

| | | |
|-----------------|-------------------|------------------------|
| TB | Chapitre C | Catalyse + orga |
| DS Bonus | | |

Banque « Agro-Veto »
A TB – 0426

PHYSIQUE-CHIMIE
RÉSOLUTION DE PROBLÈME
Durée : 3 heures

L'usage d'une calculatrice est autorisé pour cette épreuve.

Chaque candidat est responsable de la vérification de son sujet d'épreuve : pagination et impression de chaque page. Ce contrôle doit être fait en début d'épreuve. En cas de doute, il doit alerter au plus tôt le surveillant qui vérifiera et, éventuellement, remplacera son sujet.

Ce sujet comporte 8 pages numérotées de 1 à 8.

Si, au cours de l'épreuve, un candidat repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé, il le signale sur sa copie et poursuit sa composition en expliquant les raisons des initiatives qu'il a été amené à prendre.

Petit sujet bonus parce que canicule, donc pas de TP. Mais pas de panique on fera tout ça à la rentrée, mais pour vous faire patienter sans perdre le coup de stylo, on va se faire trois petites parties de sujet, sur la catalyse enzymatique, le mouvement des particules chargées et sur un peu de chimie orga parce que c'est important. Évidemment vous notez que ce sont les trois derniers chapitres qu'on a fait. Vous serez pas mal en passant une heure sur chaque partie

Ce problème est constitué de deux parties indépendantes :

Partie A : Un peu de sucre ?

Partie B : Au tour des électrons

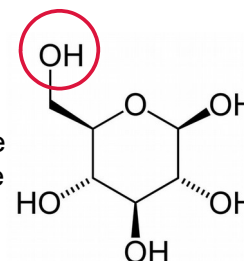
Partie C : Etude cinétique de la réaction de glycolyse

Les données numériques utiles à chaque partie sont regroupées à la fin de chacune d'entre elles.

Partie A – Un peu de sucre ?

Le glucose comme réactif d'intérêt

Dans cette seconde partie on va s'intéresser aux réaction que l'on peut faire avec le glucose afin de le rendre plus intéressant d'un point de vu industriel. On donne une représentation de Cram du glucose ci-contre :



- A1.** Combien de stéréoisomère de configuration possède le glucose ?
- A2.** Donner la configuration de tout les carbones asymétriques du glucose ci-contre.
- A3.** Quel serait la représentation de Cram de l'énantiomère du glucose ?

Le glucose **A** est mis en présence d'une base forte telle que le LDA afin d'obtenir un intermédiaire **B**.

- A4.** Rappeler la valeur du pK_a des deux couples acide/base d'un alcool.
- A5.** La fonction alcool qui réagit avec le LDA est celle entouré dans la représentation ci-dessus, expliquer la régiosélectivité observée.
- A6.** Donner le produit **B** obtenu ainsi que le mécanisme.

Une autre molécule de glucose **A'** est mise en présence de chlorure d'hydrogène H-Cl afin d'obtenir la molécule **B'**. La réaction entre **A'** et H-Cl se fait sur le groupement hydroxyle à l'opposé de celui entouré dans la représentation ci-dessus.

- A7.** Donner le mécanisme ainsi que la structure de **B'**.

On fait réagir les deux molécules obtenues **B** et **B'** l'une avec l'autre afin d'obtenir la molécule **C**.

- A8.** Donner la structure de **C** ainsi que le mécanisme.
- A9.** Comment ce nomme ce type de réaction ?
- A10.** Est-il possible de recommencer ce type d'enchaînement réaction une nouvelle fois ?
- A11.** Peut-on recommencer un nombre illimité de fois ? Qu'est ce qui peut poser problème pour un grand nombre de réactions ?

Partie B : Au tour des électrons

On s'intéresse ici au mouvement d'un électron de masse m et de charge électrique $-e < 0$ dans un champ électrique E . Le poids de l'électron sera négligé dans tout le problème, si bien que la seule force à prendre en compte est la force électrostatique.

Afin de comprendre le principe de fonctionnement des écrans cathodiques nous allons utiliser un modèle simplifié dans lequel le champ électrique est nul dans tout l'espace sauf entre les armatures métalliques d'un système de déviation où il prend une valeur constante $\vec{E} = -E_0 \cdot \vec{u}_y$ avec $E_0 > 0$.

