核能安全委員會

113 年度第 1 次「輻射防護員」測驗試題

游離輻射防護專業

一、單選題：(每題 2 分，共 30 分，答錯不倒扣)

1. 下列哪一種輻射偵檢器因二次電子的嚴重氣體增殖，導致產生許多重覆的假訊號，故需要作淬熄(Quenching)？
   (1)半導體偵檢器　(2)蓋革計數器　(3)無機閃爍偵檢器　(4)游離腔

2. 以 X 光照射哺乳類細胞，當它接受 1 Gy 的劑量，所產生的雙股斷裂與單股斷裂的比值為多少？　(1) 0.004　(2) 0.04　(3) 0.4　(4) 4

3. 某校正射源 A 之計測值為 18000 及射源 B 之計測值為 9000，則 A 與 B 之計測值比值及標準差為何？　(1) 2 ± 0.026　(2) 2 ± 0.013　(3) 2 ± 0.052　(4) 2 ± 1.414

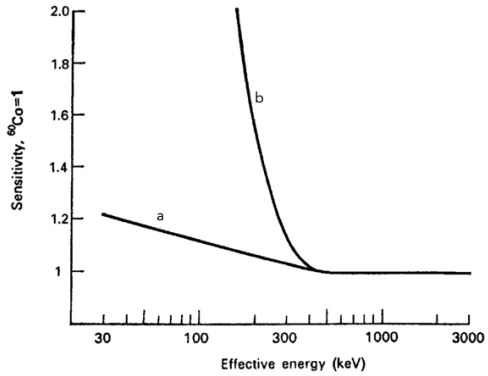
4. 下列何者的半化期最長？　(1) ^{32}P　(2) ^{131}I　(3) ^{99m}Tc　(4) ^{235}U

5. 加馬射線在屏蔽中可能經過二次或多次散射才抵達偵檢器位置，這種效應通常可以利用增建因數來修正，請問增建因數與下列特性何者無關？
   (1)加馬射線的能量　(2)加馬射線的強度　(3)屏蔽物質的厚度　(4)屏蔽物質的原子序

6. 下列關於氣體偵檢器的敘述何者正確？
   (1)游離腔的靈敏度較蓋革計數器高
   (2)游離腔的操作電壓較蓋革計數器低
   (3)比例計數器常用之 P-10 氣體之組成為 10% Ar + 90% CH_4
   (4)比例計數器無法偵測阿伐(α)

7. 固態二極體偵檢器用於偵測加馬射線或 X 光，其偏壓(bias voltage)應如何安排？
   (1)採逆向偏壓　(2)無偏壓　(3)採順向偏壓　(4)均可

8. 下圖為偵檢器 LiF:Mg,Ti 和溴化銀之反應曲線，請選出正確的敘述。
   A.此圖探討偵檢器的劑量依存性
   B. a 是 LiF:Mg,Ti 偵檢器
   C. b 是溴化銀的膠片偵檢器
   D.當偵檢器 b 受到 Co-60 與 Cs-137 照射時，約有相同的靈敏度



(1)僅 AB　(2)僅 BC　(3)僅 CD　(4)僅 BCD

9. X 光室的次屏蔽計算，主要必須考慮哪些輻射？
(1)主輻射　(2)主輻射與洩漏輻射　(3)主輻射與散射輻射　(4)散射輻射與洩漏輻射

10. 若有活度為 1 μCi 的 ^{14}C，均勻分布於重量 25 g 的器官中，則此 ^{14}C 對器官的劑量負擔(dose commitment)為多少 mGy？(^{14}C 的 β 最大能量為 0.156 MeV，生物半化期 10 天，物理半化期 5730 年)
(1) 2.56　(2) 5.12　(3) 15.26　(4) 45.79

11. 下列關於相對生物效應(relative biological effectiveness, RBE)的敘述，何者錯誤？
(1) RBE = Dx /D，Dx 通常是指 250 kVp 標準 X 射線產生生物效應的劑量，D 為待測輻射產生相同生物效應的劑量
(2)輻射的直線能量轉移(LET)超過 100 keV/μm 時，LET 愈高，RBE 值愈小
(3) RBE 必為小於 1 的數值
(4) RBE 值會隨生物效應的不同而改變

