Nom : mai 2014 Tale S

BAC BLANC N°2 DE PHYSIQUE-CHIMIE

Exercice I : Protons énergétiques /11 => /5,5

1. Le proton

1.1. ***(0,25+0,25 pt)*** L'interaction nucléaire forte doit compenser l'interaction électrique répulsive entre protons de manière à « assurer la cohésion du noyau atomique » (Cf. doc.1). Donc elle est attractive et plus intense que l'interaction électrique. * *

1.2. ***(0,5 pt)*** La charge d'un proton est +e. Il contient un quark down de charge –e/3 et deux quarks up (de charge Q) : $e = -\frac{e}{3} + 2Q$ **

$$2\,Q = e + \frac{e}{3} = \frac{4}{3}.e$$

$$\mathbf{Q = \frac{2}{3}.e}$$

2. Les protons cosmiques

2.1. ***(0,5 pt)*** $E_c = \frac{m.v^2}{2}$

$E_c = \frac{1,673\times10^{-27}\times\left(\frac{10}{100}\times3,00\times10^{8}\right)^2}{2} = 7,5\times10^{-13}$ J *(on conserve 2 chiffres significatifs comme 10%)* **

$Ec(MeV) = \frac{E_C(J)}{1,602\times10^{-13}} = 4,7$ MeV

2.2. ***(0,5 pt)*** 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 possèdent une vitesse bien plus grande et sont donc relativistes. **

2.3.1. (0,5 pt) p = m v

$$p = 1,673\times10^{-27}\times\frac{10}{100}\times3,00\times10^{8} = 5,0\times10^{-20}\ kg.m.s^{-1}$$ **

2.3.2.(0,5 pt) $\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{m.v}$

$\lambda = \frac{6,62\times10^{-34}}{1,673\times10^{-27}\times\frac{10}{100}\times3,00\times10^{8}} = 1,3\times10^{-14}$ m **

/6

3. Les muons

3.1. (0,25pt) Les muons ont une vitesse (0,9997c) nettement supérieure à 10 % de c. Ce sont donc des particules relativistes. *

3.2. La durée de vie d'un muon mesurée dans le référentiel terrestre est notée Δt. Cette même durée mesurée dans le référentiel propre d'un muon est différente.

Ces durées sont reliées par la relation : $\Delta t = \gamma.\Delta t_0$ avec $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$ *

(0,25pt) AN : $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{(0,9997.c)^2}{c^2}}} = 40,83$ *

(0,25pt) Donc $\Delta t = \gamma\ \Delta t_0 = 40,83 \times 2,2 = 90$ µs.

(0,5pt) 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. **

4. La protonthérapie

4.1. (0,5pt) 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 à 16 cm. **

4.2. (0,75 pt) La protonthérapie respecte mieux « l'art de la radiothérapie » car :

1. 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 ; * **
2. 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.

/5

Exercice II : Molécule d'ibuprofène TOTAL	**/19**	**soit**	**/9,5**

Partie 1 : La molécule d'ibuprofène :

1.1. (0,25 pt) *

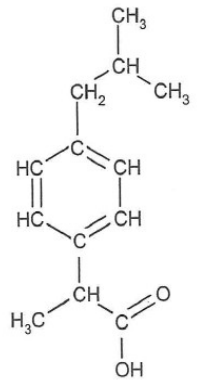

Figure 2 (question 1.2.1)

1.2.1. (0,25 pt) La molécule d'ibuprofène possède un seul atome de carbone asymétrique, elle est donc chirale. *

(0,5 pt) On repère par un astérisque (*) l'atome de carbone asymétrique. **

1.2.2. (0,25 pt) Deux énantiomères sont images l'un de l'autre dans un miroir, mais non superposables. *

1.2.3. (0,25 pt) **(0,5 pt)** *

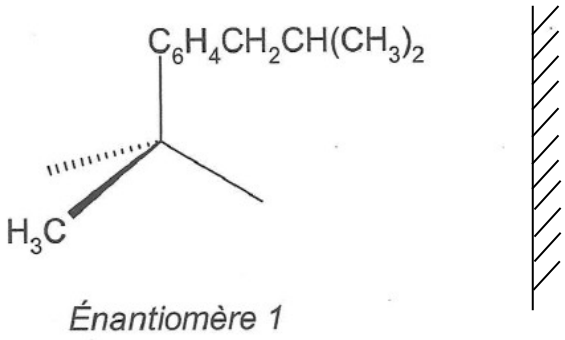

Figure 3 (question 1.2.3) **

/4

1.3.1. (0,5 pt) La bande n°1 est fine, de forte intensité et correspond à un nombre d'onde σ d'environ 1700 cm^{-1} caractéristique de la liaison C = O d'un acide carboxylique. **

(0,5 pt) La bande n°2 est large et centrée autour de σ = 3000 cm^{-1}, elle peut caractériser les liaisons C – H ou/et la liaison O-H de l'acide carboxylique. **

1.3.2. (0,5 pt) Le signal (g) est un singulet ayant un déplacement à 12 ppm, ce qui caractérise l'hydrogène du groupement OH du groupe carboxyle. **