La zone entre les armatures est délimitée par les équations suivantes :

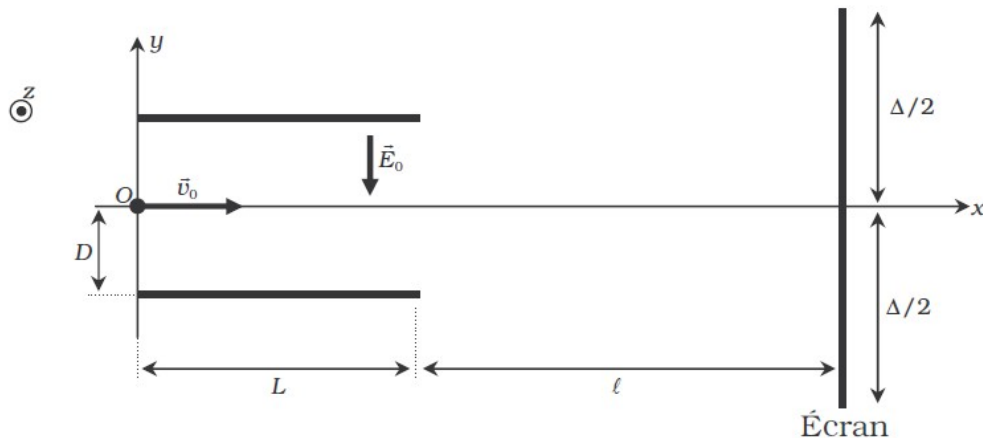
$$\left\{ \begin{array}{l} 0 < x < L \\ -D < y < +D \\ -d < z < +d \end{array} \right.$$

L'électron entre dans la zone de champ non nul à l'instant $t = 0$ en O avec une vitesse v_0 positive suivant l'axe \vec{u}_x

La vitesse v_0 a été communiquée par un dispositif électrique non représenté. L'électron sort ensuite de cette zone pour $x = L$ et finit sa course sur un écran, situé en $x = L + \ell$ où son impact active un pixel.

La taille de l'écran dans la direction (Oy) est notée Δ .

Le schéma de la figure suivante précise en partie ces données.



B1. Trouver les équations différentielles vérifiées par les coordonnées cartésiennes x , y et z de l'électron.

B2. Montrer que le mouvement est plan et préciser l'équation de ce plan.

B3. Déterminer $x(t)$, $y(t)$ et $z(t)$ en fonction de e , m , v_0 , E_0 et t .

B4. Établir l'équation cartésienne de la trajectoire entre les armatures. Quelle est la courbe associée à cette trajectoire ?

B5. Quelle condition doit vérifier D pour que l'électron puisse sortir de la zone des armatures ?

B6. Rappeler la forme générale du travail W d'une force F sur un trajet menant d'un point A à un point B .

B7. Par application du théorème de l'énergie cinétique, donner l'expression de l'énergie cinétique de l'électron en fonction de e , m , v_0 , E_0 et x .

B8. Vérifier l'expression de la question précédente en exprimant directement l'énergie cinétique et en utilisant seulement les résultats précédant pour déterminer la vitesse.

B9. Exprimer le vecteur vitesse \vec{v} , dans la base cartésienne, en fonction de e , m , L , v_0 et E_0 , avec lequel l'électron quitte la zone entre les armatures.

B10. Une fois que l'électron est sorti des armatures, quelle est la nature de son mouvement ? Justifier la réponse.

B11. Déterminer l'angle θ que fait cette nouvelle trajectoire avec l'axe (Ox). On donnera $\tan(\theta)$ en fonction de e , m , L , v_0 et E .

B12. Déterminer alors les coordonnées du point d'impact P de l'électron sur l'écran situé en $x = L + l$.

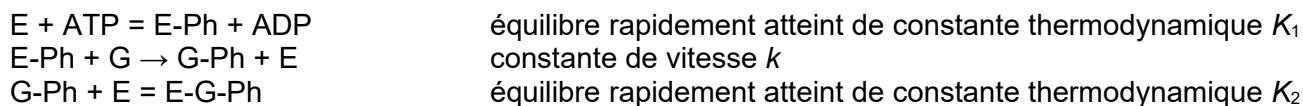
B13. Déterminer la dimension transversale maximale Δ de l'écran dans la direction y . On donnera le résultat uniquement en fonction de L , l et D .

