

等 別：二級考試

類 科：輻射安全

科 目：保健物理

考試時間：2 小時

座號：_____

※注意：(一)可以使用電子計算器。

(二)不必抄題，作答時請將試題題號及答案依照順序寫在試卷上，於本試題上作答者，不予計分。

一、光子 (γ 射線、X 光) 輻射的屏蔽物質厚度計算，常見三種方法。若 I_0 ：未加屏蔽物質時，在距離 r 處的原始光子輻射強度。 I_x ：加 x 厚度屏蔽物質時，在距離 r 處的光子輻射強度。 n ：所需屏蔽物質的半值層 (half-value layer, HVL) 個數。 μ ：屏蔽物質對光子輻射的直線衰減係數 (cm^{-1})。 $B(\mu \cdot x)$ ：屏蔽厚度 x (cm) 的增建因數 (build-up factor)。 B ：穿透因數 (transmission factor)。

則請分別列式說明：

(一)半值層數計算法。(5 分)

(二)指數計算法。(5 分)

(三)穿透度法。(5 分)

二、已知有一閃爍計數器的計數效率 ε 為 90%，則在某一放射性核種的 0.1 個平均壽命 (mean life) t_m 的時間內，沒有被計測到的機率為何？(10 分)三、已知 ^{32}P 均勻分布在一半徑 1.5 cm 的水球中，其比活度為每克的水中含有 $1\mu\text{Ci}$ 的 ^{32}P ，已知 ^{32}P 的最大 β^- 能量為 1.71 MeV，平均 β^- 能量為 0.694 MeV。若忽略 ^{32}P 半化期 ($t_{1/2}=14.28\text{d}$) 與制動輻射，則該水球球心的吸收劑量率 (Gy/h) 為何？(10 分)

四、游離腔計數器 (ionization counter) 在游離輻射工作領域內是非常好用的劑量儀，通常其工作電壓為(300-1000 V)。請問：

(一)何謂高壓游離腔 (high pressure ion chamber, HPIC)？(4 分)

(二)寫出游離腔計數器的三項缺點。(6 分)

五、宇宙輻射 (cosmic radiation) 轟擊地球大氣層內的空氣分子，經由 $^{14}\text{N}(\text{n},\text{p})^{14}\text{C}$ 反應產生 ^{14}C (半化期 $t_{1/2}=5730\text{y}$)，其 β^- 粒子的最大能量為 0.156 MeV。若不考慮大氣核爆的影響，恆久以來大氣層內 ^{14}C 的濃度可視為一不變值。請計算：(一)已知人體組織的碳 (C) 元素的重量比例為 $21.0\pm 2.1\%$ ， $^{14}\text{C}/\text{C}$ 的平衡濃度為 $230\pm 3\text{Bq/kg}$ ，則 $60\pm 6\text{kg}$ 人體攝入 ^{14}C 活度在平衡態會有多少？(5 分)(二)已知動能 $\text{KE}\leq 2.5\text{MeV}$ 的電子，其射程密度 (range-density) $\rho R(e)$ 為 $\rho R(e)=0.412\text{KE}^{(1.27-0.095\ln \text{KE})}\text{g/cm}^2$ ，則 ^{14}C 的 β^- 粒子在人體軟組織內的最大射程為何？(5 分)

(請接背面)

等 別：二級考試

類 科：輻射安全

科 目：保健物理

六、已知 10 MeV 的 X 光在康普吞散射碰撞中，其總作用係數 $\sigma = 5.10 \times 10^{-30} \text{ m}^2/\text{el}$ ，散射係數 $\sigma_s = 1.61 \times 10^{-30} \text{ m}^2/\text{el}$ ，轉移係數 $\sigma_{tr} = 3.49 \times 10^{-30} \text{ m}^2/\text{el}$ ，則所產生康普吞電子（回跳電子）的平均能量 $\sigma \bar{E}_{tr}$ 為何？（10 分）

七、 $^{13}_7\text{N}$ 經 β^+ 蛻變為 $^{13}_6\text{C}$ ，已知 $^{13}_7\text{N}$ 的質量為 13.0057388 u， $^{13}_6\text{C}$ 的質量為 13.0033551 u，請計算：

(一) $^{13}_7\text{N} \rightarrow ^{13}_6\text{C} + ^0_1\text{e} + \nu + Q$ 反應式中的 Q 值（以 MeV 為單位）。（5 分）

(二) 母核（ $^{13}_7\text{N}$ ）與子核（ $^{13}_6\text{C}$ ）之間的能量差至少應為多少 MeV？（5 分）

(三) 請繪 $^{13}_7\text{N}$ 的 β^+ 蛻變圖。（5 分）

八、請敘述低劑量游離輻射的輻射生物效應。（10 分）

九、一輻射作業場所內的設備需要人員進入維修，已知該場所受到 ^{131}I 的污染，空氣中的 ^{131}I 濃度等於推定空氣濃度（DAC）的 20 倍，而該人員今年已經接受了 20 毫西弗（mSv）的深部等效劑量，則該人員最長能在此場所內工作多少時間而不致超過年劑量限度？（10 分）