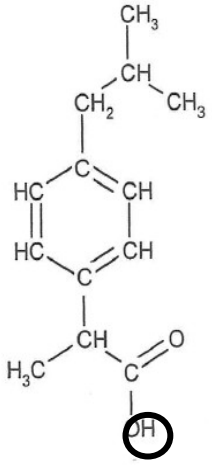

Figure 4 (question 1.3.2)

1.3.3. (0,25 pt)
L'hydrogène d'un groupe hydroxyle n'est pas couplé avec d'autres H, le pic correspondant sera donc un singulet. *

/3,5

1.3.4. (1pt) Le signal (a) a un déplacement d'environ 1 ppm, ce qui correspond à des hydrogène d'un groupement CH_3 ; de plus l'intégration indique six fois plus d'atomes d'hydrogène que pour le pic (g), il s'agit donc des deux groupements CH_3 présents dans la molécule. **

Remarque : Ce méthyle ne doit pas être pris en compte :
l'intégration indiquerait trois fois plus d'atomes hydrogène que pour le pic (g)

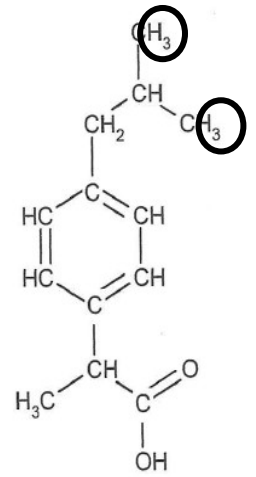

Figure 5 (question 1.3.4)

1.3.5. (0,25 pt) Le carbone voisin des deux groupements CH_3 est porteur d'un seul hydrogène, le spectre RMN nous donnera donc un doublet. *

/2,5

Partie 2 : Synthèse de l'ibuprofène

**

2.1.1. (0,5 pt) L'équation de l'étape 1 est $C_xH_yO_z + C_4H_6O_3 \lozenge C_{12}H_{16}O + C_2H_4O_2$
Conservation du C : x + 4 = 12 + 2 donc x = 10
Conservation de H : y + 6 = 16 + 4 donc y = 14
Conservation de O : z+ 3 = 1 + 2 donc z = 0
La molécule 1 a pour formule brute : **$C_{10}H_{14}$**
On peut plus simplement transformer la formule topologique en formule semi-développée, puis compter les atomes. *

2.1.2. (0,25 pt + 0,25 pt) Au cours de l'étape 2 il se produit une **addition** : des atomes d'hydrogène sont ajoutés aux atomes d'une liaison multiple. Tous les atomes des réactifs se retrouvent dans les produits. *

*

2.1.3. (0,25 pt + 0,25 pt) Le carbone est site **accepteur de doublets d'électrons**, en effet l'oxygène étant plus électronégatif que le carbone, il a tendance à attirer vers lui les électrons en portant une charge partielle δ^-, le carbone portera alors une charge partielle δ^+. *

2.2. (0,75 pt) **

$C_{10}H_{14} + C_4H_6O_3 + C_2H_5ONa + C_4H_7ClO_2 + H_3O^+ + NH_2OH + 2\ H_2O \rightarrow C_{13}H_{18}O_2 +$ sous-produits *

$$UA = \frac{M(\text{produit souhaité})}{\sum_j M_j(\text{réactif})}$$

$$UA = \frac{M(C_{13}H_{18}O_2)}{M(C_{10}H_{14}) + M(C_4H_6O_3) + M(C_2H_5ONa) + M(C_4H_7ClO_2) + M(H_3O^+) + + M(NH_2OH) + 2.M(H_2O)}$$

$$UA = \frac{206,0}{134,0 + 102,0 + 68,0 + 122,5 + 19,0 + 33,0 + 2 \times 18,0} = \frac{206,0}{514,5} = 40,04\%$$

2.3. **(0,25 pt)** Plus l'indicateur est proche de 1 et plus le procédé est économe en termes d'utilisation des atomes (moins la synthèse génère des déchets). Le procédé BHC avec un UA de 77% (= 0,77) répond mieux à la minimisation des déchets que le procédé Boots (UA de 40%). *

/5

Partie 3 : Dosage de l'ibuprofène dans un médicament

3.1. (0,5 pt) L'ibuprofène se dissout dans l'éthanol grâce à sa grande solubilité dans ce dernier. **
Les excipients ne sont pas dissous lors de cette étape. Au cours de la filtration, ils seront retenus dans le filtre.
Cette étape a permis de purifier l'ibuprofène.

3.2. (0,25 pt) $RCOOH + HO^- \rightarrow RCOO^- + H_2O$ *

3.3. (0,25 pt) À l'équivalence l'ibuprofène est totalement consommé. Au delà de l'équivalence, les ions HO^- ajoutés ne réagissent plus, ils sont alors responsables d'une forte augmentation du pH. La phénolphtaléine change de couleur (incolore → rose) et permet le repérage de l'équivalence. *

3.4. (0,75 pt) À l'équivalence les réactifs ont été introduits dans les proportions stœchiométriques : **
$n(RCOOH)_{initiale} = n(HO^-)_{versée}$

$$\frac{m(RCOOH)}{M(RCOOH)} = c_B.V_{éq}$$

$m(RCOOH) = c_B.V_{éq}.M(RCOOH)$ *

$m(RCOOH) = 1{,}50\times10^{-1} \times 12{,}8\times10^{-3} \times 206{,}0 = 0{,}396$ g = **396 mg**

3.5. (0,25 pt) Écart relatif : $\frac{|m_{exp} - m|}{m}$

Écart relatif = $\frac{|396 - 400|}{400} = 1{,}00\%$ *

Ce faible écart relatif confirme l'indication portée sur l'étiquette du médicament.

