

Phelps: «De nouveau moi-même»

La star américaine de la natation, Michael Phelps, a confié vendredi à la presse son bonheur retrouvé après ses soucis judiciaires de ces derniers mois.



Moins de deux mois après sa condamnation pour conduite en état d'ébriété, Michael Phelps s'est adressé à la presse, vendredi à Munich, et semblait toujours aussi positif. «Je me suis rarement senti aussi bien dans l'eau que ces derniers temps. L'entraînement, l'ambiance, c'est tout du plaisir», a déclaré le nageur américain, de passage pour un salon de l'équipement sportif. «J'essaie de rebâtir une forme physique de base, a souligné l'homme aux 18 titres olympiques, car honnêtement, je n'avais pas vraiment de base entre 2009 et 2012, j'ai vécu sur l'acquis de ce que j'avais construit durant les années précédentes. Et au final, j'étais rincé.»

Partie A : Un plongeur dans la piscine.

Dans tout l'exercice le mouvement du centre d'inertie du plongeur de masse 70,0 kg est étudié dans le repère d'axes (Ox, Oy) représenté sur la figure 6. Le point O est au niveau de la surface de l'eau et l'altitude du centre d'inertie G du plongeur est notée y.

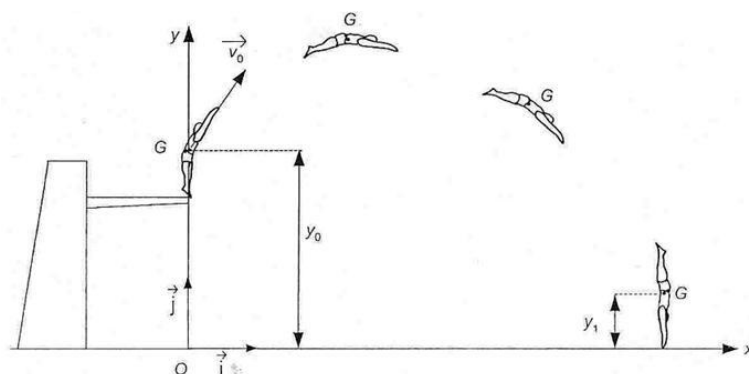
On prendra pour la valeur du champ de pesanteur $g = 9,80 \text{ m.s}^{-2}$ et on considèrera que le référentiel terrestre est galiléen.

1. Saut du plongeur

Dans toute cette première partie on néglige l'action de l'air sur le plongeur au cours de son mouvement et on admet que lors du saut, les mouvements de rotation du plongeur ne perturbent pas le mouvement de son centre d'inertie G.

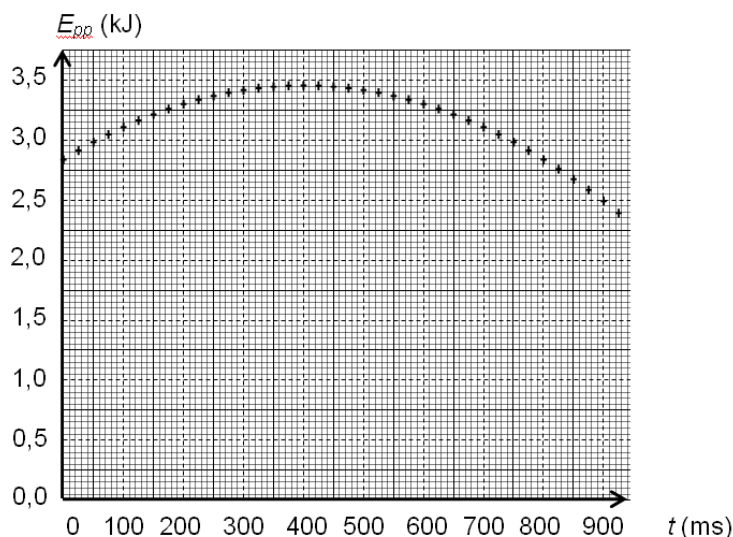
On note y_0 l'ordonnée du centre d'inertie du plongeur juste avant le saut et $\vec{v}_0$ sa vitesse initiale.

