

113年第一次專門職業及技術人員高等考試醫師牙醫師中醫師藥師考試分階段考試、醫事檢驗師、醫事放射師、物理治療師考試

代 號：2309

類科名稱：醫事放射師

科目名稱：醫學物理學與輻射安全

考試時間：1小時

座號：_____

※注意：本試題可以使用電子計算器

※本試題為單一選擇題，請選出一個正確或最適當答案。

1. ^{14}C 的半衰期為5700年，其衰變常數 (decay constant) 為多少 year^{-1} ?

A. 1.21×10^{-4}

B. 3.95×10^3

C. 8.65

D. 1.75×10^{-4}

2. 關於序列型放射性衰變 (serial radioactive decay) 的敘述，下列何者錯誤?

A. 當母核種的半衰期遠大於子核種的半衰期，可達到長期平衡 (secular equilibrium)

B. 當母核種的半衰期微幅大於子核種的半衰期，可達到暫時平衡 (transient equilibrium)

C. 當母核種的半衰期小於子核種的半衰期，將無法達到平衡狀態

D. 當母核種的半衰期為子核種半衰期的一半時，可達到暫時平衡

3. A_1 核種與 A_2 核種的半衰期分別為8.05及14.3天，其初始活度分別為 A_{10} 與 A_{20} ，已知經過24.4天後兩核種活度相等，則其初始活度比 (A_{10}/A_{20}) 約為多少?

A. 1.5

B. 2.5

C. 15

D. 25

4. ^{226}Ra 行 α 衰變時，釋出的總能量 (ΔQ) 為多少MeV? 【 ^{226}Ra 原子質量：226.0254 amu、 ^{222}Rn 原子質量：222.0175 amu、 α 粒子質量：4.0026 amu】

A. 4.010

B. 4.936

C. 5.492

D. 5.635

5. 關於內轉換的敘述，下列那些正確? ①有內轉換電子釋出 ②原子處於激發態會發生 ③可能產生特性輻射

A. 僅①③

- B. 僅②③
- C. 僅①②
- D. ①②③
6. 當電子能量為1~10 MeV，其與介質作用之敘述，下列何者正確？
- A. 碰撞阻擋本領隨介質原子序上升而上升
- B. 碰撞阻擋本領不隨介質原子序變化
- C. 輻射阻擋本領隨介質原子序上升而上升
- D. 輻射阻擋本領不隨介質原子序變化
7. 關於康普吞散射的敘述，下列何者錯誤？
- A. 康普吞散射最可能發生於外層軌道電子
- B. 當光子能量由1 MeV增加至2 MeV時，康普吞散射發生機率會減少
- C. 當作用物質的原子序增加，康普吞散射會成比例增加
- D. 當作用物質的電子密度增加，康普吞散射會成比例增加
8. 進行X光攝影，距離X光管1公尺與3公尺處之輻射曝露比值為何？
- A. 1 : 3
- B. 3 : 1
- C. 4 : 1
- D. 9 : 1
9. 關於放射診斷X光的敘述，下列何者正確？
- A. 在診斷用的X光能量範圍，熱會隨著 kVp增加而增加
- B. 大約1%發射電子的動能用來產生熱
- C. X光管電流提高，熱的產生會減少
- D. 大部分發射電子的動能會與靶原子核產生熱能
10. 操作條件為100 kVp、10 mAs之鎢靶X光管，下列敘述何者錯誤？
- A. 其輸出能譜包括制動輻射及特性輻射
- B. 制動輻射能量是屬連續式能譜
- C. 其輸出能譜包括50 keV的特性輻射
- D. 制動輻射的產量多於特性輻射
11. 一游離腔之腔壁材料為鋁，腔中空氣的體積 10 cm^3 ，空氣對腔壁的質量阻擋本領比為 0.77。今將游離腔置入光子輻射場中，測得 10^8 個離子對 (ion pairs)，依Bragg-Gray原理，則腔壁吸收劑量約為多少mGy？

【已知空氣的 $W=33.97 \text{ eV/ip}$ ， $\rho=0.001293 \text{ g/cm}^3$ 】

- A. 0.032
- B. 0.055
- C. 0.042
- D. 0.069

12. 關於AAPM TG-51議定書所使用的光子射質轉換因子 k_Q ，下列敘述何者正確？

- A. 用於將 ^{60}Co 射束的空氣克馬校正因子轉換成射質為Q之射束的水吸收劑量校正因子
- B. 加速器能量的 k_Q 值必須經由量測射束品質指標 $\text{TPR}_{20,10}$ 得到
- C. 若用於量測 ^{60}Co 射束的水吸收劑量， k_Q 值為1
- D. 對於相同的加速器輸出能量，不同游離腔的 k_Q 值都相同

