

La vie trépidante d'un serial gamer

Sébastien Bruneau - <http://sbeccompany.fr>

Spésup / Acadomia
Lundi 23 août 2010 / 9h-13h15
Stage préentrée PCSI/MPSI/PTSI

1 Une partie de SSX, comme toutes les autres

Un *serial gamer* (*SG*), accro de jeux vidéos à caractère sportif, joue une partie de SSX, un jeu de snowboard. Durant sa partie, notre *SG* accentue son stéréotype de personne coupée du monde réel, en tentant de se droguer au GHB.

1.1 Le GHB

L'acide γ -**Hydroxybutyrique**, ou GHB, connu aussi comme "drogue du viol", est un composé organique qui peut être qualifié de relaxant à très faible dose, euphorisant voire hypnotique à dose légèrement supérieure, mais qui peut aussi causer coma et dommages irréversibles à plus haute dose. Il est même utilisé en tant qu'anesthésiant dans le milieu médical. En nomenclature systématique, ce composé doit être nommé **Acide 4-hydroxybutyrique**.

Question 1. Donner la formule brute, la formule semi-développée, et la formule topologique du GHB.

Le GHB peut être synthétisé rapidement par hydrolyse d'un composé appelé γ -**Butyrolactone** (GBL). Cette réaction d'hydrolyse ne donne aucun sous-produit.

Question 2. Déterminer la structure du GBL. En déduire la structure du groupe caractéristique lactone.

Question 3. A quel type de réaction peut s'apparenter la réaction dans le sens indirect, appelée lactonisation ?

Question 4. Quelle est la particularité de cette réaction de lactonisation ?

Question 5. La lactonisation paraît-elle favorisée d'un point de vue énergétique ?

Le *SG* réalise fait réagir le 1,00 mL de GBL pur (densité de 1,1; $M = 86,1$ g/mol) avec 99 mL de soude millimolaire ($M = 40,0$ g/mol).

Question 6. Ecrire et nommer la nouvelle réaction. On notera K_1 la constante d'équilibre associée à cette réaction dans le sens direct.

Question 7. Nommer le seul produit formé, noté GHBS. Quels sont les deux types de liaisons présentes dans cette molécule ?

Question 8. *Ecrire la réaction pouvant produire le GHBS à partir du GHB en solution aqueuse. On notera K_1 la constante d'équilibre associée à cette réaction dans le sens direct.*

Question 9. *Déterminer le pH théorique de la solution obtenue par le SG. On supposera pour cela que K_1 est très élevée et que $K_2 = 1,00 \cdot 10^{-5}$*

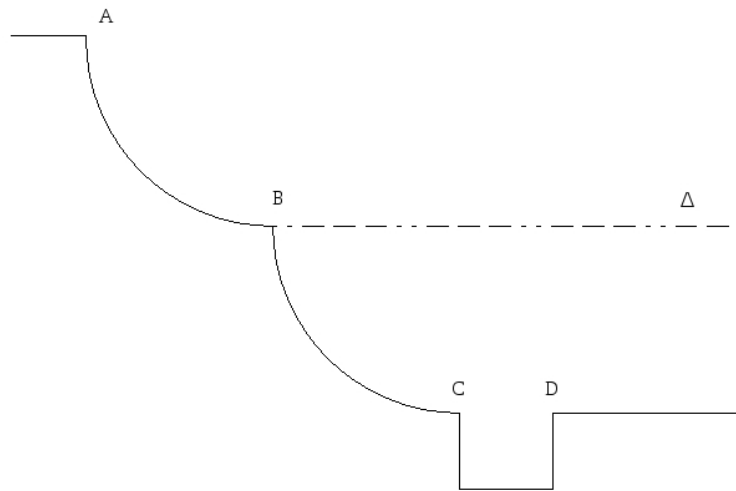
Question 10. *Quelle sera le premier effet de l'absorption orale de cette solution par le SG ?*

Pour pallier à ce problème, le SG dispose de solutions molaires de soude ou d'acide chlorhydrique et de toute la verrerie adaptée.

Question 11. *Proposer une méthode approchée pour redresser à un pH physiologiquement acceptable.*

1.2 Press start to begin

Le SG boit l'intégralité de sa composition personnelle juste avant de débiter une partie de SSX. Les effets ne sont pas immédiats. On prendra l'origine des temps $t = 0$ à cet instant dans le jeu et dans la vie réelle du SG.