On donne $v_0 = 4,0 \text{ m.s}^{-1}$ et $y_0 = 4,0 \text{ m}$.



1.1. On considère le système {plongeur} dans le champ de pesanteur terrestre. On a représenté en figure ci-contre, l'évolution de l'énergie potentielle de pesanteur du système au cours du temps lors d'une partie de la phase de mouvement étudiée. On précise que la référence de l'énergie potentielle E_{pp} est prise au niveau de la surface de l'eau. On rappelle que, dans ces conditions, l'énergie potentielle de pesanteur du système, à l'altitude y, a pour expression : $E_{pp} = mgy$.

On note t_s la date à laquelle l'énergie potentielle de pesanteur est maximale.



En utilisant le graphique déterminer l'altitude y_s à laquelle se situe le centre d'inertie G du plongeur à l'instant de date t_s .

1.2. Le but de cette question est de déterminer la valeur de la vitesse du centre d'inertie du plongeur au moment où ses mains touchent l'eau.

1.2.1. Donner l'expression de l'énergie mécanique du système {plongeur en interaction avec la Terre} en fonction des grandeurs m , g , y et de la valeur de la vitesse v du centre d'inertie du plongeur.

1.2.2. En justifiant la réponse, dire comment cette énergie évolue au cours du temps.

On rappelle que, dans cette partie, l'action de l'air sur le plongeur est négligée.

Lorsque les mains du plongeur entrent en contact avec l'eau, le centre d'inertie du plongeur se situe à une hauteur y_1 , au dessus de l'eau (voir figure 6).

1.2.3. À cet instant de date t_1 donner l'expression, en justifiant la réponse, de l'énergie cinétique du plongeur en fonction de v_0 , m , g , y_0 et y_1 .

1.2.4. Calculer sa valeur sachant que $y_1 = 1,0$ m.

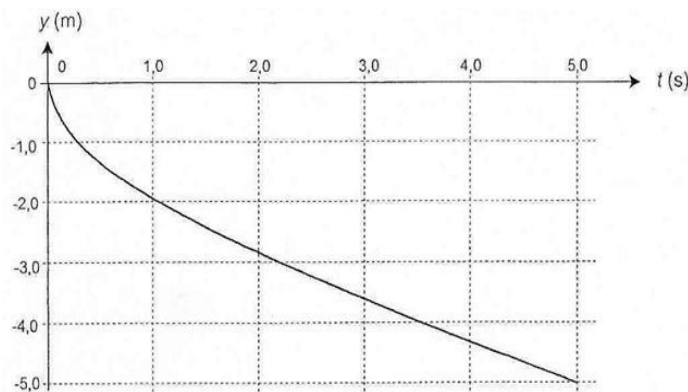
1.2.5. En déduire l'expression de la valeur de la vitesse v_1 à l'instant de date t_1 . Calculer sa valeur.

2. Mouvement dans l'eau

Le mouvement du centre d'inertie G du plongeur est considéré comme vertical dans cette partie. La profondeur du bassin dans lequel évolue le plongeur est de 5,0 m.

La figure ci-contre, résulte d'une simulation et représente l'évolution de l'altitude y du centre d'inertie du plongeur au cours du temps. On précise que l'on a pris comme origine des dates l'instant où le centre d'inertie atteint la surface de l'eau.

Pour pouvoir remonter, le plongeur doit redresser son buste. On estime que le plongeur agit activement pour amorcer sa remontée 1,0 s après que son centre d'inertie a atteint la surface de l'eau. De plus, on considère que le centre d'inertie du plongeur se situe toujours à 1,0 m de ses mains tendues.



Au moment où il amorce sa remontée, les mains du plongeur ont-elles atteint le fond du bassin ? Justifier la réponse.

Partie B : Des compléments alimentaires pour la forme !