13. 絕對游離腔 (absolute ionization chamber) 腔壁厚度與電子在其內的射程之大小關係為何？

- A. 腔壁厚度大於電子射程
- B. 腔壁厚度等於電子射程
- C. 腔壁厚度小於電子射程
- D. 無限制

14. 10 MeV的單能光子照射軟組織，其平均能量轉移及平均能量吸收分別為7.32 MeV及7.07 MeV，試算其制動輻射分率約為多少？

- A. 6.84%
- B. 0.684%
- C. 3.42%
- D. 0.342%

15. 能量通量率 (energy fluence rate) 之定義為：

- A. 光子數 / 面積
- B. 能量 / 面積
- C. 光子數 / (面積×時間)
- D. 能量 / (面積×時間)

16. 若CT成像系統每公分所能呈現的最高線對數為10 lp/cm，其空間解析度為多少mm？

- A. 0.5
- B. 0.25
- C. 0.1

D.0.05

17. 關於放射攝影軟片洗片的敘述，下列何者錯誤？

- A. 潛像之所以無法用肉眼看見，是因為僅有少數的銀金屬顆粒形成
- B. 洗片處理順序為顯影、定影、沖洗與乾燥
- C. 定影步驟是為了將潛像轉變為可見之影像，可增加銀金屬數量
- D. 相較於過多或過少顯影，適度顯影能讓最終影像有最大對比度

18. 下列何者常規醫學影像系統的空間解析度最佳？

- A. 電腦斷層攝影
- B. 透視攝影
- C. 數位X光攝影
- D. 乳房攝影

19. 利用線擴散函數 (line spread function) 評估下列造影儀之影像品質，何者半高全寬 (FWHM) 最小？

- A. 電腦放射攝影術 (CR)
- B. 非結晶矽 (a-Si) DR
- C. 電荷耦合元件 (CCD) DR
- D. 非結晶硒 (a-Se) DR

20. 有一電腦斷層攝影影像系統的動態範圍為12位元 (bits)，此系統能呈現多少個灰階程度？

- A. 12
- B. 256
- C. 1024
- D. 4096

21. TBI放射治療中，使用補償器的目的是為了讓劑量沿體軸均勻性至少達到多少%？

- A. ± 15
- B. ± 20
- C. ± 5
- D. ± 10

22. 在全身照射 (TBI) 放射治療中，beam spoiler的作用為何？

- A. 增加皮膚劑量
- B. 減少皮膚劑量
- C. 增加骨髓劑量

- D.減少骨髓劑量
- 23.在3DCRT中，從那個視角最易觀察擋塊（block）是否順形？
- A.sagittal view
 - B.coronal view
 - C.transverse view
 - D.beam' s eye view
- 24.有關放射治療高能光子射束，造成表面劑量（surface dose）的主要來源，為下列何者？
- A.加速器機頭元件的散射電子劑量及所照射物質的回散射劑量
 - B.加速器機頭元件的散射電子劑量及所照射物質的側散射劑量
 - C.所照射物質的主射束劑量及側散射劑量
 - D.加速器機頭元件的散射光子劑量
- 25.對於一腫瘤直徑為1.5公分的立體定位放射手術，下列何種輻射偵檢器最適用於量測射束品質及劑量？
- A.空腔體積為0.6 c.c.的Farmer游離腔
 - B.空腔體積為0.125 c.c.的圓柱型游離腔
 - C.空腔體積為0.015 c.c.的針點型（pinpoint）游離腔
 - D.空腔體積為0.05 c.c.的平行板（parallel-plate）游離腔
- 26.若閃爍晶體具相同幾何大小，下列4種晶體偵測511 keV互毀光子之效率表現，由低至高排列為何？①BGO
②BaF₂ ③GSO ④NaI
- A.①③②④
 - B.②③①④
 - C.③④②①
 - D.④②③①
- 27.下列何者不是經由迴旋加速器產生的？
- A.²⁰¹Tl
 - B.¹¹¹In
 - C.⁶⁷Ga
 - D.¹²⁵I
- 28.下列何者的放射蛻變模式，不會產生電子捕獲現象？
- A.¹¹C
 - B.¹³N

C. ^{68}Ga

D. ^{82}Rb

29. 下列何種檢查適用於張氏方法 (Chang method) 之均勻衰減修正 (uniform attenuation correction) 影像結果?

