposes in Schools

1. 學校 / 學院名稱：

Name of School/College : _____

地址：

Address : _____

電話號碼：

傳真號碼：

電郵地址：

Telephone No.:

Fax No.:

E-mail Add.:

2. 指定為放射源保管人的教師
- ^(註釋2)
- 姓名及學歷。

Name and qualification of the teacher designated as the source custodian⁽²⁾.

姓名 Name (Surname first)	取得之學位及主修科目 Degree(s) Obtained and Major Subjects	頒授學位之機構 Awarding Institution	年份 Year

如上述教師已擁有物理學位，則不用填寫此部份，請到第三部份繼續填寫。

If the above teacher has a degree majoring in physics, skip the following part and continue with part 3.

上述教師是否擁有最少兩年教授高中物理的經驗(例如：中四至中六)?

Does the above teacher have at least 2 years experience in teaching higher form physics (e.g. Secondary 4-6)?

是 Yes 否 No

上述教師是否曾修畢由輻射管理局認可之輻射防護課程?

Has the above teacher attended and completed any radiation protection course recognised by the Radiation Board?

是 Yes 否 No 如是，請說明課程名稱及主辦機構名稱

If Yes, please state the course title and the organising body

3. 本校所用放射源
- ^(註釋3)
- 之資料：

Details of radioactive sources⁽³⁾ to be used in the school:

已管有 Already in Possession

供應商 Supplier	製造商 / 目錄編號 Manufacturer/Catalogue Number	放射源 Source	每個放射源的活 度 Activity per source	放射源的數目 No. of source

擬購置 To Be Acquired

供應商 Supplier	製造商 / 目錄編號 Manufacturer/Catalogue Number	放射源 Source	每個放射源的活 度 Activity per source	放射源的數目 No. of source

*請將不適用者刪去 *Delete as appropriate

4. 本校已*購置 / 訂購之監察器^(註釋 4)為：
The type of monitoring instrument⁽⁴⁾ acquired/already put on firm order for purchase*：

本人擬申請於輻射條例下豁免放射性物質牌照，茲證實上述放射源均用作教學用途，並遵守「在學校使用放射源作教學用途之守則」。

I hereby apply for exemption from requiring radioactive substances licence under the Radiation Ordinance. I declare that the above source(s) is/are* for teaching purposes and that the instruction in the "Code of Practice on the Use of Sealed Radioactive Sources for Teaching Purposes in Schools" will be complied with.

校長署名：
Principal Signed : _____

學校印鑑：
School Chop : _____

校長姓名：
Principal Name: _____

日期：
Date : _____

註釋 Guidance Notes

- (1) 根據香港法例第303章輻射條例，放射性物質指由任何天然或人工的放射性化學元素組成的任何物質，或包含該等元素的任何物質，而其放射性比度，以每克物質計算，超逾75貝克勒爾的源放射性化學元素。
According to the Radiation Ordinance, Cap.303, Laws of Hong Kong, "radioactive substance" means any substance which consists of or contains any radioactive chemical element whether natural or artificial and whose specific activity exceeds 75 becquerels of parent radioactive chemical element per gram of substance.
- (2) 作為放射源保管人的教師應負責督導校內放射性物質之使用。該教師應持有認可的學位，並符合以下任何一項條件：
The source custodian shall be responsible for the use of radioactive substances within the school. He/She should have a recognised degree and satisfy either one of the following conditions :
- (i) 主修物理
Physics major
 - (ii) 擁有最少兩年教授高中物理的經驗(中四至中六)
At least two years teaching experience in higher form Physics (Secondary 4-6)
 - (iii) 持有輻射管理局認可之輻射防護證書
Certificate on radiation protection recognised by the Radiation Board
- (3) 存放於學校實驗室之密封放射源的數量及放射性活度，應維持在實際所需的最低水平。在任何情況下，實驗室所存放的放射源種類、數量及放射性活度不得超出下表所列的豁免上限：
The quantity and the activity of the sealed sources in a school laboratory should be kept at the minimum practicable levels and shall in all cases be no greater than the following exemption limit.

密封放射源 Sealed sources	數量 Quantity
鏷-241、鈷-60、鐳-226、銣-90 Americium-241, Cobalt-60, Radium-226, Strontium-90	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 每類不超過兩個放射源 No more than two sources of each type ◆ 每個放射源的放射性活度不超過200kBq No more than 200kBq for each source
放射強度少於750Bq而用於擴散雲室的不溶性鐳-226放射源 Insoluble radium-226 source of activity less than 750Bq to be used with diffusion cloud chamber	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 不超過10個放射源 No more than 10 sources ◆ 10個放射源的總放射性活度不超過7.5kBq No more than 7.5kBq in 10 sources

學校可參考教育局的科學實驗室安全手冊(2013)。

Schools may refer to the Handbook on Safety in Science Laboratory (2013) issued by the Education Bureau for reference.

- (4) 該儀器可以是一個能夠量度 β 及 γ 輻射的便攜式監察器，例如一個包括一支薄端窗之蓋革-彌勒管的系統。惟用於擴散雲室而放射性活度少於750Bq的鐳-226放射源，則無需監察器。
The instrument may be a portable monitoring instrument capable of measuring beta and gamma radiation, for example, a system with a Geiger-Muller thin end window tube. However, for radium-226 source of activity less than 750Bq to be used with diffusion cloud chamber, monitoring instrument is not required.
- (5) 填妥表格後，請交回香港西灣河太康街28號西灣河健康中心3樓衛生署放射衛生部輻射管理局秘書。
On completion, the form should be sent to the Secretary of the Radiation Board, Radiation Health Unit, Department of Health, 3/F., Sai Wan Ho Health Centre, 28 Tai Hong Street, Sai Wan Ho, Hong Kong.

*請將不適用者刪去 *Delete as appropriate