Document 1 :



Créatine enrichie longue durée, Complément alimentaire masse musculaire

Ce produit est Certifié W.A.D.A. (A.M.A.) organisme mondial pour la lutte contre le dopage. Power Formula - PowerBoost augmente la puissance et retarde la fatigue lors des efforts de courte durée ou des activités de sprint, augmente également l'explosivité et la masse musculaire sèche. Ce produit contient des acides aminés.

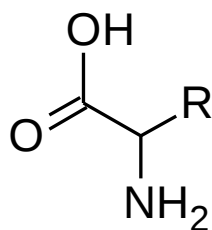
Document 2:

Les acides aminés (ou amino-acides) sont des composés possédant à la fois un groupement caractéristique **carboxyle** — COOH et un groupement caractéristique **amine** — NH_2 .

Les acides α -aminés sont des acides aminés dans lesquels les deux groupements fonctionnels sont portés par le même atome de carbone, appelé carbone α .

Dans le cas de la plupart des acides α -aminés, en plus du groupement — NH_2 , le carbone α porte un atome d'hydrogène et un groupement noté R, appelé « résidu ». Ce dernier peut être constitué uniquement d'atomes de carbone et d'hydrogène, mais il peut aussi comporter des groupements fonctionnels comme les groupements hydroxyle, amine, carboxyle ou thiol (— SH).

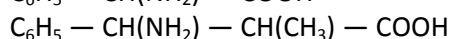
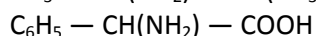
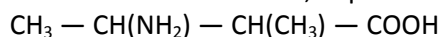
Représentation générale d'un acide α -aminé en formule topologique :



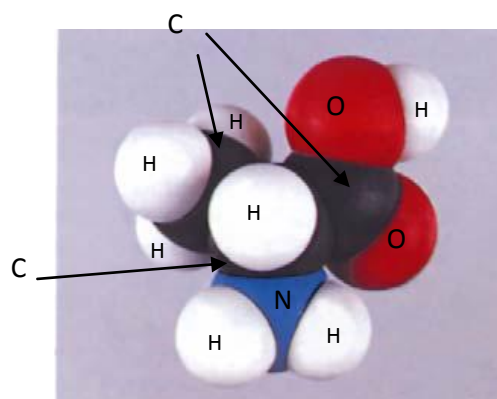
Les acides α -aminés sont très importants en biologie. Ils sont en effet les constituants principaux des protéines. Ils se différencient les uns des autres par leur résidu R. On peut donc théoriquement faire une infinité d'acides aminés. Cependant, on constate que, chez l'Homme, comme chez de nombreuses espèces, seule une vingtaine d'acides aminés différents sont incorporés dans les protéines lors de la traduction.

Questions :

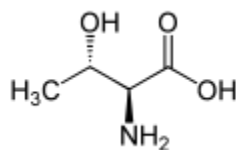
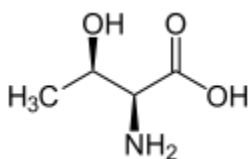
1. Parmi les acides suivants, lequel est un acide α -aminé ?



2. Voici le modèle compact de l'Alanine.



- En déduire sa représentation semi-développée puis sa représentation topologique.
 - Sur l'une des représentations ci-avant, entourer et nommer les groupes fonctionnels.
 - La molécule est-elle chirale ? Justifier.
 - Représenter les deux énantiomères de l'Alanine en représentation de Cram.
3. a. Représenter la formule topologique de l'acide aminé : Cystéine dont le résidu R est : $\text{CH}_2\text{-SH}$.
b. Représenter les deux énantiomères, pour chaque molécule, en utilisant la représentation de Cram (*avec le H en arrière*).
4. Voici deux représentations de Cram de la Thréonine.



- Identifier le groupe R appelé « résidu ».
- Faire apparaître le ou les carbones asymétriques.
- Quelle est la relation de stéréoisomérisie entre les deux représentations ci-dessus ?