Le profil ci-dessus représente le début du parcours enneigé du personnage dirigé le SG dans sa partie sur SSX. Nous allons tenté de vérifier si les trajectoires empruntées par le snowboarder sont physiques ou non.

Dans un premier temps, le snowboarder part du point A sans vitesse initiale, et suit donc l'arc de cercle AB. On suppose que le contact avec la piste s'effectue sans frottements. Au point B le snowboarder s'envole pour déterminer sur une portion plane, après le point D. Les dénivellées de A vers B et de B vers C sont respectivement de $h = -10 \text{ m}$. La fosse BC à une largeur $l = 2 \text{ m}$. On prendra $g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$.

Question 12. *Déterminer la vitesse v_B du snowboarder au point B, en fonction de la masse m de celui-ci et des autres grandeurs fixées précédemment. A.N.*

Question 13. *Déterminer en fonction de v_B la représentation paramétrique de la trajectoire vérifiée par le snowboarder après le point B. On se placera à cette fin dans un repère orthonormé (Bxy) dont l'axe (Bx) est défini par la droite Δ , vers la droite.*

Question 14. *Déterminer en fonction de v_B l'équation de la trajectoire $y=f(x)$ vérifiée par le snowboarder.*

Question 15. *Déterminer l'abscisse du point d'atterrissage du skieur et vérifier qu'il est ou non situé après D.*

Un peu plus loin sur le parcours, le snowboarder emprunte à nouveau un profil similaire au parcours ABCD vu précédemment, noté cette fois A'B'C'D'. Il arrive en A' avec une vitesse $v_{A'}$.

Question 16. *En utilisant les résultats des questions précédentes, déterminer la vitesse $v_{A'1}$ nécessaire pour atterrir au point D' et la vitesse $v_{A'2}$ pour atterrir au point B'. On utilisera un repère similaire, placé en A'.*

La vitesse est finalement trop faible pour arriver en B'. Le snowboarder atterrit en un point E' sur l'arc de cercle A'B', il glisse ensuite 2 mètres avant d'arriver au point B'.

Question 17. *Déterminer les coordonnées du point E' dans le repère (A'xy). En déduire la vitesse réelle en A' $v_{A'3}$.*

Le SG donne ensuite une impulsion au personnage qui ne possède plus en B' une vitesse horizontale, mais une vitesse faisant un angle α avec la droite Δ .

Question 18. *Déterminer une nouvelle fois l'équation de la trajectoire $y=f(x)$, cette fois dans un repère (B'xy), en fonction de $v_{B'}$*

Question 19. *Déterminer l'angle optimal α_{opt} permettant au snowboarder d'atterrir le plus loin possible après D.*

Question 20. *En considérant maintenant que le snowboarder en vol est soumis à une force de frottement supposée quadratique (c'est-à-dire dont la norme varie comme le carré de la vitesse, et donc le sens est opposé à celui de la vitesse), déterminer les équations différentielles vérifiées en x et y.*

Question 21. *Exprimer les travaux instantanés de chaque force mise en présence pendant le vol.*

Malheureusement, le SG ne verra jamais son personnage atterrir car le GHB a bien fait son effet, et à causé un coma à partir du moment où le joueur franchissait le point B'.

1.3 Des effets du GHB sur le système nerveux

Le GHB est déjà une molécule existante dans le corps humain. Le GHB et ses dérivés interviennent dans le fonctionnement des neurotransmetteurs. La surdose de telles molécules dans le corps peut entraîner des troubles passagers ou permanents.

Nous allons considérer dans un premier temps que le GHB présent dans le corps du SG n'est du qu'à son absorption orale avant le début de la partie.

On admettra que le GHB est absorbé par le corps par la réaction $GHB \rightarrow GHB_{abs}$.

Question 22. *Rappeler la définition de la vitesse de réaction par rapport au GHB.*

On définit la **constante de vitesse** comme la constante k qui vérifie l'égalité $v = k \cdot [GHB]^\alpha$, où α est appelé **ordre de réaction** par rapport au GHB.

