

# CORRIGE

**Ces éléments de correction n'ont qu'une valeur indicative. Ils ne peuvent en aucun cas engager la responsabilité des autorités académiques, chaque jury est souverain.**

# Diplôme de Technicien Supérieur en Imagerie Médicale et Radiologie Thérapeutique

Durée : 3 heures  
Coefficient : 3

Session 2004

## PHYSIQUE

*L'utilisation de la calculatrice est autorisée*

### Corrigé et Barème

#### 1.1. PREMIÈRE PARTIE : CONTRÔLE DE CONNAISSANCES (30 points)

##### Q1 (10 points)

1)	a)	2
2)	c)	2
3)	b)	2
4)	a)	2
5)	b)	2

##### Q2 (20 points)

1.1.a	défaut de masse = $Z m_p + (A-Z) m_n - m_X$	0,5
1.1.b	énergie liaison = [défaut de masse]. $c^2$	0,5
1.2.a.	dans le creux de la courbe	0,5
1.2.b.	H, Be donnent une fusion	0,5
	U, Pb donnent une fission	0,5
1.3	$E = (m_{av} - m_{ap}) c^2 = 0,20111 \times 1,66054 \cdot 10^{-27} \times (2,99792 \cdot 10^8)^2 = 3,00139 \cdot 10^{-11} \text{ J}$ $E = 187,3 \text{ MeV}$	2
2.1	${}_{78}^{192}\text{Ir} \rightarrow {}_{-1}^0\text{e} + {}_{79}^{192}\text{X} + \gamma$	1,5
2.2	bilan en nbre de masse : perte 24 à raison de 4 par $\alpha$ , soit 6 $\alpha$	
	bilan en nbre de charge : perte de 8 dont 12 par $\alpha$ , soit 4 $\beta^-$	2
2.3.a.	un électron des couches profondes de l'atome (K)	0,5
2.3.b.	l'électron expulsé provient de la réorganisation du nuage électronique.	0,5
2.3.c	${}_{53}^{125}\text{I} + {}_{-1}^0\text{e} \rightarrow {}_{52}^{125}\text{X} + \gamma$	1
3.1.a	$\lambda = \frac{\text{Ln}2}{T} \Rightarrow \lambda_1 = 1,0810^{-7} \text{ s}$ $\lambda_2 = 1,0710^{-5} \text{ s}$	1,5
3.1.b	${}_{78}^{194}\text{Ir}$ , période plus courte	1
3.2.a	$A = -\frac{dN}{dt}$ , nombre de désintégrations par seconde exprimé en Bq	1
3.2.b	A chaque période, l'activité est divisée par 2 $A_{12h} = 2 \times A_{18h} = 80 \text{ MBq}$	0,5
3.2.c	$A_{18+24h} = \frac{A_{18}}{2^4} = 2,5 \text{ MBq}$	0,5
4.1	$r = \frac{\text{Pélec}}{\text{Pt}} \Rightarrow \text{Pt} = 3,33 \cdot 10^{-4} \text{ W}$	2

HIMSC bis

4.2	Définition de la puissance thermique $P_t = -\frac{dN}{dt} \times E_c = A \times E_c$	1,5
4.3	La période du $^{238}\text{Pu}$ étant très grande par rapport à la durée de vie du pacemaker, $A = A_0 = 378,4 \text{ MBq}$	2

**1.2. DEUXIÈME PARTIE : PROBLÈME (30 points)**

I- principe de base du cyclotron (10 points)

1.1		1,5
1.2	$\vec{F} = q\vec{v} \wedge \vec{B}$ donc $\vec{F} \cdot \vec{v} = 0$ , la puissance de la force dans ce déplacement est nulle, la vitesse est constante.	1,5
1.3	$\theta = \frac{\pi R}{v} = \frac{\pi m_p}{qB} = 1,82 \cdot 10^{-8} \text{ s}$ , indépendant de v donc mouvement circulaire uniforme	1,5
2.1		1
2.2	$T = 2\theta = 3,64 \cdot 10^{-8} \text{ s}$ , $f = 2,75 \cdot 10^7 \text{ Hz}$	1,5
2.3	$\Delta E_c = q \times  U_{D1D2}  = 42 \text{ keV}$	1
2.4	2 fois 42 keV, soit 84 keV	0,5
2.5	Chaque saut correspond à 42 keV	0,5
3.1	Pour un tour, 4 fois 42 keV, soit 168 keV	0,5
3.2	33,6 MeV	0,5

II- Radiothérapie conventionnelle. Rayons X (10 points)

1	$\lambda_0 \leq \frac{hc}{E_0} = 1,55 \cdot 10^{-13} \text{ m}$	2
2	$\lambda_m = 2,33 \cdot 10^{-13} \text{ m}$ , $E_m = \frac{2}{3} E_0 = 5,33 \text{ MeV}$	1,5
3	Positionnement de $E_0$ et $E_m$	0,5
4	Éliminer les rayons de faible énergie provoquant des brûlures dans les zones de tissus situées avant la tumeur, car moins pénétrants.	0,5

HIMSC bis

5	$\frac{N}{N_0} = 0,35 = e^{-\mu x}$ , $\mu = 0,52 \text{ cm}^{-1}$ , $x = 2,02 \text{ cm}$	1,5
6.1	$\text{CDA} = \frac{\text{Ln}2}{\mu} = 6,3 \text{ cm}$	1,5
6.2	Construction de la courbe. Pour $x = \text{CDA}$ , $E = \frac{E_m}{2}$ . Pour $x = 2 \cdot \text{CDA}$ , $E = \frac{E_m}{2^2}$ . Pour $x = 5 \cdot \text{CDA}$ , $E = \frac{E_m}{2^5}$	1,5
6.3	Oui, l'énergie est dissipée sur toute la profondeur de pénétration, pas seulement sur la tumeur	1

III- Utilisation des faisceaux de protons issus du cyclotron (10 points)

1.1	$\text{TLE} = \frac{50}{3} = 16,7 \text{ MeV.cm}^{-1}$	1,5
1.2	$\text{DLI} = \frac{16,7 \cdot 10^6}{33} = 5 \cdot 10^4 \text{ paires/cm}$	1,5
1.3.a	Pour la particule $\alpha$ , de 2 à 5 cm. Pour le proton, de 3,5 à 4,5 cm	1
1.3.b	Pour la particule $\alpha$ , environ 3cm. Pour le proton, inférieure à 1 cm	1
1.3.c	La zone à irradier est localisée avec plus de précision, sans risques pour les cellules en amont et en aval de la tumeur.	1
1.4.a	12 cm	1
1.4.b	12 à 19 cm, soit 7 cm	1
2	${}^9_4\text{Be} + {}^1_1\text{H} \rightarrow {}^1_0\text{n} + {}^9_3\text{B}$ , bore	2