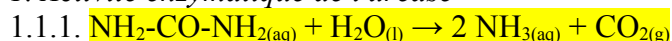


Correction épreuve de physique-chimie – bac 2013

Exercice I : un catalyseur enzymatique, l'uréase

1. Activité enzymatique de l'uréase



1.1.2. Le temps de demi-réaction est la durée nécessaire pour que l'avancement soit égal à la moitié de l'avancement maximal : $x(t_{1/2}) = x_{\text{max}}/2$

1.1.3. Toutes conditions expérimentales égales par ailleurs, le temps de demi-réaction sans uréase est de 60 ans tandis qu'avec il tombe à $2 \cdot 10^{-5}$ s. Par conséquent, l'uréase qui n'est ni un réactif, ni un produit est un catalyseur de la réaction puisqu'il diminue le temps de demi-réaction.

1.2.1. La température est un facteur cinétique : elle contribue à augmenter la vitesse de réaction, c'est à dire à diminuer le temps de demi-réaction.

1.2.2. Dans le document 1, on observe un pic d'activité de l'uréase à 60 °C. Par conséquent pour une température inférieure à 60 °C, une augmentation de température favorise la cinétique de la réaction. En effet, l'uréase joue un rôle majeur dans la cinétique de la réaction et plus son activité est élevée et plus la réaction est rapide. Par contre, au-delà de 60 °C, l'activité de l'uréase diminue avec la température, par conséquent une augmentation de la température induit un ralentissement de la réaction.

1.2.3. Dans le cas général, la température augmente la cinétique de la réaction en favorisant les chocs inter-moléculaires. Dans le cas d'une réaction catalytique, on peut faire l'hypothèse qu'une augmentation de la température casse les liaisons hydrogène et ainsi modifie la structure tri-dimensionnelle du catalyseur. Comme il est dit que la réaction catalysée se produit au sein des replis, on peut imaginer qu'à partir d'une certaine température, ces sites actifs sont détruits faisant ainsi diminuer fortement l'activité catalytique de la macromolécule.

2. L'uréase dans le milieu stomacal

2.1. le pH d'un acide fort est donné par la relation $\text{pH} = -\log(c)$.

Avec $c = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, on trouve $\text{pH} = -\log(1,0 \cdot 10^{-2}) \rightarrow \text{pH} = 2$

2.2. le pK_A du couple $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$ étant de 9,2, les ions ammonium NH_4^+ prédominent pour un pH inférieur à 9,2 et c'est l'ammoniac NH_3 qui prédomine pour un pH supérieur à 9,2.

Ainsi, pour un pH égal à 2, c'est NH_4^+ qui prédomine.

2.3. La sécrétion d'ammoniac dans l'environnement de la bactérie a pour conséquence une diminution de la concentration en ions oxonium H_3O^+ . En effet, les ions oxonium H_3O^+ sont les réactifs d'une réaction avec l'ammoniac.

Cette diminution de la concentration en ions H_3O^+ a pour conséquence une augmentation du pH, ce dernier étant une fonction décroissante de la concentration en ions H_3O^+ .

2.4. Au pH de l'estomac, l'activité de l'uréase est nulle. Par conséquent, l'uréase ne peut pas être seule cause de la dégradation de l'urée par l'eau et d'autres molécules sont forcément impliquées.

Exercice II – Principe de fonctionnement d'un GPS

1. A propos de la localisation

Avec une échelle de 1,2 cm pour 100 km, une distance de 240 km correspond sur la carte à 2,9 cm.

L'automobiliste est donc sur le premier cercle centré sur Lyon.

340 km correspondent à 4,1 cm soit le 2ème cercle sur la carte. L'automobiliste a donc 2 positions possibles, l'une proche de Bourges tandis que l'autre du côté de la frontière entre la Suisse et l'Italie.

Comme il est dit dans l'énoncé qu'il sort d'une ville française, il est donc à Bourges.

2. Étude du mouvement d'un satellite

2.1. Le satellite est exclusivement soumis à la force gravitationnelle exercée par la terre :

$$\vec{F}_{T/GPS} = G \frac{M_T \cdot M_{GPS}}{d_{T-GPS}^2} \vec{n} \quad \text{où } \vec{n} \text{ est le vecteur unitaire porté par la droite portée par le centre de la Terre}$$

et celui du GPS et dirigé du satellite vers la Terre (vecteur normal dans le repère de Frénet).

Dans le référentiel géocentrique supposé galiléen, on peut appliquer la seconde loi de Newton qui s'écrit :

$$M_{GPS} \vec{a} = \vec{F}_{T/GPS} \quad \text{dans le cas où le satellite n'est soumis qu'à l'attraction exercée par la Terre avec } \vec{a},$$

vecteur accélération du satellite GPS.