Question 23. *Déterminer l'expression de la concentration en GHB en cours du temps pour des réactions d'ordre 0, 1, 2 ou 3.*

Question 24. *Définir le temps de demi-réaction $\tau_{1/2}$ et trouver son expression pour chacun des ordres de réaction.*

On admet maintenant que le GHB est en équilibre avec une molécule appelée **acide γ -aminohydroxybutyrique** (GABA) : $GHB + NH_3 \rightarrow GABA + H_2O$. La vitesse de cette réaction dans le sens direct est $v' = k' \cdot [GHB]^\alpha \cdot [NH_3]^\beta$.

Question 25. *Ecrire l'équation différentielle vérifiée par la concentration en GHB, qui tient compte des deux réactions du GHB.*

Question 26. *question*

Question 27. *question*

2 Séjour à l'hôpital

2.1 Oh! Un CD...

Le SG est donc retrouvé le lendemain matin par un ami, dans le coma, étendu sur son canapé. Il est transporté à l'hôpital où il se réveillera seulement une semaine plus tard. Au réveil, son premier réflexe est de chercher sa console. En regardant par terre, entre son lit et sa fenêtre ouverte, il voit un CD éclairé par la lumière du soleil. Il observe sur la surface (côté gravé) du CD une sorte d'arc en ciel.

Question 28. *La dispersion n'est pas le phénomène principal mis en jeu ici. Pourquoi la réflexion seule ne permet pas d'expliquer les couleurs observées ?*

Question 29. *En déduire le phénomène prépondérant dans l'observation du SG, ainsi qu'une caractéristique de constitution de la surface de gravage du CD.*

Le SG questionne un infirmier qui passait par là. Ce dernier se rappelle ses souvenirs d'études, et propose de tenter une nouvelle expérience justifiant la mise en évidence du phénomène observé. Pour cela, le CD est collé à un mur de la chambre. Un laser placé à la même hauteur éclaire de façon horizontale la partie gravée du CD. On observe des tâches sur le mur opposé de la pièce.

On suppose que la surface gravable s du CD est constituée de petits éléments d'information de surface s , correspondant chacun à un *octet*, et supposés carrés. On connaît uniquement la longueur d'onde du laser $\lambda = 650\text{nm}$, le diamètre d'un CD $D = 12\text{cm}$, le diamètre intérieur d'un CD $d = 2,5\text{cm}$, la largeur de la pièce $L = 2\text{m}$ et la capacité du CD $c = 700\text{Mo}$.

Question 30. *Déterminer la largeur T_1 de la tâche la plus grande observée sur le mur opposé au CD.*

Le SG s'amuse ensuite à ouvrir la fenêtre de sa chambre de façon à ce que les rayons lumineux issus du CD traversent les vitres avant d'atteindre le mur. Le double vitrage est constitué de deux vitres de verre, d'indice $n = 1,2$, et d'épaisseur $e = 3\text{mm}$ séparées d'une distance $E = 2\text{cm}$.

Question 31. *Déterminer la nouvelle largeur T_2 de la tâche la plus grande observée sur le mur opposé au CD.*

2.2 Un café ?

Le SG sort de sa chambre pour aller boire un café. Dans la salle des infirmiers (puisque la machine à café est en panne), il trouve un chauffe eau et du café instantané. Il commence donc par faire chauffer de l'eau. On connaît la capacité calorifique de l'eau, $C_P = 4,18\text{J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$.

Question 32. *Calculer l'énergie nécessaire pour chauffer 1L d'eau, initialement à température ambiante (25°C), à 50°C .*

Question 33. *En déduire la puissance nécessaire fournie par le chauffe-eau pour arriver à 50°C en 3 minutes.*

Cette puissance est fournie par le biais d'une résistance électrique.

Question 34. *Comment appelle-t-on le phénomène mis en jeu ici ? Quel est le nom donné à l'échange de chaleur résistance/eau ? Quel est le type d'énergie donnée par la résistance ?*

Le chauffe eau est branché sur le secteur (donc 230V, 50Hz). Un adaptateur/transformateur convertit cette tension en courant continu. Cela est modélisé par un générateur de tension continu réel de fem $E = 24\text{V}$ et de résistance interne $r = 10\Omega$.

Question 35. *Calculer la valeur R de la résistance chauffante.*

Question 36. *La réalité est que 4 résistances identiques de valeur R' sont branchées en dérivation sur le générateur. Quelle doit être alors la valeur de R' ?*

Question 37. *Préciser la valeur de l'intensité du circuit dans chaque branche.*