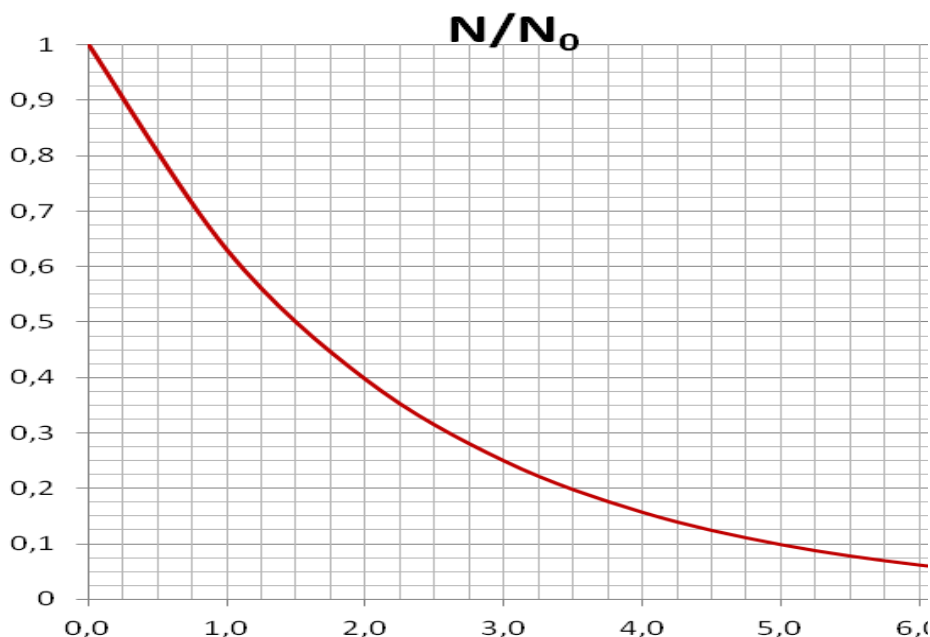
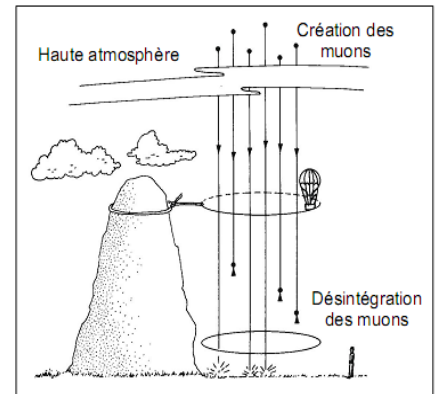
La preuve expérimentale de la dilatation du temps: Expérience des muons de B. Rossi et D. B. Hall en 1941.

Les muons sont des particules élémentaires produites dans la haute atmosphère lors de chocs avec les protons du rayonnement cosmique. Les muons se désintègrent spontanément pour donner d'autres particules. Si on a N_0 muons à l'instant $t = 0$, on observe qu'à un instant ultérieur t il en reste $N < N_0$.

Exemple : au bout d'une durée $t_{1/2} = 1,5 \mu\text{s}$ (mesurée dans un référentiel où les muons sont au repos) il en reste la moitié soit $N_0/2$.

$t_{1/2}$ est appelée la *demi-vie* des muons.

Le graphique ci-dessous représente N/N_0 en fonction du temps en μs .



L'expérience consistait à compter le nombre N_1 de muons détectés par heure au sommet du Mount Washington (New Hampshire à l'altitude 1910 m) ainsi que celui N_2 détecté au niveau de la mer (altitude 3 m).

Le compteur fut réglé pour compter les muons ayant une vitesse égale à $0,995c$.

Les résultats furent les suivants: $N_1 = 563 \pm 10$ muons et $N_2 = 408 \pm 9$ muons.

