核能安全委員會
113 年度第 1 次「輻射安全證書」測驗試題
游離輻射防護專業

一、單選題：(每題 2 分，共 100 分，答錯不倒扣)

1. ^{60}Co 的原子數目為 10^{15} 個，則其活度應為多少 MBq？ (^{60}Co 的蛻變常數為 0.131 y^{-1})
(1) 0.131 (2) 0.693 (3) 4.2 (4) 22.3

[解：]

(3)

$$A = \lambda \times N = \frac{0.131 \text{ y}^{-1} \times 10^{15}}{86400 \times 365 \text{ s/y}} = 4.2 \times 10^6 \text{ Bq} = 4.2 \text{ MBq}$$

2. 10 MeV 的光子與物質產生作用，下列何者的作用機率最大？
(1) 光電效應 (2) 康普吞散射 (3) 成對發生 (4) 合調散射

[解：]

(3)

3. 某工作人員距某點射源 1 公尺處工作 1 小時接受了 8 mSv 的劑量，則若其在距此射源 2 公尺處工作 3 小時，所接受之劑量為多少 mSv？

(1) 2 (2) 4 (3) 6 (4) 8

[解：]

(3)

$$D = \frac{\Gamma A}{r^2} \times t \propto \frac{t}{r^2}; t \text{ 增為 3 倍, 距離增為 2 倍, 劑量變為 } \frac{3}{4} \text{ 倍; 故, } D = 8 \times \frac{3}{4} =$$

6 (mSv)

4. 有某一放射性核種被吸入人體內，已知其物理半化期為 8 天，生物半化期為 32 天，試問其有效半化期為多少天？ (1) 3.6 (2) 6.4 (3) 8.2 (4) 13.4

[解：]

(2)

$(1/T_p) + (1/T_b) = 1/T_{\text{eff}}$ ；其中 T_p 為物理半化期， T_b 為生物半化期， T_{eff} 為有效半化期，依題意 $(1/8) + (1/32) = 1/T_{\text{eff}}$ ，求得 $T_{\text{eff}} = 32/5 = 6.4$ (天)。

5. 若單次不慎飲入氫水，氫水的生物半化期為 10 天，試估計由正常過程把 95% 的飲入氫活度排出體外大約需要多少天？ (1) 22 (2) 43 (3) 51 (4) 62

[解：]

(2)

氫的物理半化期為 12.3 年，故有效半化期約等於生物半化期

$$0.05 = e^{-(0.693/10 \text{ 天}) \times T \text{ 天}}, \text{ 兩邊取 } \ln, 3 = 0.0693 \times T, T = 43.3 \text{ 天}$$

6. 若以老鼠死亡做為輻射生物效應研究終點，250 kVp 的 X 光需要 4 Gy，10 MeV 的中子需要 2 Gy，請計算中子的相對生物效應(relative biological effectiveness, RBE)？

- (1) 0.5 (2) 1 (3) 2 (4) 4

[解：]

(3)

$$RBE = \frac{D_{250}}{D_r} = 4/2 = 2$$

7. 對於中子的敘述，下列何者錯誤？

- (1) 中子不帶電 (2) 中子能量越高，則吸收反應截面越小
(3) ^{10}B 捕獲中子而誘發核反應 (4) 熱中子較快中子能量高

[解：]

(4)

8. 使用厚度 1 mm 的材料，阻擋能量 50 keV 光子射束，以下何種材質的阻擋能力最佳？

- (1) 水 (2) 鋁 (3) 水泥 (4) 鉛

[解：]

(4)

9. 能量 5 MeV 光子在原子核附近產生成對效應，所產生之電子-正子對的總動能為何？

- (1) 0.511 MeV (2) 1.022 MeV (3) 4.499 MeV (4) 3.978 MeV

[解：]

(4)

$$5 - 1.022 = 3.978 \text{ MeV}$$

10. 依據 ICRP 60 報告，下列何種器官的組織加權因數 (tissue weighting factor) 最高？

- (1) 性腺 (2) 皮膚 (3) 甲狀腺 (4) 肝

[解：]

(1)

