

Retirer une seule fois, pour tout le sujet, 0,5 point au maximum si le nombre de chiffres significatifs n'est pas respecté à plusieurs reprises.

Exercice 1 – 5,5 points

	Corrigé	Barème
1.1	L'interaction nucléaire forte doit compenser l'interaction électrique répulsive entre protons de manière à assurer la cohésion du noyau. Donc elle est attractive et plus intense que l'interaction électrique.	0,5 (0,25 par réponse)
1.2	La charge d'un proton est e . Il contient un quark <i>down</i> de charge $-\frac{e}{3}$ et deux quarks <i>up</i> (de charge Q) : $-\frac{e}{3} + 2Q = e$ donc $Q = \frac{2e}{3}$	0,5 (0,25 raisonnement et 0,25 résultat)
2.1	$E_c = \frac{mv^2}{2} = \frac{1,673 \times 10^{-27} \times (3,00 \times 10^7)^2}{2} = 7,53 \times 10^{-13} \text{ J}$ $E_c = \frac{7,53 \times 10^{-13}}{1,602 \times 10^{-13}} = 4,70 \text{ MeV}$	0,5 (0,25 + 0,25)
2.2	Les protons classiques les plus rapides ont une énergie de 4,70 MeV. Les protons cosmiques ont une énergie nettement supérieure (comprise entre 100 MeV et 10 GeV) ; ils sont donc relativistes.	0,5
2.3.1	$p = mv = 1,673 \times 10^{-27} \times 3,00 \times 10^7 = 5,02 \times 10^{-20} \text{ kg.m.s}^{-1}$	0,5 (formule 0,25 ; résultat 0,25)
2.3.2	$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{6,62 \times 10^{-34}}{5,02 \times 10^{-20}} = 1,32 \times 10^{-14} \text{ m}$	0,5 (formule 0,25 ; résultat 0,25)
3.1	Les muons ont une vitesse (0,9997c) nettement supérieure à 10 % de c. Ce sont donc des particules relativistes.	0,25
3.2	$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \frac{1}{\sqrt{1 - 0,9997^2}} = 40,83$ donc $\Delta t = \gamma \Delta t_0 = 40,83 \times 2,2 = 90 \mu\text{s}$. Pour un observateur terrestre, la durée de vie d'un muon (90 μs) est supérieure au temps nécessaire (67 μs) pour qu'il traverse l'atmosphère donc les muons peuvent être détectés au niveau du sol.	1 (γ 0,25 ; Δt 0,25 ; conclusion 0,5)
4.1	La tumeur doit se trouver là où les protons déposent le plus d'énergie c'est-à-dire au niveau du pic de Bragg. Cette profondeur lue sur le graphe est d'environ 15 ou 16 cm.	0,5 (valeur 0,25 ; justification 0,25)
4.2	La protonthérapie respecte mieux « l'art de la radiothérapie car : - elle permet le dépôt d'un maximum d'énergie dans une zone très localisée (là où se trouve la tumeur) permettant la destruction des cellules cancéreuses ; - elle préserve les cellules saines puisque sur leur trajet les protons libèrent assez peu d'énergie avant d'atteindre leur cible et après l'avoir traversée.	0,75 (0,25 par argument et 0,25 pour la structuration de l'argumentaire)