1. Montrer que la durée Δt mise par les muons pour parcourir les 1907 m est d'environ $6,4 \mu\text{s}$.
2. Comparer cette durée à leur demi-vie.
3. En utilisant le graphique joint, combien de muons devrait-on mesurer au niveau de la mer ?
4. Que peut-on en conclure ?

L'intervalle de temps entre les événements "le muon passe au Mount Washington" et "le muon passe au niveau de la mer" est un intervalle de temps propre Δt_0 pour le muon et un intervalle de temps impropre Δt ,

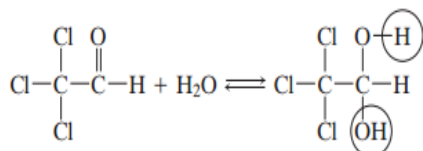
beaucoup plus grand, pour l'observateur terrestre tel que $\Delta t = \gamma \Delta t_0$ avec $\gamma = 1/\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$

5. Sachant que $\Delta t = 6,4 \mu\text{s}$ et $v = 0,995c$ calculer le coefficient de dilatation puis la durée du parcours Δt_0 vue par le muon.
6. La demi-vie de $1,5 \mu\text{s}$ étant un intervalle de temps propre pour le muon, estimer le nombre N_2 de muons atteignant le sol au bout de la durée Δt_0 (en utilisant le graphique). Donner un résultat sous la forme d'un intervalle.
7. Comparer aux résultats expérimentaux. Conclure.

Document 1 :

In the 1930s and 1940s, Dashiell Hammett (1894–1961) created the genre of the “hard-boiled” detective novel with books such as *The Maltese Falcon* and *The Thin Man*. A common occurrence in this literature was a character who “slipped someone a Mickey Finn”—a dose of the sedative known as chloral hydrate dissolved in a drink that contains alcohol.

Chloral hydrate is a white solid formed by adding a molecule of water across the C=O double bond in the corresponding aldehyde.



Document 2 :

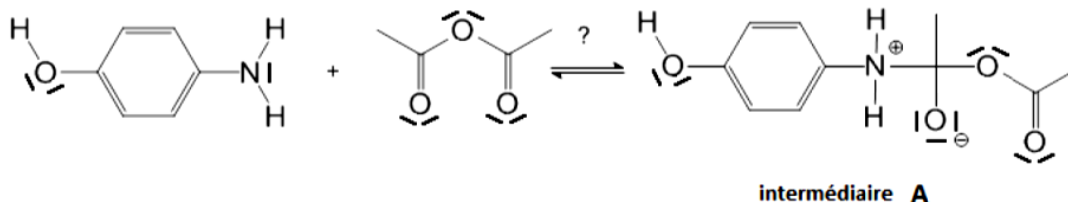
Most of our knowledge of the mechanisms of chemical reactions has come from the study of the factors that influence the rate of these reactions. The type of reaction that has been studied more than any other involves attack by a nucleophile on a saturated carbon atom. Consider the following reaction, for example, which converts an alkyl bromide into an alcohol.



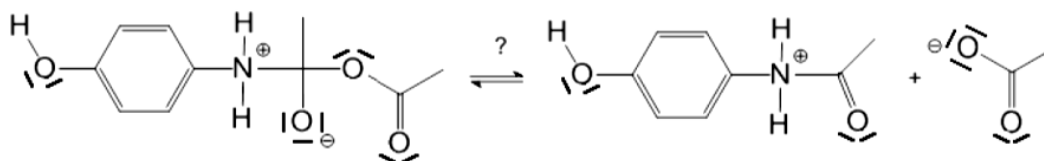
In the course of the reaction, one nucleophile (the OH^- ion) is substituted for another (the Br^- ion). This is therefore a **nucleophilic substitution reaction**.

