

類 科：輻射安全

科 目：輻射劑量學

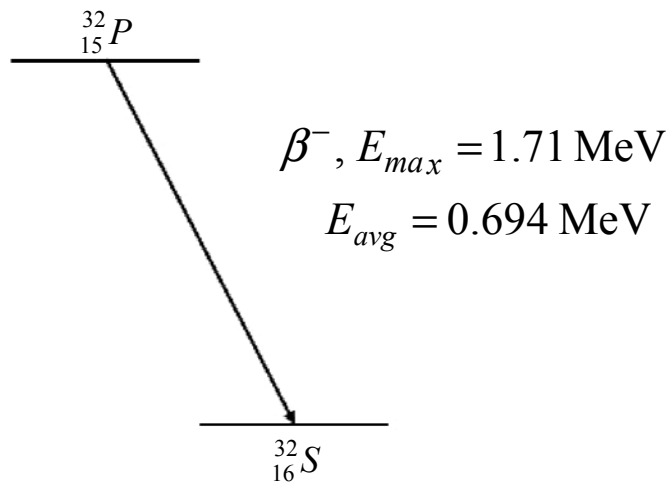
考試時間：2小時

座號：\_\_\_\_\_

※注意：(一)可以使用電子計算器，須詳列解答過程。

(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、有一水假體內均勻分佈著 $^{32}_{15}P$ ，如果其總質量的 $10^{-17}$ 轉化成能量，在研究點處存在著帶電粒子平衡，試求該處的吸收劑量為多少Gy。(10分)



二、有一X射線能量為1 MeV射束，在空氣中之P點接受了300 倫琴(R)的曝露量。假設P點存在於帶電粒子平衡中，並假設( $W_{air} = 33.97 \text{ J/C}$ )，根據下表所提供的資訊計算：

(一) P點空氣中的碰撞克馬( $K_C$ )<sub>air</sub>與吸收劑量D。(5分)

(二) 試計算此射束每單位倫琴的能通量 (Energy fluence per Roentgen) 及每單位倫琴的光子通量 (Photon fluence per Roentgen)。(10分)

(三) 若用銅替換P點的空氣，試求銅的吸收劑量。(5分)

空氣的輻射性質				
$Z = 7.78, \rho = 1.205 \text{ kg/m}^3$				
光子能量 [MeV]	作用係數 [ $\text{m}^2/\text{kg}$ ]		平均能量 [MeV]	
	$(\frac{\mu}{\rho})$	$(\frac{\mu_{ab}}{\rho})$	$\overline{E}_{tr}$	$\overline{E}_{ab}$
1	0.00636	0.00279	0.44	

銅的輻射性質			
$Z = 29, \rho = 8960 \text{ kg/m}^3$			
光子能量 [MeV]	作用係數 [ $\text{m}^2/\text{kg}$ ]		
	$(\frac{\mu}{\rho})$	$(\frac{\mu_{tr}}{\rho})$	$(\frac{\mu_{ab}}{\rho})$
1	0.00589	0.0026	0.00257

(請接第二頁)

類 科：輻射安全  
科 目：輻射劑量學

三、今有一能量 10 MeV 之光子 (Photon)，與物質鉛 (Lead) 作用的相關係數如下表，作答時請於試卷上完成括號內 (1) 到 (4) 的數值計算，其中 g 值為二次電子的輻射損失分率 (Fraction of radiative loss)。(每小格 5 分，共 20 分)

Z = 82		$\rho = 11360 \text{ kg/m}^3$				$2.383 \times 10^{26} \text{ el./kg}$ $2.907 \times 10^{24} \text{ atom/kg}$			A = 207.20	
Photon energy  $h\nu$ [MeV]	Basic Coefficients in [ $10^{-24} \text{ cm}^2/\text{atom}$ ]				Interaction coef. in [ $\text{cm}^2/\text{g}$ ]			Av. energy transferred or absorbed [MeV] $\overline{E}_{tr}$ $\overline{E}_{ab}$		Fraction of radiative loss.  g
	$\sigma_{coh}$ coh.	$\sigma_{inc}$ incoh.	$\tau$ photo	$\kappa$ pair	$(\frac{\mu}{\rho})$	$(\frac{\mu_{tr}}{\rho})$	$(\frac{\mu_{ab}}{\rho})$			
10	.0093	4.193	.1681	12.40	(1)	(2)	(3)	8.45	6.42	(4)