11. 10 MeV 的電子射束撞擊下列哪一種金屬靶，產生的制動輻射(Bremsstrahlung)量最多？

- (1) 鋁 (2) 銅 (3) 鐵 (4) 鎢

[解：]

(4) 原子序愈高，產生的制動輻射量愈多

12. 對於 α 、 γ 射線與質子(P)輻射，若所造成的吸收劑量相等，則等價劑量大小關係為：

- (1) $\alpha > \gamma = P$ (2) $\alpha > P > \gamma$ (3) $\gamma = P > \alpha$ (4) $\alpha > \gamma > P$

[解：]

(2)

13. 鐳(Ra)-226 的比活度約為：

- (1) 1 貝克/毫克 (2) 1 貝克/克 (3) 3.7×10^{10} 貝克/毫克 (4) 3.7×10^{10} 貝克/克

[解：]

(4)

14. 在人員劑量佩章中，有關氟化鋰熱發光劑量計加熱計讀時，會產生輝光曲線(glow curve)，請問此曲線下的面積可用來評估什麼？

- (1) 輻射的種類有多少種 (2) 入射輻射的中子能量大小
(3) 輻射劑量大小 (4) 以上皆是

[解：]

(3)

15. 下列哪一種偵檢器最不適合用於量測輻射能譜？

- (1) 蓋革偵檢器 (2) 比例計數器 (3) 碘化鈉偵檢器 (4) 高純鍺偵檢器

[解：]

(1)

16. X 光機的管電壓愈大，則產生的 X 光將會：

- (1) 頻率愈高 (2) 速度愈快 (3) 波長愈長 (4) 強度愈小

[解：]

(1)

17. 法定人員輻射劑量計並不包括下列何種？

- (1) 熱發光劑量計 (2) 光激發光劑量計 (3) 膠片劑量計 (4) 蓋革偵檢器

[解：]

(4)

18. 若某人的乳腺($W_T = 0.05$)和肺部($W_T = 0.12$)分別接受 6 mSv 及 5 mSv 的等價劑量，其餘器官未受曝露，則此人共接受多少有效劑量？

- (1) 0.9 mSv (2) 1.2 mSv (3) 11 mGy (4) 30 mSv

[解：]

(1)

$$E = \sum H_T W_T = 6 \times 0.05 + 5 \times 0.12 = 0.9 \text{ mSv}$$

19. 下列何種偵檢器最適用於度量低能量 β 射源 (例如 ^3H) ？

- (1) 液態閃爍偵檢器 (2) 碘化鈉 (NaI) 偵檢器 (3) 比例計數器 (4) 高純鍺偵檢器

[解：]

(1)

20. 比例計數器常用之 P-10 氣體之組成為？

- (1) 90% 甲烷(CH₄)+10% 氬氣(Ar) (2) 90% 空氣(Air)+10% 氬氣(Ar)
(3) 90% 氬氣(Ar)+10% 二氧化碳(CO₂) (4) 90% 氬氣(Ar)+10% 甲烷(CH₄)

[解：]

(4)

21. 某物體重 40 g，接受了 0.16 焦耳的輻射能量，則其吸收劑量為多少 Gy？

- (1) 0.04 (2) 0.4 (3) 4 (4) 40

[解：]

(3)

$$0.16/0.04 = 4 \text{ J/kg}$$

22. 空氣經 X 光輻射照射後之曝露為 $1.3 \times 10^{-5} \text{ C/kg}$ ，相當於多少毫戈雷的空氣吸收劑量？

(空氣的 W 值為 33.85 eV/離子對)

- (1) 0.13 (2) 0.35 (3) 0.44 (4) 0.74

[解：]

(3)

$$1.3 \times 10^{-5} [\text{C/kg}] \times 33.85 [\text{J/C}] = 4.4 \times 10^{-4} [\text{J/kg}] = 0.44 [\text{mGy}]$$

23. 下列哪一種偵檢器的能量解析度最佳？

- (1) 蓋革偵檢器 (2) 比例計數器 (3) 碘化鈉偵檢器 (4) 高純鍺偵檢器

[解：]

(4)