Document 3: Le mécanisme simplifié de la réaction de synthèse du paracétamol peut être modélisé par les trois étapes représentées :

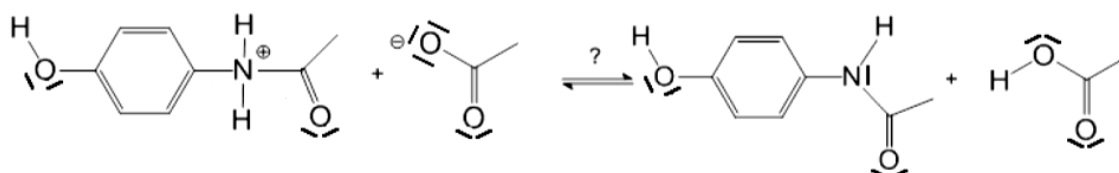
Étape n°1



Étape n°2



Étape n°3



- 1- Indiquer le type de réaction dans les documents 1 et 2.
- 2- Reproduire sur votre copie les réactifs de la réaction étudiée document 3. Identifier les sites donneurs et accepteurs de doublets d'électrons. Quel est le nom donné à ces sites ?
- 3- Sur le document 3, étape n°1, représenter la (ou les) flèche(s) courbe(s) qui rend(ent) compte de l'obtention de l'intermédiaire A.
- 4- Indiquer la catégorie de chacune des réactions des trois étapes du mécanisme.

Exercice 1

Partie A : Un plongeur dans la piscine.

1. Saut du plongeur

1.1. $E_{pp, \max} = m \cdot g \cdot y_s$ soit $y_s = \frac{E_{pp, \max}}{m \cdot g}$

Graphiquement, pour $t = t_s = 400 \text{ ms}$, $E_{pp, \max} = 3,45 \text{ kJ} = 3,45 \times 10^3 \text{ J}$ alors $y_s = \frac{3,45 \times 10^3}{70,0 \times 9,80} = 5,03 \text{ m}$.

1.2.1. Énergie mécanique du système {plongeur en interaction avec la Terre} :

$$E_m = E_c + E_{pp} = \frac{1}{2} m \cdot v^2 + m \cdot g \cdot y$$

1.2.2. L'action de l'air sur le plongeur est négligée donc l'énergie mécanique se conserve au cours du mouvement, soit $E_m = \text{Cte}$.

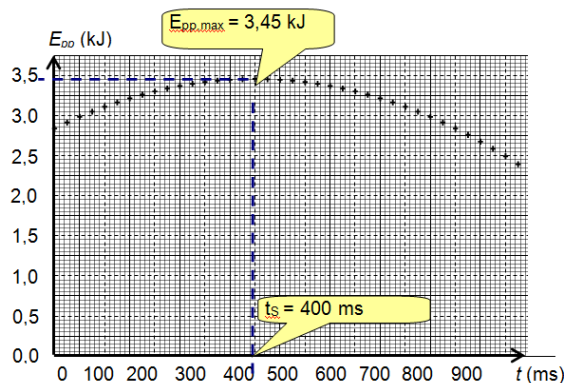
1.2.3. Entre les dates $t_0 = 0$ et t_1 , la conservation de l'énergie mécanique impose : $E_m(t_0) = E_m(t_1)$

$$\text{donc } E_c(t_0) + E_{pp}(t_0) = E_c(t_1) + E_{pp}(t_1)$$

$$E_c(t_1) = E_c(t_0) + E_{pp}(t_0) - E_{pp}(t_1) = \frac{1}{2} m \cdot v_0^2 + m \cdot g \cdot y_0 - m \cdot g \cdot y_1 = \frac{1}{2} m \cdot v_0^2 + m \cdot g \cdot (y_0 - y_1)$$

$$E_c(t_1) = \frac{1}{2} \times 70,0 \times (4,0)^2 + 70,0 \times 9,80 \times (4,0 - 1,0) = 2,6 \times 10^3 \text{ J} = 2,6 \text{ kJ}$$

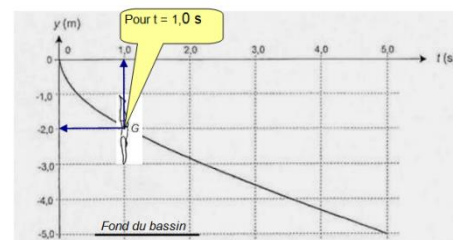
1.2.4. $E_c(t_1) = \frac{1}{2} m \cdot v_1^2$ donc $v_1 = \sqrt{\frac{2E_c(t_1)}{m}} = \sqrt{\frac{2 \times 2,6 \cdot 10^3}{70,0}} = 8,6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.