A. 骨盆

B. 腦部

C. 肺部

D. 心臟

30. 迴旋加速器加速下列何種物質來撞擊靶核?

A. neutron

B. proton

C. X-ray

D. ^{18}F

31. 超音波在軟組織中的傳遞，造成衰減最主要的作用為何?

A. 散射 (scattering)

B. 反射 (reflection)

C. 折射 (refraction)

D. 吸收 (absorption)

32. 超音波影像中，持續性 (persistence) 影像處理是透過連續畫面的平均，其無法改善下列何者?

A. 訊號雜訊比 (signal-to-noise ratio)

B. 時間解析度 (temporal resolution)

C. 影像均勻性 (uniformity)

D. 對比解析度 (contrast resolution)

33. 儲存一張矩陣大小為 512×512 的彩色都卜勒超音波全彩影像，且影像亮度範圍為 256 階，則需多少位元組 (bytes) ?

A. 262,144

B. 786,432

C. 2,097,152

D. 6,291,456

34. 在超音波成像中，音波的傳遞速度與下列那些參數相關? ①音波頻率 ②音波波長 ③組織硬度 ④組織密度

A. ①②③④

B. 僅①②

C. 僅①③④

D. 僅③④

35. 超音波探頭的組件中，何者可降低音波傳導的聲阻抗？

A. 阻尼材料 (damping material)

B. 匹配層 (matching layer)

C. 背襯層 (backing layer)

D. 壓電材質 (piezoelectric element)

36. 當使用TR=2000 ms, TE=10 ms 造影時，影像中白質 (white matter) 的訊號強度約為腦脊髓液 (CSF) 的幾倍？【腦脊髓液：T1=2000 ms / T2=200 ms；白質：T1=500 ms / T2=100 ms；假設兩組織的自旋密度 (spin density) 相同】

A. 1

B. 0.5

C. 1.5

D. 2

37. 決定MRI影像相位編碼的梯度磁場 (phase encoding gradient)，在何時開啟？

A. 回波 (echo) 出現時

B. 發射射頻電磁波 (RF pulse) 時

C. 發射射頻電磁波 (RF pulse) 後與接收回波 (echo) 前

D. 任何時段皆可開啟

38. 磁振造影中，使用長TR、短TE可得到質子密度加權影像 (proton density-weighted image)，最主要理由為何？

A. 使用長TR，磁化矩 (magnetization) 才能有效的回復到平衡狀態，此時訊號最小

B. 使用短TE，訊號衰減少，此時影像訊雜比 (signal-to-noise ratio) 最差

C. 使用長TR可減少T2-加權，同時使用短TE可減少T1-加權

D. 使用長TR可減少T1-加權，同時使用短TE可減少T2-加權

39. 與傳統的擴散張量造影 (diffusion tensor imaging, DTI) 比較，高角度解析度擴散造影 (high angular resolution diffusion imaging, HARDI) 技術具有之特色，下列何者錯誤？

A. 最大擴散梯度磁場 (diffusion gradient) 強度較大

B. 擴散編碼 (diffusion-encoding) 方向與數目較多

- C. 最大擴散綜合衰減因子 (diffusion sensitivity or b-value) 較大
- D. 影像解析度 (resolution) 較好
40. 擴散磁共振造影 (diffusion MRI, dMRI) 中，為確保影像中的訊號下降能反應出組織的擴散現象，而非其它因素造成失相 (dephasing)，常另外取一組B0或null的影像來校正，如何校正？
- A. dMRI + null
- B. dMRI - null
- C. dMRI × null
- D. dMRI / null
41. 下列何者為輻射防護目的，用於以各組織或器官等價劑量 $H_{T,R}$ 計算有效劑量之修正因數？
- A. 輻射加權因數
- B. 射質因數
- C. 組織加權因數
- D. 轉移因數
42. 等價劑量 (equivalent dose, $H_{T,R}$) 的定義為下列何者？
- A. 組織加權因數與吸收劑量之積
- B. 組織加權因數與吸收劑量之和
- C. 輻射加權因數與吸收劑量之積
- D. 輻射加權因數與吸收劑量之和
43. 在布拉格-戈雷原理中 (Bragg-Gray principle)，介質與空氣的吸收劑量比值等於介質與空氣的何種參數之比值？
- A. 電子的質量阻擋本領 (mass stopping power)
- B. 光子的質量能量吸收係數 (mass energy absorbed coefficient)
- C. 電子的限制阻擋本領 (restricted stopping power)
- D. 光子的能量吸收係數 (energy absorbed coefficient)
44. ^{14}C 之半化期為5730年，其比活度約為多少貝克/克？
- A. 1.7×10^{11}
- B. 3.1×10^{12}
- C. 4.5×10^{12}
- D. 1.3×10^{13}
45. 下列那一型態的輻射，較不適合使用生物檢體的生化分析，以評估體內劑量？