24. 蓋革計數器因其具有無感時間(dead time)的特性所影響，故較不適用於度量何種輻射場？

- (1) 低劑量率 (2) 高劑量率 (3) 高低劑量率皆適用 (4) 高低劑量率皆不適用

[解：]

(2)

25. 下列輻射中 α 、 β 、 γ 、質子及中子，屬於直接游離輻射的共幾種？

- (1) 4 (2) 3 (3) 2 (4) 1

[解：]

(2)

α 、 β 、質子

26. 造成體內輻射曝露的原因是放射性核種侵入體內，其侵入途徑主要有三種，請問下列何項組合正確？

- (1) 呼吸、說話、傷口 (2) 耳朵、尿道、血管

- (3) 攝入、呼吸、傷口 (4) 焦慮、失眠、感冒

[解：]

(3)

27. 以 Cs-137 之 662 keV 的 γ 輻射照射肌肉，若肌肉組織(密度=1 g/cm³)的質量衰減係數是 0.073 cm²/g，則該 γ 光子在肌肉中的平均自由行程為多少 cm？

- (1) 13.7 (2) 15.5 (3) 16.3 (4) 17.0

[解：]

(1)

$$\mu_{\rho} = \frac{\mu}{\rho} = \frac{\mu}{1} = 0.073 \quad , \quad \mu = 0.073 \quad (\text{cm}^{-1}) \quad ,$$

$$\text{平均自由行程} = \frac{1}{0.073} = 13.7 \quad (\text{cm})$$

28. 下列有關確定效應的敘述何者為真？

- (1) 發生機率與劑量成正比，其嚴重程度與劑量無關
(2) 嚴重程度隨著超過閾值的劑量增加而增加
(3) 嚴重程度與個人每年接受的等價劑量無關
(4) 發生機率與劑量的大小無關

[解：]

(2) 此生物效應的嚴重程度隨著超過閾值的劑量增加而增加。

29. 下列有關原子能階變化，何者敘述正確？

- (1) 同樣原子的 K α 射線的波長比 L α 射線長 (2) 特性 X 射線不是從原子核放出
(3) 特性 X 射線的能量為連續性 (4) K 層為原子軌道最外殼層

[解：]

(2)

30. 下列何種物質與快中子作用進行彈性碰撞時所損失能量最大？

- (1) 鉛 (2) 銅 (3) 氫 (4) 鐵

[解：]

(3)

31. 診斷用 X 光機加濾片的主要目的為：

- (1) 減少高能量光子 (2) 濾掉低能量光子 (3) 減少滲漏輻射 (4) 增加照野面積

[解：]

(2)

32. 輻射屏蔽半值層(HVL)的厚度是什一值層(TVL)厚度的多少倍？

- (1) 0.1 (2) 0.3 (3) 3.3 (4) 5

[解：]

(2)

$$\left(\frac{1}{2}\right)^n = \frac{1}{10}$$

$$n \cong 3.3$$

$$\frac{1}{n} \cong 0.3$$

33. 下列各名詞中，何者與半導體偵檢器最相關？

- (1)飽和區 (2)空乏區域 (3)輝光曲線 (4) G 值

[解：]

(2)

34. ^{15}O ($Z=8$)進行 β^+ 衰變後之子核為何？ (1) ^{14}C (2) ^{15}C (3) ^{15}N (4) ^{14}N

[解：]

(3)

35. $^{238}_{92}\text{U}$ 原子內有多少個電子？ (1) 238 (2) 92 (3) 331 (4) 145

[解：]

(2)

36. 以標準方法量測100 keV的光子穿透鋁片的半值層(HVL)，發現用6毫米厚的鋁片，僅有25%的光子能穿透，則鋁的半值層為：

- (1) 1 毫米 (2) 1.5 毫米 (3) 2 毫米 (4) 3 毫米

[解：]

(4)