2. Mouvement dans l'eau.

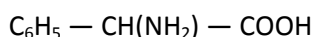
2.1. Lorsque le plongeur amorce sa remontée à la date $t = 1,0 \text{ s}$, son centre d'inertie est situé à $2,0 \text{ m}$ sous la surface de l'eau ($y = -2,0 \text{ m}$) et ses mains sont situées à $2,0 + 1,0 = 3,0 \text{ m}$ sous la surface de l'eau.

La profondeur du bassin étant de $5,0 \text{ m}$, les mains du plongeur ne touchent pas le fond lorsqu'il amorce sa remontée.



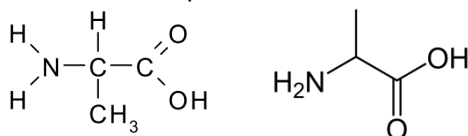
Partie B : Des compléments alimentaires pour la forme !

1. Parmi les acides suivants, lequel est un acide α -aminé ?



2. Alanine.

a. En déduire sa représentation semi-développée puis sa représentation topologique.

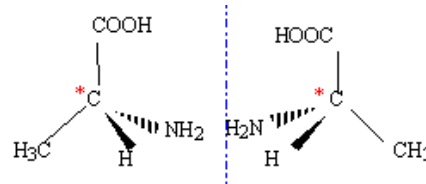


b. Sur l'une des représentations ci-avant, entourer et nommer les groupes fonctionnels.

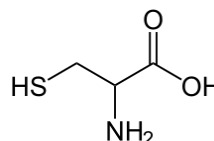
Présence d'un groupement carboxyle (COOH) et d'un groupement amine (NH2)

c. La molécule possède un carbone asymétrique, la molécule est donc chirale.

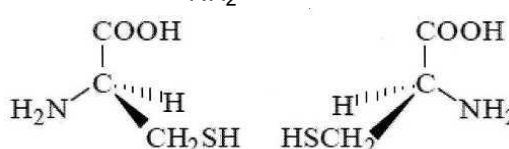
d. Représenter les deux énantiomères de l'Alanine en représentation de Cram.



3.a. Représenter la formule topologique de l'acide aminé : Cystéine dont le résidu R est : $\text{CH}_2\text{-SH}$.



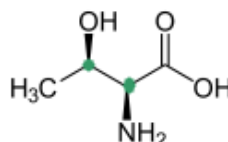
3b. Représenter les deux énantiomères, pour chaque molécule, en utilisant la représentation de Cram (avec le H en arrière).



3. Voici deux représentations de Cram de la Thréonine.

a. Le groupe R appelé « résidu » : $R = CH(OH)CH_3$

b. Faire apparaître le ou les carbones asymétriques

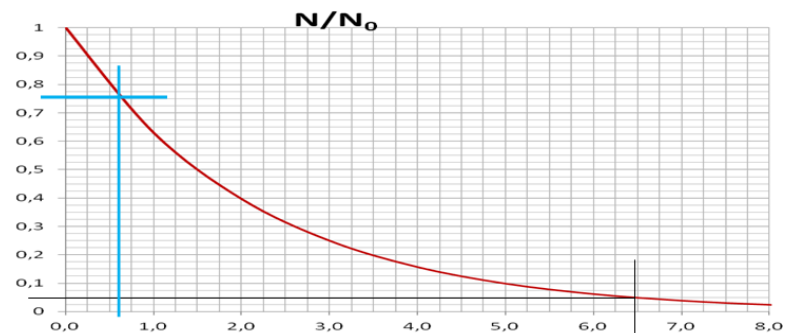


c. Les deux représentations correspondent à des diastéréoisomères (elles ont même formule plane mais ce ne sont pas des images l'une de l'autre).