B14. Proposer un dispositif permettant d'atteindre d'autres points de l'écran que ceux du plan $z = 0$.

Partie C : Étude cinétique de la réaction de glycolyse

Et pourquoi pas maintenant étudier un peu de glycolyse, comme ça on fait genre qu'on fait un peu de biologie aussi tant qu'à faire. La glycolyse est elle-même une succession de réactions qui commence par la formation de glucose-phosphate à partir de glucose et d'un ion phosphate catalysée par l'enzyme hexokinase. L'équipe de Purich a étudié particulièrement l'action de l'hexokinase et l'influence du glucose-phosphate. Les membres de l'équipe ont montré que le glucose-phosphate avait un rôle d'inhibiteur compétitif vis à vis de l'ATP.

Ils proposent en 1956 le modèle cinétique suivant :



où E est l'enzyme, G le glucose, G-Ph le glucose-phosphate, E-Ph le complexe enzyme-phosphate et E-G-Ph le complexe enzyme-glucose-phosphate.

Les concentrations en ATP, ADP, G-Ph et G seront considérées constantes sur l'intervalle de temps de l'étude.

C1. Écrire la relation de conservation de la matière de l'enzyme.

C2. Donner les deux relations liant les concentrations de certaines espèces aux constantes K_1 et K_2 .

C3. Dédire de **C1** et **C2**, l'expression de la concentration en enzyme-phosphate notée [E-Ph].

C4. Montrer que la vitesse initiale de formation de G-Ph peut se mettre sous la forme :

$$v_0 = \frac{v_{max}}{1 + \frac{K_M}{[ATP]_0}}$$

et exprimer v_{max} et K_M en fonction de k , K_1 , K_2 , $[E]_0$, $[G]_0$, $[ADP]_0$ et $[G\text{-Ph}]_0$.

L'équipe de Purich obtient les résultats suivants :

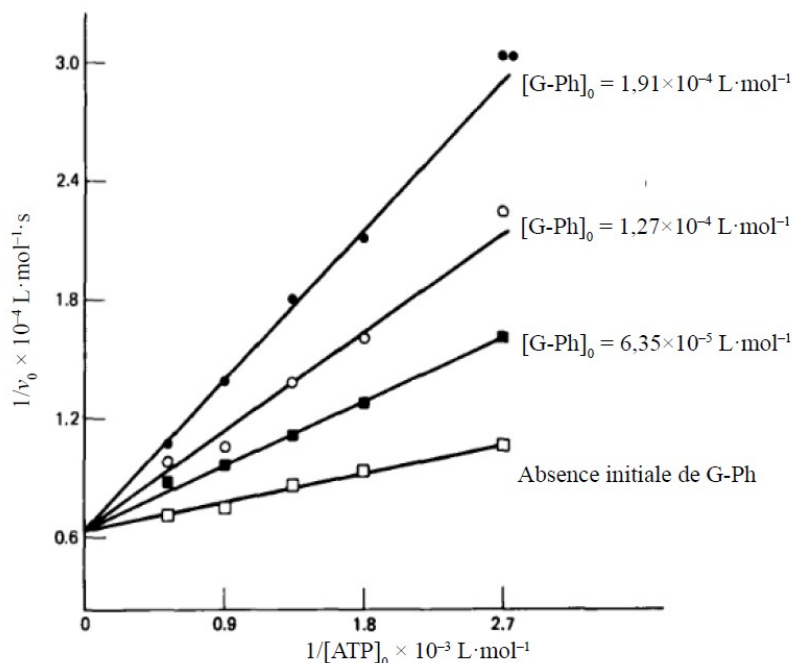


Figure 1 : Tracé de l'inverse de la vitesse initiale, $1/v_0$, en fonction de l'inverse de la concentration initiale en ATP, $1/[ATP]_0$, pour différentes concentrations initiales en glucose-phosphate $[G\text{-Ph}]_0$

C5. Expliquer si les résultats expérimentaux sont en accord avec le modèle cinétique proposé.