Par conséquent, $M_{GPS} \vec{a} = G \frac{M_T \cdot M_{GPS}}{d_{T-GPS}^2} \vec{n}$ soit $\vec{a} = G \frac{M_T}{d_{T-GPS}^2} \vec{n}$. Le vecteur accélération est donc centripète.

D'autre part, si le mouvement du satellite est circulaire, son accélération s'exprime $\vec{a} = \frac{dv}{dt} \vec{t} + \frac{v^2}{d_{T-GPS}} \vec{n}$ dans le repère de Frénet.

Par identification avec l'expression $\vec{a} = G \frac{M_T}{d_{T-GPS}^2} \vec{n}$ nous obtenons $\frac{dv}{dt} \vec{t} = \vec{0}$ soit $\frac{dv}{dt} = 0$: si le mouvement est circulaire, alors il est uniforme.

2.2. Toujours en égalisant les 2 expressions $\vec{a} = G \frac{M_T}{d_{T-GPS}^2} \vec{n}$ et $\vec{a} = \frac{dv}{dt} \vec{t} + \frac{v^2}{d_{T-GPS}} \vec{n}$ nous pouvons

déduire que $\frac{v^2}{d_{T-GPS}} = G \frac{M_T}{d_{T-GPS}^2}$ soit $v^2 = G \frac{M_T}{d_{T-GPS}}$ → $v = \sqrt{\frac{G M_T}{d_{T-GPS}}}$

Or, puisque la distance d_{T-GPS} est égale à la somme du rayon de la Terre et de l'altitude h , on déduit

$$v = \sqrt{\frac{G M_T}{R_T + h}}$$

A.N. : $v = 3,89 \cdot 10^3$ m/s

2.3. Dans le cas d'un mouvement circulaire, $v = \frac{2\pi(R_T + h)}{T_{GPS}}$ par conséquent, $T_{GPS} = \frac{2\pi(R_T + h)}{v}$

A.N. : $T = 4,26 \cdot 10^4$ s soit 11,8 h : les satellites GPS font effectivement 2 révolutions par jour autour de la terre.

3. Précision des mesures

3.1. le calcul de la distance parcourue par les ondes électromagnétiques entre le satellite et le récepteur se fait en multipliant la vitesse de la lumière c par la durée du trajet.

Une erreur $\Delta t = 30$ ns = $30 \cdot 10^{-9}$ s sur cette durée implique une erreur sur la mesure de la distance :

$$\Delta l = c \cdot \Delta t \text{ soit } 3,00 \cdot 10^8 \cdot 30 \cdot 10^{-9} = 9,0 \text{ m.}$$

Ainsi pour bénéficier d'une précision de 10 m dans la direction de propagation du signal électromagnétique, il faut bien une précision de 30 ns sur la mesure de la durée du trajet.

3.2. La distance à parcourir est sensiblement égale à l'altitude moyenne des satellites. Par conséquent, la durée de parcours du signal électromagnétique est $t = l/c = 2,00 \cdot 10^7 / 3,00 \cdot 10^8 = 6,67 \cdot 10^{-2}$ s.

La précision relative est donc $\Delta t/t = 3 \cdot 10^{-8} / 6,67 \cdot 10^{-2} = 4,5 \cdot 10^{-7}$ soit $4,5 \cdot 10^{-5}$ %

3.3. La non prise en compte des effets relativistes entraîne un décalage de 38 μ s par jour. Le décalage significatif de 30 ns intervient donc au bout de $0,030/38 = 0,00079$ jour soit environ 1 minute.

4. Etude du signal GPS

4.1. Le signal est délivré à un débit de $50 \text{ bit} \cdot \text{s}^{-1}$. La durée totale du signal est de 4,5 ko soit $4,5 \cdot 10^3$ octet = $3,6 \cdot 10^4$ bit. Le signal est donc délivré en $3,6 \cdot 10^4 / 50 = 7,2 \cdot 10^2$ s.

En théorie il faudrait donc 720 secondes, soit 12 minutes pour que le récepteur reçoivent l'ensemble des paramètres du calcul envoyé par le GPS mais comme le récepteur garde en mémoire les paramètres reçus avant son dernier arrêt, cela lui permet de calculer la position avant d'avoir fini de recevoir l'ensemble des paramètres.

4.2. la superposition message + code vaut, en accord avec les explications de la page 5 :

non modifié | modifié
1 1 0 0 1 0 1 0 0 1 0 0 1 1 0 0 0 1 0 1

Exercice III – saveur sucrée

1 Analyse et synthèse de documents

Ceci n'est qu'une proposition de correction. Bien entendu elle est beaucoup trop longue. D'autre part,

l'énoncé ne proposant pas de problématique, d'autres angles étaient possibles.