四、10 MeV 光子入射水中，試用下表所提供的資訊，計算：

- (一) 水的電子密度為何？ (el./kg) (5 分)
- (二) 10 MeV 光子在水中的平均自由射程 (Mean free path) 及半值層 (Half value layer)？ (10 分)
- (三) 若有 70% 的光子能量被水吸收，試計算水的  $(\frac{\mu_{en}}{\rho})_{water, 10\text{MeV}}$ 。(5 分)

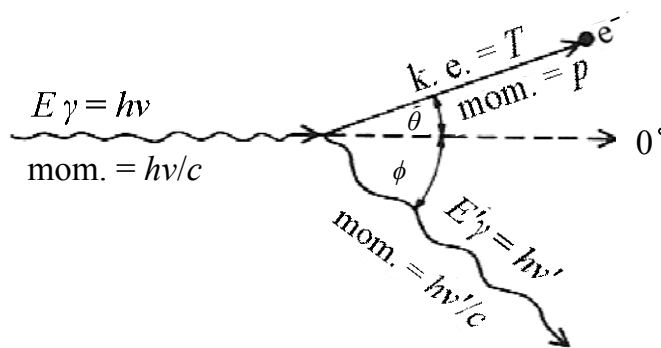
	$(\mu/\rho)_{10 \text{ MeV}}$	$\rho$ (密度)	Z (原子序)	A (原子量)
氫	0.033 $\text{cm}^2/\text{g}$	0.08 $\text{kg/m}^3$	1	1
氧	0.021 $\text{cm}^2/\text{g}$	1.33 $\text{kg/m}^3$	8	16

(請接第三頁)

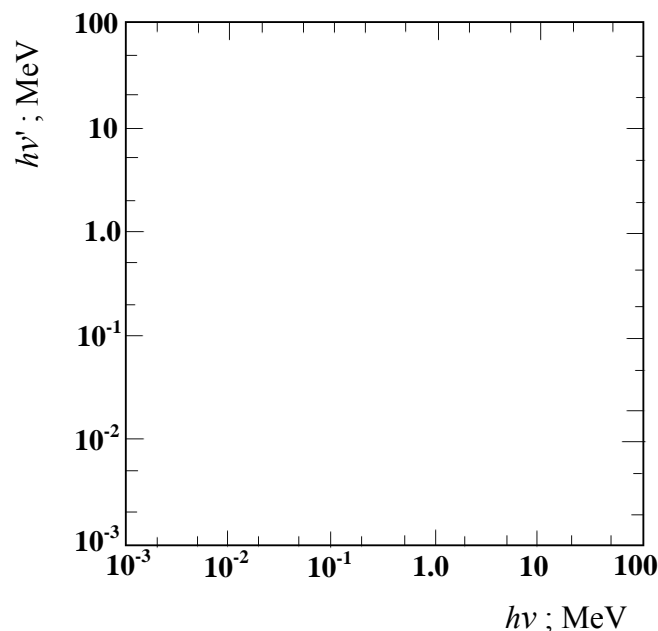
類 科：輻射安全  
科 目：輻射劑量學

五、有一個能量為  $h\nu$  的光子從如下圖所示之左處入射，打在一個無束縛的靜止電子上，其康普頓效應的運動分析可由此方程式表示：

$$h\nu' = \frac{h\nu}{1 + (h\nu / m_0c^2)(1 - \cos\phi)}$$



- (一)請以  $\phi = 90^\circ$  及  $180^\circ$  的情況，並以  $h\nu = 10 \text{ MeV}$  為例說明光子與自由電子產生康普頓碰撞時，入射光子能量  $h\nu$  越大時，光子確實能將其大部分能量轉移給電子，但光子絕不可能轉移出其全部能量。(10分)
- (二)請根據以下空白座標，試繪出康普頓效應中  $h\nu$ ,  $h\nu'$  和  $T$  在  $\phi = 0^\circ, 90^\circ$  及  $180^\circ$  下的運動學關係曲線。(10分)



- (三)假設  $h\nu = 10 \text{ MeV}$ ， $\phi = 90^\circ$  情況下，該光子與自由電子的康普頓作用係數為  $\sigma = 2.8 \times 10^{-32} \text{ m}^2/\text{el.}$ ，試計算在  $\phi = 90^\circ$  情況下，光子與該電子的康普頓能量轉移係數( $\sigma_{tr}$ ) (5分) 與康普頓能量散射係數( $\sigma_s$ ) (5分)，各為何？