/4

Exercice III : La télémétrie LASER TOTAL /10 => /5

1. Les pendules de Galilée

1.1. **(0,25 pt)** Deux expressions employées dans le texte pour désigner une oscillation : *
« d'aIIées et venues » et « vibrations ».

1.2. **(0,25 pt)** Galilée désigne la position d'équilibre du pendule par l'expression *
« la position perpendiculaire ».

1.3.1. **(0,25 pt)** Influence de la masse m de la boule sur la période du pendule :
Galilée indique que les périodes du corps pesant (boule de plomb) et du corps léger *
(boule de liège) coïncident parfaitement. Il montre ainsi que la masse n'a aucune influence sur la période du pendule.

1.3.2. **(0,25 pt)** Galilée indique que les vibrations du liège sont davantage ralenties que celles du plomb. *
Donc le pendule en plomb est moins sensible aux frottements que le pendule en liège.

1.3.3. **(0,25 pt)** Galilée indique que les arcs décrits par le liège ou le plomb sont traversés en des temps égaux. *
Il dit aussi que l'action du milieu gêne le mouvement sans toutefois modifier la fréquence.
Il montre ainsi que la période des oscillations ne dépend pas des frottements.

1.4. **(0,5 pt)** L'énoncé indique « Un pendule simple possède un fil de longueur ℓ très supérieure à la taille du solide ».
Galilée a utilisé des fils longs de quatre coudées, donc ℓ = 4×0,57 = 2,28 m ; au **
regard de la précision de la mesure disons que les fils mesurent environ 2 mètres.
Cette longueur étant sans aucun doute très supérieure au diamètre des boules employées, on peut dire que les pendules de Galilée sont des pendules simples.
(De plus l'énoncé indique que le fil est de « masse négligeable » or Galilée a utilisé « deux fils très fins ».)

1.5. **(0,5 pt)** $T = 2\pi.\sqrt{\frac{\ell}{g}}$

$T = 2\pi.\sqrt{\frac{4\times 0,57}{9,81}}$ = **3,0 s** **

/4,5

2. Un pendule dans un champ magnétique

Animation sur le pendule simple à consulter : http://wontu.fr/animation-pendule-simple.htm

2.1. **(0,5 pt)** Le sujet indique que la bille est soumise à une force magnétique verticale. Cette force peut donc compenser ou accentuer la force poids $\vec{P}$ verticale due au champ de pesanteur $\vec{g}$. Ce qui équivaut à simuler une variation de l'intensité g de la pesanteur. **

2.2. **(0,25 pt)** Le vecteur champ de pesanteur $\vec{g}$ est vertical et orienté vers le bas, pour simuler un accroissement de la pesanteur alors la force magnétique doit également être orientée vers le bas. *

2.3. **(0,25 pt)** On peut simuler un affaiblissement de l'intensité de la pesanteur en orientant de la force magnétique vers le haut, pour cela on peut changer le sens du courant dans les bobines de Helmholtz. *

2.4. **(0,25 pt)** La période du pendule a pour expression $T = 2\pi.\sqrt{\frac{\ell}{g}}$. *

Si ℓ est constante et que g augmente alors la période T du pendule diminue.

2.5.1. **(0,25 pt)** Pour mesurer la période avec une meilleure précision, il faut mesurer la durée Δt d'un grand nombre N de périodes, puis calculer $T = \frac{\Delta t}{N}$. *

2.5.2.1. **(0,75 pt)** *Il ne faut pas calculer g car cela est demandé à la question suivante…*

Calculons la période du pendule en l'absence de courant électrique : $T = 2\pi.\sqrt{\frac{\ell}{g}}$ **

$T = 2\pi.\sqrt{\frac{0,50}{9,81}}$ = 1,4 s. *

En présence de courant, la **période est plus grande** puisqu'elle vaut 1,5 s.
Si ℓ est constante et que T augmente alors l'intensité g du champ de pesanteur diminue.
Le dispositif a simulé une **diminution de la pesanteur**.

2.5.2.2. **(0,5 pt)** Calculons la valeur de l'intensité du champ de pesanteur apparent. **

$T = 2\pi.\sqrt{\frac{\ell}{g}}$

$T^2 = 4\pi^2.\frac{\ell}{g}$

$g = 4\pi^2.\frac{\ell}{T^2}$

$g = 4\pi^2 \times \frac{0,50}{1,5^2}$ = 8,8 $m.s^{-2}$ < 9,81 $m.s^{-2}$ ce qui confirme que le dispositif simule une diminution de la pesanteur.

/5,5