

類 科：輻射安全

科 目：輻射安全

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。

(三)本科目除專門名詞或數理公式外，應使用本國文字作答。

一、請試述下列名詞的意涵：(每小題 4 分，共 20 分)

(一)緩和劑 (moderator)

(二)倫琴 (Roentgen)

(三)計畫特別暴露 (planned special exposure)

(四)自動放射攝影術 (autoradiography)

(五)輝光曲線 (glow curve)

二、BF₃ 中子偵檢器是利用 ¹⁰B(n,α)⁷Li 反應偵測中子。有一內部體積為 40cm³ 的 BF₃ 中子偵檢器，偵檢器內含 96% 的 ¹⁰BF₃ 氣體，在溫度為 27°C、偵檢器內部壓力為 70cmHg 時，(一)請計算此 BF₃ 中子偵檢器中 ¹⁰B 的原子數？(5 分)(二)請計算此 BF₃ 中子偵檢器的靈敏度 (sensitivity)？(5 分)(三)如果此偵檢器被當成電流型游離腔使用，在中子通量率為 $10^{10} \frac{1}{\text{cm}^2 \cdot \text{s}}$ 時所造成的飽

和電流為多少安培？(5 分)

[理想氣體常數 $0.082 \frac{\text{atm} \cdot \text{L}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ ；¹⁰B(n,α)⁷Li 中子捕獲截面 4010 邦(b)；每次 ¹⁰B(n,α)⁷Li

反應中有 2.8MeV 能量會損失在游離腔內，反應中產生一個離子對需消耗 35.6eV 的

能量；對於此反應的中子通量率與計數率的關係為 $\phi = \frac{1.128}{N\sigma} \times CR$ ， ϕ ：中子通量率， CR ：計數率， N ：原子數， σ ：截面]。三、某一放射性核種 ¹⁹⁸X 的蛻變訊息如下表：

母核 (半衰期)	子核	粒子或光子的發射能量 (比率)
¹⁹⁸ X (100 年)	穩定的 ¹⁹⁸ Y	$\beta^-_1, 0.28\text{MeV}$ (0.965%)
		$\beta^-_2, 0.69\text{MeV}$ (98.99%)
		$\beta^-_3, 1.37\text{MeV}$ (0.045%)
		$\gamma_1, 0.41\text{MeV}$
		$\gamma_2, 0.68\text{MeV}$
		$\gamma_3, 1.09\text{MeV}$

(一)請利用所提供的訊息畫出蛻變圖 (decay scheme)。(5 分)

(二)如果有 1mCi 的 ¹⁹⁸X 核種經過 1 天的蛻變會產生多少個的 ¹⁹⁸Y 原子？(5 分)(三)如果此 1mCi 的 ¹⁹⁸X 核種經過 1 天蛻變，所釋放的 β^- 能量完全被 1 公斤的水所吸收，請計算 β^- 對水造成的吸收劑量為多少 Gy？(5 分)

(請接背面)

類 科：輻射安全
科 目：輻射安全

四、某一放射化學家，為了分析某樣品中的鉻含量，他將樣品置於熱中子通量率為 10^{11} neutrons/cm²/s 的反應爐照射 10 天。再以計數效率為 10% 的碘化鈉閃爍偵檢器分析活度，偵測結果為 ⁵¹Cr 加馬光子的計數率為 3000cpm。

(一)請問原先樣品中含有多少克的鉻？(10 分)

(二)請問有多少分率的鉻被活化？(5 分)

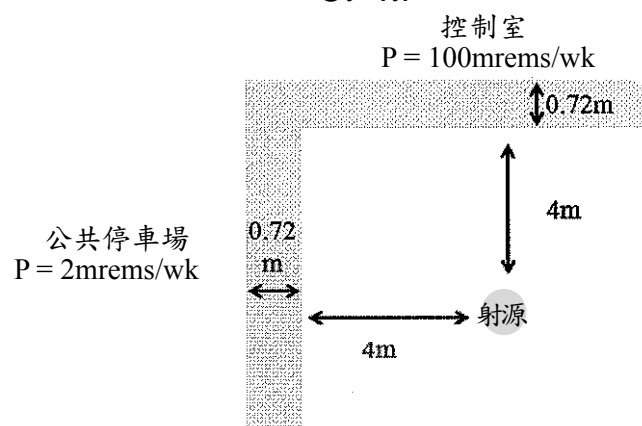
[⁵⁰Cr(n,γ)⁵¹Cr 熱中子活化截面為 13.5 b，⁵¹Cr 電子捕獲蛻變的半化期 27.8 天，且伴隨有 10% 的 0.323-MeV 加馬]

五、混泥土壁（牆壁厚度為 0.72m）的房間內裝置有一部 1500Ci 的遠隔治療機（如圖），射源與北面牆的距離為 4m，北面牆後是劑量限值為 100mrem/wk 的控制室。射源與西面牆的距離為 4m，西面牆後是劑量限值為 2mrem/wk 的公共停車場（占用因素為 1/4）。在治療進行時，有用射束朝向北面牆與西面牆的時間分別為每周 6 小時與 2 小時。假設射源為點射源且只考慮到主射束的屏蔽，

(一)請計算北面控制室牆面還要加幾公分的鉛屏蔽，才會符合劑量限值？(10 分)

(二)請計算西面停車場牆還要加幾公分的鉛屏蔽，才會符合劑量限值？(10 分)

[⁶⁰Co 暴露率常數 $\Gamma = 1.32 \frac{R \cdot m^2}{Ci \cdot hr}$ ，混泥土與鉛的半值層分別為 6cm 和 1.06cm]



六、某一放射化學家度量未知放射性樣品，他分別花 36.40、35.41、36.11、36.78、36.40 分鐘總共做了五次實驗得到相同計數（每次都是 40000 個計數），同時他也度量背景輻射 20 分鐘，結果得到 2000 個計數。

(一)請計算此放射性樣品的淨計數率與偏差值為多少 cpm？(5 分)

(二)請問此樣品的變異係數 (coefficient of variation, CV) 為何？(5 分)

(三)請問在 96% 信賴水平 (confidence level) 下，淨計數率的偏差值為多少 cpm？(5 分)