- A. α 射線
- B. β 射線
- C. 高能量 γ 射線
- D. 低能量 γ 射線
46. 下列何者可採呼氣的氣體樣本分析？
- A. ^{90}Sr
- B. ^{131}I
- C. ^{226}Ra
- D. ^{210}Po
47. 下列作法中，放射師在何者情況下的體外曝露劑量最高？
- A. 要將工作曝露時間減少為原來的1/2
- B. 增加2個半值層（HVL）厚度的屏蔽厚度
- C. 再等射源活度經過2個半衰期（half-life）衰變後
- D. 放射師至射源的距離增為2倍
48. 員工於5 mSv/h核電廢料場的均勻輻射場工作，假設要求每天的總劑量不能高於0.5 mSv，則此人每日在輻射場中工作時間最低不得高於多少分鐘？
- A. 3分鐘
- B. 6分鐘
- C. 10分鐘
- D. 12分鐘
49. 核醫科 ^{131}I 治療室之放射性樣本測得4000計數及背景值測得500計數（都是10分鐘），則淨計數率（cpm）的標準差為何？
- A. 2.12
- B. 6.71
- C. 18.7
- D. 40.9
50. 下列何者不屬於環境輻射的來源？
- A. 一般放射診斷影像
- B. 天然放射性核種
- C. 核能工業

D. 宇宙射線

51. 輻射與熱發光劑量計 (TLD) 作用時，基態的電子將會發生下列何種作用？

A. 激發

B. 游離

C. 自旋

D. 磁化

52. 某蓋革計數器量測背景值5次，得100、120、130、110、125 計數值，則其平均值±標準差為何？

A. 117 ± 5.8

B. 117 ± 4.8

C. 117 ± 2.4

D. 117 ± 3.6

53. 下列那種偵檢器最怕輻射傷害？

A. 半導體偵檢器

B. 蓋革計數器

C. 熱卡計

D. 液態閃爍偵檢器

54. 關於化學劑量計，下列敘述何者正確？

A. 溶液主要是硫酸鐵

B. 所謂的G值為每損失1 eV所產生的分子數

C. 靈敏度差，適用於高劑量場所

D. 使用標準游離腔量測鐵離子濃度的改變

55. 充氣式偵檢器中所產生的脈衝信號皆具相同的高度，且僅能計數輻射量，無法用於鑑別輻射的能量，此區域為下列何者？

A. 限制比例區

B. 比例區

C. 連續放電區

D. 蓋革區

56. 充氣式偵檢器隨著工作電壓的上升，將出現下列那些情形？①電子和正離子復合的機率會減少 ②輻射敏感性隨之上升 ③氣體放大因子隨之下降 ④需填充電子親和力低的氣體