On distingue trois catégories d'espèces sucrantes : les sucres, espèces chimique organiques contenant un groupe carbonyle C=O, les polyols ne contenant que des groupes hydroxyles OH et enfin des espèces chimiques de synthèse, les édulcorants. Le pouvoir sucrant de ces différentes espèces sucrantes est mesuré par des goûteurs, en faisant le rapport de la concentration massique d'une solution sucrante avec celle d'une solution de saccharose ayant la même saveur sucrée.

Trois exemples de sucres sont présentés dans le document 2 : le fructose de formule HO-CH₂-(CHOH)₃-CO-CH₂OH dans laquelle on a mis en évidence le groupe carbonyle, le glucose de formule HO-CH₂-(CHOH)₄-CHO et le saccharose issu de la réaction des 2 premiers. Ce dernier a par définition un pouvoir sucrant égal à 1,0 tandis que les 2 premiers ont un pouvoir sucrant respectif égal à 1,7 et 0,7. L'impact sur la santé des sucres est multiple : si l'on sait avec certitude que leur consommation favorise les caries, la relation entre consommation de sucres et les différentes pathologie nutritionnelle comme l'obésité et le surpoids n'est pas complètement établie. L'analyse des données du document 2 nous permet d'ores et déjà de conclure que pour atteindre un même pouvoir sucrant il faudra consommer plus de glucose que de fructose. Sachant que l'apport énergétique est sensiblement le même nous pourrions être tenté de recommander de consommer du fructose plutôt que du glucose afin de réduire l'apport énergétique mais les mécanismes d'assimilation de ces différents sucres étant complexe et différent, nous nous garderons des conclusions hâtives des études récentes alimentent la controverse quand à l'apport massif de fructose dans notre alimentation (voir [Metabolic effects of fructose and the worldwide increase in obesity](#) par exemple).

Les polyols sont des molécules ne présentant pas de groupe carbonyles mais que des groupes hydroxyles. Deux exemples sont cités dans le document 2 : le xylitol et le sorbitol. Le premier a un pouvoir sucrant de 1 pour un apport énergétique moindre que le saccharose tandis que le second a un pouvoir sucrant de 0,5 pour un apport énergétique de 13 kJ.kg⁻¹. Par conséquent, l'apport énergétique du sorbitol pour atteindre le même pouvoir sucrant que le saccharose est de 26 kJ.kg⁻¹ ce qui est supérieur au saccharose. Afin de réduire l'apport énergétique dans une alimentation occidentale riche, on privilégiera le xylitol plutôt que le sorbitol. L'avantage des polyols par rapport aux sucres réside dans la prévention des caries. En effet ces molécules ne sont pas connues pour favoriser cette pathologie. Néanmoins les effets néfastes de ces molécules ne sont pas encore connus et certaines études donnent des résultats controversés.

Dans la catégorie des édulcorants, le document 2 présente l'aspartame et l'acésulfame. Ces deux molécules de synthèse présente un pouvoir sucrant exceptionnel de 200 pour un apport énergétique quasi nul. C'est pourquoi ils sont largement utilisé dans l'industrie des aliments « Light ». Ils permettent d'obtenir des aliments ayant une saveur sucrée sans avoir recours aux sucres et les inconvénients liés aux apports énergétiques. Cependant ce beau tableau est terni par la méconnaissance que nous avons de l'impact de ces molécules sur l'organisme car comme dans le cas des polyols, la communauté scientifique n'a pas encore obtenu de conclusions claires.

2. La synthèse de l'aspartame

2.1. (a) & (c) = groupes carboxyliques ; (b) = amine ; (d) = amide

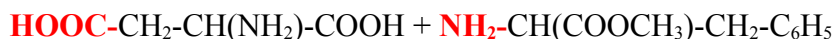
2.2. HOOC-CH₂-CH(NH₂)-COOH l'atome de carbone asymétrique est représenté en vert.

... représentation de Cram des 2 énantiomères, image l'une de l'autre dans un miroir.

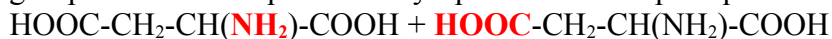
2.3. La synthèse de l'aspartame nécessite que le groupe (c) COOH réagisse avec la fonction amine de l'ester méthylique :



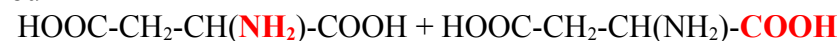
Or, sans protection du groupe caractéristique (a) ce dernier pourrait également réagir avec la fonction amine de l'ester :



Sans protection du groupe (b), c'est le groupe amine de l'acide aspartique qui pourrait réagir avec les groupes caractéristiques carboxylique de l'acide aspartique :



ou



C'est pourquoi pour obtenir l'aspartame, on doit bien protéger ces groupes caractéristiques afin d'éliminer toute réaction parasite.