Exercice 2 : La preuve expérimentale de la dilatation du temps

- 1) La durée Δt mise par les muons pour parcourir les 1907 m. est $t = d/V = 1907 / (0.995 \cdot 3 \cdot 10^8) = 6,4 \cdot 10^{-6} s$
- 2) La demi-vie est égale à 1,5 μs . La durée mise par les muons est donc égale à environ $4 \times t_{1/2}$.

- 3) D'après le graphique à $t = 6,4 \mu s$, $N/N_0 = 0,05$
soit $N = 0,05 \cdot N_0 = 0,05 \cdot 563 = 28$
muons au niveau de la mer.



- 4) On observe en fait 408 muons, soit environ quinze plus de muons !

- 5) On a : $\Delta t = \gamma \cdot \Delta t_0$ avec $\gamma = 1 / \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$. Calculons le coefficient de dilatation : $\gamma = 10$.

La durée propre est donc $\Delta t_0 = \Delta t / 10 = 0,64 \mu s$

- 6) Au bout de la durée $\Delta t_0 = 0,64 \mu s$, on note $N/N_0 = 0,75$.

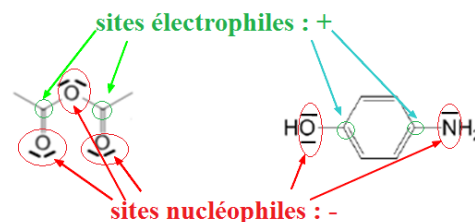
On a donc $N = 0,75 \cdot N_0$. En prenant $n_0 = 573$ et $N_0' = 553$ on trouve N_2 compris entre 415 et 430 muons

- 7) On calcule $N_2 = 422 \pm 8$ muons et on observe $N_2 = 408 \pm 9$ muons. On observe un léger décalage entre les mesures expérimentales et théoriques.

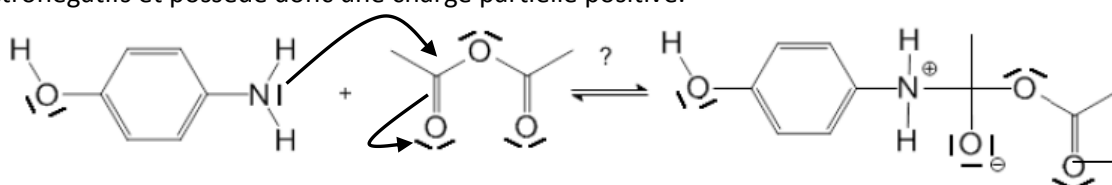
Exercice 3

1. Le document 1 correspond à une réaction d'**addition**, le document 2 à une réaction de **substitution**.

2. Les deux sites donneurs de doublets d'électrons sont l'atome d'oxygène O et l'atome d'azote N grâce à leurs doublets non liants. (On peut également dire qu'ils sont liés à des atomes moins électronégatifs (H et C) et possèdent donc une charge partielle négative). Ces sites sont appelés sites **nucléophiles**. Les sites accepteurs d'électrons, appelés sites **électrophiles** sont les atomes de carbones liés à des oxygènes.



3. En observant le produit, on remarque qu'une liaison C – N s'est formée. Il y a donc eu un mouvement de doublet entre ces deux atomes. L'atome d'azote N est un site donneur de doublets d'électrons (cf 2.) tandis que l'atome de carbone auquel il se lie est un site accepteur car il est lié à deux atomes d'oxygène O plus électronégatifs et possède donc une charge partielle positive.



4. L'étape 1 est une réaction d'**addition** (2 réactifs et un seul produit)

L'étape 2 est une réaction d'**élimination** (un seul réactif et deux produits).

L'étape 3 est une réaction **acido-basique**.

L'atome d'azote cède un proton H^+ qui est accepté par le O^- de l'ion éthanoate.