6 毫米厚的鋁片僅有 25%的光子能穿透，即 $2 \text{ HVL} = 6 \text{ 毫米}$ ，

$1 \text{ HVL} = 3 \text{ 毫米}$

37. 下列何者為曝露率常數所使用之單位？

- (1) $\text{R Ci m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ (2) $\text{Ci m}^2 \text{ R}^{-1} \text{ h}^{-1}$ (3) $\text{h m}^2 \text{ Ci}^{-1} \text{ R}^{-1}$ (4) $\text{R m}^2 \text{ Ci}^{-1} \text{ h}^{-1}$

[解：]

(4)

38. 硫酸亞鐵溶液或稱為弗立克劑量計(Fricke dosimeter)，是利用下列何項作為輻射偵測的原理？ (1)激發 (2)化學變化 (3)核反應 (4)熱量變化

[解：]

(2)

39. 0.2 倫琴相當於：

(1) $5.16 \times 10^{-5} \text{ C/kg}$ (2) $2.58 \times 10^{-5} \text{ C/kg}$ (3) $5.16 \times 10^{-4} \text{ C/kg}$ (4) $2.58 \times 10^{-4} \text{ C/kg}$

[解：]

(1)

$$\frac{2.58 \times 10^{-4} \frac{\text{C}}{\text{kg}}}{1\text{R}} \times 0.2\text{R} = 5.16 \times 10^{-5} \frac{\text{C}}{\text{kg}}$$

40. 下列各種輻射中，何者之能譜呈現連續分布？

(1) α 粒子 (2) γ 射線 (3) 制動輻射 (4) 互毀輻射

[解：]

(3)

41. 目前應用最廣的生物劑量計是採用下列何種樣品？

(1) 尿液 (2) 糞便 (3) 血液 (4) 毛髮

[解：]

(3)

42. 100 kVp 的 X 光機其陰極射出的電子打擊到陽極靶後約有多少百分比的能量以游離碰撞損失掉，而這些能量後來都成為熱能給了陽極？

(1) 1% (2) 10% (3) 90% (4) 99%

[解：]

(4)

43. 原子序為 55，原子量為 137 的放射性銫，其原子核內有幾個中子？

(1) 55 (2) 68 (3) 82 (4) 137

[解：]

(3)

$$137 - 55 = 82$$

44. 下列何者不屬於充氣式偵檢器？

(1) 游離腔 (2) 高純鍍偵檢器 (3) 比例計數器 (4) 蓋革計數器

[解：]

(2)

45. 原子序為 Z 、質量數為 A 的母核發生 α 衰變後，子核的原子序及質量數分別為：

- (1) $Z+2$; $A-4$ (2) $Z-1$; A (3) $Z+1$; A (4) $Z-2$; $A-4$

[解：]

(4)

α 之原子序為 2，質量數為 4

46. 一般對於白血病的風險評估，大多使用下列哪一種組織的劑量？

- (1) 血液 (2) 紅骨髓 (3) 淋巴腺 (4) 肝臟

[解：]

(2)

47. 下列何種射源會有放射性氦氣產生？ (1) Co-60 (2) Ra-226 (3) Ir-192 (4) F-18

[解：]

(2)

48. 帶電粒子在單位長度的能量損失期望值稱為？

- (1) 克馬 (2) 阻擋本領 (3) 曝露 (4) 吸收劑量

[解：]

(2)

49. 在室溫條件下，游離輻射在鍺 (Ge) 元素中產生一個電子-電洞對，平均須損失多少 eV 的能量？ (1) 2.96 (2) 15.62 (3) 33.85 (4) 43.24

[解：]

(1)

50. 以下何者是屬於核分裂(fission)反應？

- (1) ${}_{29}^{63}\text{Cu} + \gamma \rightarrow {}_{29}^{62}\text{Cu} + {}_0^1n$ (2) ${}_{7}^{14}\text{N} + {}_2^4\text{He} \rightarrow {}_{8}^{17}\text{O} + {}_1^1\text{H}$
(3) ${}_1^2\text{H} + {}_1^3\text{H} \rightarrow {}_2^4\text{He} + {}_1^1\text{H} + {}_0^1n$ (4) ${}_{92}^{235}\text{U} + {}_0^1n \rightarrow {}_{56}^{141}\text{Ba} + {}_{36}^{92}\text{Kr} + 3{}_0^1n$

[解：]

(4)