12. Cs-137 衰變時所放出的加馬光子(662 keV)與偵檢器作用，若能量沉積於能譜中的康普吞邊緣(Compton edge)處，此時散射電子的能量與散射角度為何？
(1) 662 keV、0 度　(2) 478 keV、0 度　(3) 225 keV、90 度　(4) 0 keV、90 度

13. 能量為 E 之光子輻射進入原子序為 Z 之靶物質的能通量為 ψ，則其造成之碰撞克馬(Kc)與曝露(X)分別為？

(1) $Kc = \psi(\frac{\mu_{tr}}{\rho})_{E,Z}; X = (K_C)_{Air} \cdot (\frac{W}{e})$

(2) $Kc = \psi(\frac{\mu_{tr}}{\rho})_{E,Z}; X = (K_C)_{Air} \cdot (\frac{e}{w})$

(3) $Kc = \psi(\frac{\mu_{en}}{\rho})_{E,Z}; X = (K_C)_{Air} \cdot (\frac{W}{e})$

(4) $Kc = \psi(\frac{\mu_{en}}{\rho})_{E,Z}; X = (K_C)_{Air} \cdot (\frac{e}{w})$

14. 在連續衰變中，達成長期平衡(secular equilibrium)的條件為？
(1)母核半化期稍稍大於子核　(2)母核半化期遠大於子核
(3)母核半化期稍稍小於子核　(4)母核半化期遠小於子核

15. 下列對於輻射所產生之健康效應的敘述，何者為非？
(1)白血病的發生機率與劑量成正比 (2)皮膚紅斑發生時，其嚴重程度隨劑量提高而增加
(3)白內障的發生機率與劑量成正比 (4)遺傳效應的發生機率與劑量成正比

二、計算問答題：(每題 10 分，共 70 分)

1. 空氣密度為 1.293 kg/cm^3，氣體內產生一個游離所需能量為 33.85 J/C。某體積 1 cm^3 的空腔內充滿 STP 狀況下之空氣，曝露在輻射場中而放出 2×10^{-8} 庫侖電荷。請問空腔內的空氣之吸收劑量為多少戈雷？

2. (1)原子質量單位(amu)是以一個 C-12 原子定義為 12 amu 為標準，若 C-12 的原子量為 12 g，計算 1 個原子質量單位(amu)為多少 kg？（需列明計算式）
(2)根據 $E=mc^2$ 計算 1 amu 的質量為多少 MeV？

3. ^{90}Sr 常被用來當作人造衛星中產生電能的熱源，若由熱轉換成電的效率為 30%，則需要多少克的 ^{90}Sr 才可產生 50 瓦特(W)的電力？ (^{90}Sr 蛻變後會產生 ^{90}Y， ^{90}Sr 與 ^{90}Y 的半化期和蛻變時釋放β^-最大能量分別為 28.7 年、64.1 小時和 0.546 MeV、2.27 MeV)

4. 某一屏蔽設計使用鋁阻擋銫-137 射源，假設其衰變放出之加馬射線在鋁中的質量衰減係數為 0.12 cm^2 g^{-1}，鋁密度為 11.4 (g/cm^3)。
(1)請問銫-137 衰變放出之加馬射線在鋁屏蔽的半值層約為多少？
(2)若不考慮增建因數，則要將穿透的輻射劑量率衰減至原來的 6.25%，需要多少公分厚的鋁塊？

5. 通量為 1×10^{16} m^{-2} 且能量為 0.662 MeV 的光子與鋁作用，若 $\mu/\rho = 0.1614$ cm$^2\cdot$g^{-1} ，$\mu_{tr}/\rho = 0.0984$ cm$^2\cdot$g^{-1}，$\mu_{ab}/\rho = 0.0951$ cm$^2\cdot$g^{-1} ，試計算克馬值為多少？

6. Cs-137 的 Γ 值為 0.28 R m^2 Ci^{-1}hr^{-1}，則距離 5 mCi 之 Cs-137 點射源 4.0 公尺處之曝露率(R/hr)為多少？

7. 若以鈷六十照射 1 cm^3 之硫酸亞鐵水溶液(G value =15.5)，經推估產生了 3.1×10^{10} 個新的生成物(Fe^{3+})分子，請問：(1)何謂 G value？ (2)此硫酸亞鐵水溶液共吸收了多少焦耳的能量？ (3)此硫酸亞鐵水溶液得到多少 μGy 的吸收劑量？(硫酸亞鐵水溶液之密度 $\rho=1.024$ g/cm^3)