A. ①②③④

B. 僅①②④

C. 僅①③④

D. 僅②③

57. 一單能射束經過6 cm厚的材料，其強度衰減掉75%，則其什一值層（TVL）約為多少 cm？

A. 8

B. 9

C. 10

D. 11

58. 銅對0.4 MeV加馬射線與原子的作用截面為9.91邦（barn），則銅於此能量時的線性衰減係數約為多少 cm^{-1} ？

（銅的原子質量atomic weight = 63.57 amu、密度為 8.96 g/cm^3 ）

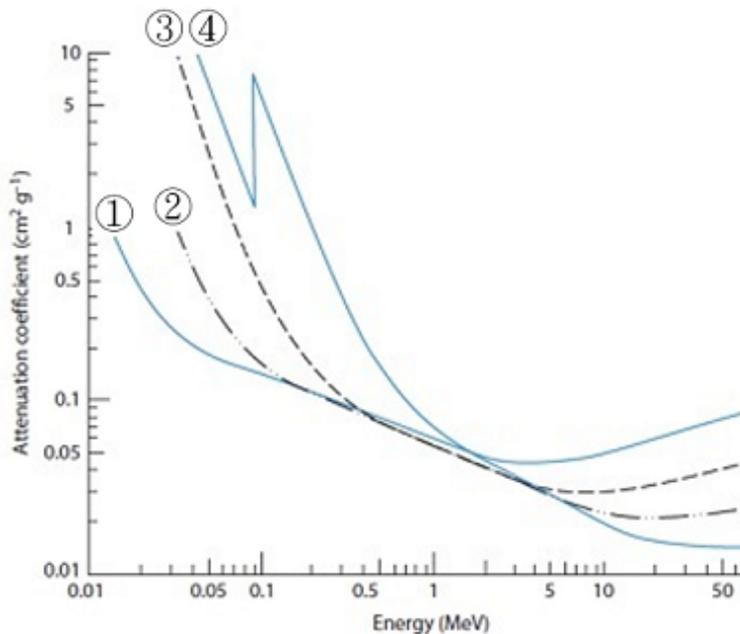
A. 0.652

B. 0.763

C. 0.841

D. 0.911

59. 下圖有4種屏蔽材料，依據光子能量為50 keV時的屏蔽效果由優至劣排序為何？



A. ①②③④

B. ②③④①

C. ③④②①

D. ④③②①

60. 設計高能電子加速器設施的輻射屏蔽時，下列敘述何者錯誤？

A. 避免原始電子射束撞擊屏蔽牆

- B. 電子加速器沒有物質活化的問題
- C. 必須評估二次中子的影響
- D. 混凝土是很好的設施主屏蔽材質
61. 某一輻射場具有高強度中子與加馬射線，考慮使用同一種材料來屏蔽這二種輻射，下列何者是較佳的選擇？
- A. 鉛
- B. 鐵
- C. 混凝土
- D. 聚乙烯
62. 已知鉛對70 keV X光的質量衰減係數 (mass attenuation coefficient) 為 $2.9 \text{ cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ ，若要將此X光強度降至原始入射值的10%，至少需要多少cm的鉛屏蔽？（鉛的密度為 $11.35 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ）
- A. 0.01
- B. 0.05
- C. 0.07
- D. 0.12
63. 氧氣增強比例（OER）與直線能量轉移（LET）的關係為何？
- A. OER隨LET增加而增加且無上限值
- B. OER隨LET增加而降低且無下限值
- C. OER隨LET增加而增加，當LET在 $200 \text{ keV}/\mu\text{m}$ 以上時達最大值
- D. OER隨LET增加而降低，當LET在 $200 \text{ keV}/\mu\text{m}$ 以上時達最小值
64. 100個成年人意外遭受 $3.5\sim 4 \text{ Gy}$ 全身急性曝露，在無任何醫療照護情形下，約有多少人會在2個月內死亡？
- A. 25
- B. 50
- C. 75
- D. 100
65. 關於中子射線與X-ray生物特性的比較，下列敘述何者錯誤？
- A. 中子射線的氧氣增強比例（OER）比X-ray的OER大
- B. 中子射線的潛在致死傷害修復（PLDR）比X-ray的PLDR小
- C. 中子射線對細胞週期敏感度的差異比X-ray的小
- D. 中子射線的次致死傷害修復（SLDR）比X-ray的SLDR小
66. 下列何種血球數目在人體接受致死劑量（ $> 8 \text{ Gy}$ ）的輻射曝露後下降得最快？

- A. 淋巴球
- B. 嗜中性白血球
- C. 血小板
- D. 紅血球

67. 細胞存活曲線用來描述輻射劑量與細胞存活分率的關係，此方法最適合用來偵測何種細胞死亡方式？

- A. 細胞凋亡 (apoptosis)
- B. 細胞壞死 (necrosis)
- C. 有絲分裂死亡 (mitotic death)
- D. 細胞自噬 (autophagy)

68. 下列游離輻射依其直線能量轉移 (LET) 數值由大至小排列順序為何？①14 MeV中子 ②250 kVp X光
③2.5 MeV α 粒子 ④10 MeV質子

