

類 科：輻射安全
科 目：放射物理學
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、已知母核 (parent nuclide) ^{13}N 進行純 β^+ 蛻變 (pure β^+ decay)， ^{13}N 的半化期為 9.96 m，母核的原子質量為 13.0057388 u，子核 (daughter nuclide) 的原子質量為 13.0033551 u。試繪出 ^{13}N 的 β^+ 蛻變圖。(10分)

[電子的質量為 0.0005485799 u，質子的質量為 1.007276470 u，中子的質量為 1.008664904 u，其中 u 為原子質量單位 (atomic mass unit)。]

二、有一法馬型游離腔 (Farmer-type ion chamber) 放在水假體 (water phantom) 內，接受直線加速器輸出 6 MV 的 X 光射束照射，測得 25 nC 之電量，試計算量測點位置水的吸收劑量為何？(15分)

[平均限制碰撞阻擋本領比 (the ratio of average restricted collision stopping

power) $\left(\frac{\bar{L}}{\rho}\right)_{\text{air}}^{\text{graphite}} = 1.002$ ， $\left(\frac{\bar{L}}{\rho}\right)_{\text{air}}^{\text{water}} = 1.127$ ，平均質能吸收係數比 (the ratio

of mean mass energy-absorption coefficient) $\left(\frac{\bar{\mu}_{\text{en}}}{\rho}\right)_{\text{air}}^{\text{graphite}} = 0.997$ ，

$\left(\frac{\bar{\mu}_{\text{en}}}{\rho}\right)_{\text{air}}^{\text{water}} = 1.111$ ，空氣的 $\left(\frac{\bar{W}}{e}\right)_{\text{air}} = 33.97 \text{ eV/i.p.}$]

三、使用電腦斷層攝影 (CT) 32 cm PMMA 假體，測量 CT 的 X 光射束品質，掃描條件：管電壓 123 kVp，以長 10 cm 之游離腔，測量上、下、左、右四邊緣孔洞之劑量值分別是 38.3、30.5、36.7、37.3 mGy；中央孔洞劑量值是 21.9 mGy。若今臨床掃描條件均相同，僅將螺距 (pitch) 改為 1.2，掃描腹部長度 20 cm，則劑量長度乘積 (DLP) 為何？(15分)

[CTDI = computed tomography dose index，w = weighted，vol = volume，DLP = dose-length product，螺距為螺旋式 CT 每轉一圈的床台移動距離與每圈取像厚度之比。]

四、若腫瘤組織的比熱 (specific heat) 為 $1 \frac{\text{cal}}{\text{g}^\circ\text{C}}$ ，試計算 10 g 的腫瘤接受分次

劑量 (fraction dose) 為 2 Gy 的 10 MV 高能 X 光的放射治療，可以使該腫瘤組織的溫度上升幾 $^\circ\text{C}$ ？(10 分)

五、已知均勻分布體內的 ^{24}Na ，放射半化期 $t_r=15.0 \text{ h}$ ，生物半化期 $t_b=11.0 \text{ d}$ 。

^{24}Na 的蛻變形式為 β^- ，其最大 β^- 能量 $E_{\beta,\text{max}}=1.391 \text{ MeV}$ ，平均 β^- 能量 $E_{\beta,\text{mean}}=0.555 \text{ MeV}$ 。 ^{24}Na 在進行 β^- 蛻變時，其發射 γ 射線的能量與伴隨發射 γ 射線的機率，分別為 $\gamma_1=1.369 \text{ MeV}(100\%)$ 、 $\gamma_2=2.754 \text{ MeV}(100\%)$ 。

若某人的體重 70 kg，體內有 $10 \mu \text{ Ci}$ 的 ^{24}Na 均勻分布， β^- 的吸收比率為 100%， γ_1 的吸收比率為 31%， γ_2 的吸收比率為 27%， β^- 的轉換係數 (conversion coefficient) 為 $88.6 \times 10^{-15} \frac{\text{kg Gy}}{\text{Bq s}}$ ， γ_1 的轉換係數為

$218.9 \times 10^{-15} \frac{\text{kg Gy}}{\text{Bq s}}$ ， γ_2 的轉換係數為 $440.1 \times 10^{-15} \frac{\text{kg Gy}}{\text{Bq s}}$ 。試計算此人的總吸收劑量為何？(15 分)

六、快中子與質子的單次彈性碰撞中可能損失的最大能量分數為何？(10 分)

[質子的質量為 1.007276470 u ，中子的質量為 1.008664904 u 。]

七、對簡單的靶模型 (simple target model) 而言， D_0 是指細胞殘存率 (survival rate，即存活率) 以指數方式減少至原始值的 37% 所需的劑量， D_{10} 指細胞存活率減少至原始值的 10% 所需的劑量。若減少細胞殘存率為原來 37% 所需的劑量為 3 Gy，則殘存率 1% 的劑量 D_1 與殘存率 10% 的劑量 D_{10} 之比值

$\frac{D_1}{D_{10}}$ 為何？(10 分)

八、已知 6 MeV 入射 X 光與腫瘤發生康普吞效應，回跳電子最多可獲得的能量為 $E_{\text{max},6\text{MeV}}$ ，對 10 MeV 入射 X 光與腫瘤發生康普吞效應，回跳電子最多可

獲得的能量為 $E_{\text{max},10\text{MeV}}$ 。試計算： $\frac{E_{\text{max},6\text{MeV}}}{E_{\text{max},10\text{MeV}}} = ?$ (15 分)