- A. ③①④②
- B. ③④①②
- C. ④①③②
- D. ①④③②

69. 在核災剛發生時，附近居民可藉由吞食穩定碘片降低接受劑量的原因為何？

- A. 碘密度大，可屏蔽光子劑量
- B. 碘對中子吸收截面大，可吸收熱中子
- C. 穩定碘可解除核輻射的毒性
- D. 穩定碘先佔據體內碘受體，降低對放射碘的吸收

70. 某輻射防護人員進行實驗場所擦拭試驗時，須以試紙擦拭多少平方公分後進行量測？

- A. 50
- B. 100
- C. 150
- D. 200

71. 根據布拉格—戈雷 (Bragg-Gray) 原理，在一個被固體吸收介質圍繞著的小空腔內，氣體所產生的游離量，
正比於固體的何項因子？

- A. 原子序
- B. 平均密度
- C. 吸收能量
- D. 質量大小

72. 中子的屏蔽常使用鉛、石蠟及鎘等物質或金屬，其較合適作為中子的屏蔽設計的排列順序為何？①石蠟 ②鉛 ③鎘
- A. ①②③
B. ③①②
C. ②①③
D. ①③②
73. 臨床一般診斷用X光攝影，其電壓很少超過150 kVp，最主要的理由為何？
- A. 電壓太高，X光機設計困難
B. 電壓太高，病患所受輻射劑量太大
C. 電壓太高，對病患的危險性增加很多
D. 不容易辨別人體中不同的組織
74. 依輻射醫療曝露品質保證組織與專業人員設置及委託相關機構管理辦法，某醫院設置3部醫用直線加速器、2部電腦斷層治療機、1部加馬刀，該醫院至少應配置幾位醫療曝露品質保證專業人員？
- A. 3
B. 6
C. 9
D. 12
75. 依游離輻射防護管制收費標準，某醫院因行政區域調整而門牌改變，造成可發生游離輻射設備使用許可證登載事項變更，該院申請使用許可證換發，應繳納費用為何？
- A. 僅證照費
B. 僅審查費
C. 證照費及審查費
D. 免繳納費用
76. 依輻射防護服務相關業務管理辦法，關於從事放射性物質或可發生游離輻射設備銷售服務業務者的規定，下列敘述何者正確？
- A. 應設置之專職人員異動時，應於異動之日起三十日內填具申請書及檢附有關資料，向主管機關申報
B. 應設置之專職人員離職，無其他適當人選，得報經主管機關核准後，由從事輻射防護偵測業務者報備之輻射防護人員兼任，以二年為限
C. 應於每年一月及七月底前製作前半年之放射性物質或可發生游離輻射設備與X光管之銷售及庫存統計報表，並應保存一年
D. 永久停止認可業務時，應於停止業務後六十日內，向主管機關繳銷認可證
77. 某醫院申請從國外進口一顆活度為50兆貝克（TBq）的⁶⁰Co密封射源，依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，下列敘述那些正確？①該射源屬於第一類密封放射性物質 ②醫院應於該射源港埠啟運作業七日前，將相關文件通知主管機關 ③該射源抵達目的港埠時，應即由該醫院或其指定人員辦理提貨，非經主管機關許可，不得於港埠倉庫貯存

A. 僅①②

B. 僅②③

C. 僅①③

D. ①②③

78. 雇主應對輻射工作人員實施個別劑量監測，但經評估輻射作業對輻射工作人員一年之曝露不可能超過劑量限度之一定比例者，得以作業環境監測或個別劑量抽樣監測代之。依游離輻射防護法及其施行細則，關於劑量限度之一定比例之規定，下列敘述何者正確？

A. 劑量限度之一定比例，為劑量限度之二分之一

B. 其有效劑量為十毫西弗

C. 其眼球水晶體之等價劑量為七十毫西弗

D. 其皮膚或四肢之等價劑量為一百五十毫西弗

79. 在游離輻射防護安全標準中，下列那一項參數可用於計算工作人員的約定有效劑量？

A. 推定空氣濃度

B. 空氣中放射性物質排放濃度

C. 水中放射性物質排放濃度

D. 污水下水道放射性物質排放濃度

80. 下列何者不是醫療曝露品質保證計畫應載明之事項？

A. 應實施之校驗項目

B. 校驗項目之實施頻次及結果或誤差容許值

C. 操作程序書

D. 委託期限