

Devoir du jeudi 22 Octobre 2009

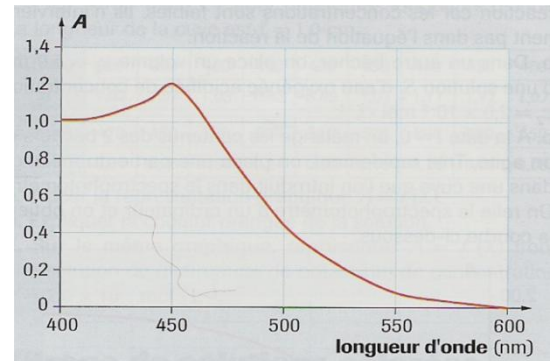
Beaucoup de questions sont indépendantes les unes des autres ou certaines contiennent le résultat à utiliser par la suite afin que vous ne soyez pas stoppés.

Exercice de chimie : taux d'alcoolémie (9,5 points, 50 minutes)

L'ion dichromate $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{aq})$ est l'oxydant coloré du couple $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{aq})/\text{Cr}^{3+}(\text{aq})$. L'éthanol, de masse molaire $46 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ est le réducteur du couple $\text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq})/\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}(\text{aq})$.

1) Ecrire l'équation de la réaction d'oxydoréduction qui se produit quand on met en présence l'ion dichromate et l'éthanol en milieu acide.

Pour suivre la transformation, on décide d'utiliser une méthode spectrophotométrique. Pour cela, on commence par tracer la courbe $A = f(\lambda)$ pour une solution de dichromate de potassium d'une certaine concentration donnée ci-contre.



2) Comment s'appelle un tel document ? De quelle couleur est la solution de dichromate de potassium ? Justifier.

3) Pourquoi peut-on utiliser un suivi spectrophotométrique pour cette réaction ?

On décide de travailler à une certaine longueur d'onde où seuls les ions dichromates absorbent. Le spectrophotomètre relié à l'ordinateur, permet d'obtenir la courbe $A = f([\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}])$ donnée en annexe figure 1 en utilisant plusieurs solutions étalon préparées à partir d'une solution mère.

4) Un des points de cette courbe n'est pas aligné avec les autres. Qu'a probablement oublié de réaliser l'expérimentateur avant la mesure concernée ? En quoi consiste et à quoi sert normalement cet oubli ?

5) Quel modèle peut-on proposer pour A en fonction de $[\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}]$? Calculer le coefficient k.

À la date $t = 0$, on mélange $v_1 = 2,0 \text{ mL}$ de sang prélevé au bras d'un conducteur de concentration c_1 inconnue en éthanol avec $v_2 = 10,0 \text{ mL}$ d'une solution aqueuse acidifiée de dichromate de potassium de concentration molaire $c_2 = 3,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$. Les ions dichromates sont alors toujours en excès. On agite et très rapidement, on place une partie du mélange dans une cuve que l'on place dans le spectrophotomètre. On relève alors la courbe $A = f(t)$.

6) Dresser le tableau d'évolution du système (on ne renseignera les ions H^+ que par excès) et déterminer l'expression de l'avancement maximal ou final en fonction des grandeurs de l'énoncé.

7) Parmi les 4 allures de graphique proposées dans l'annexe, encadrer celui correspondant à $A = f(t)$. Justifier sans calcul.

8) Déterminer la relation donnant $x(t)$ en fonction de $A(t)$, v_1 , v_2 , k et c_2 . On rappelle que la solution contenue dans la cuve évolue ici dans le temps de la même façon que celle du milieu réactionnel.

9) Donner la définition de la vitesse volumique de réaction $v(t)$. Montrer alors que $v(t) = -\frac{1}{2k} \frac{dA}{dt}(t)$ en considérant que le volume du milieu réactionnel reste invariant (aide : pour cela, on pourra dériver par rapport à t l'expression donnée en 8))

10) En déduire la valeur en $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$ de $v(10\text{mn})$ en utilisant le document 3 et en expliquant très succinctement votre démarche. (aide : on déterminera dans un premier temps graphiquement la valeur de $\frac{dA}{dt}(10\text{mn})$).

11) Comment évolue cette vitesse volumique de réaction ? Justifier. Comment interpréter cette tendance ?

12) La réaction est supposée totale et terminée à 25 min. Quelle est alors la valeur de A ? Montrer que $x_{\text{max}} = 3 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$ environ et en déduire la valeur de c_1 en utilisant 6).

13) Définir et déterminer graphiquement le temps de demi réaction en justifiant.

14) Epilogue... Certains élèves de TS5 doivent revenir au lycée le samedi 24 Octobre pour un passionnant TP de chimie, au petit matin, après une nuit festive au chalet de la porte jaune. Peuvent-ils faire confiance à leur chauffeur qui est le conducteur des questions précédentes, sachant que le taux autorisé d'alcool est de $0,50 \text{ g}$ par litre de sang ? On admet que $c_1 = 4,4 \cdot 10^{-2} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$.

Exercice 1 de physique : onde à la surface de la mer : la houle (3 points, 15-20 minutes)

La houle est un mouvement oscillatoire des couches superficielles de l'eau provoqué par le frottement du vent sur sa surface. La houle est d'autant plus forte que le vent est puissant et frotte sur une grande distance, « le fetch ». Selon la théorie de Airy, astronome anglais (1801 ; 1892), les particules de fluide décrivent en réalité des orbites circulaires dont la taille diminue avec la profondeur ; il n'y a pas de transfert horizontal de matière... (voir document en annexe)

Les vagues ont une période comprise entre une seconde et trente secondes. *Leur longueur d'onde (de un mètre à plus d'un kilomètre) est proportionnelle au carré de leur période.* Leur hauteur peut atteindre 30 m, en mer du Nord notamment, lorsqu'elles sont générées par un vent fort soufflant à la vitesse de 30 m.s^{-1} pendant plus de 6 heures. Leur période est alors de 15 secondes pour une longueur d'onde de 350 m. Les vagues de grande longueur peuvent traverser l'Atlantique (distance d'environ 6000 km).

- Peut-on parler d'onde transversale ou longitudinale pour ce modèle ? Justifier.
- Avec ce modèle, une bouée perdue au large peut-elle atteindre le rivage poussée par la houle ? Justifier.
- Traduire mathématiquement, en présentant vos grandeurs, la phrase en italique.
- En évitant tout calcul intermédiaire et en vous servant des données fournies par le texte, calculer la période de cette houle si elle possède une longueur d'onde de 800 m.
- Calculer les vitesses v_1 et v_2 de la houle correspondant à des longueurs d'onde de 350 et 800 m. Conclure.

Exercice 2 de physique : laser dans une piscine... (7,5 points, 40 minutes)

L'air est assimilé au vide dans cet exercice.

1) On distingue des radiations ultraviolettes (U.V.) et des radiations infrarouges invisibles (I.R.). De même, on distingue des ondes ultrasonores et des infrasons. Les sons audibles se situent entre les fréquences 20 Hz et 20 kHz.

* Sur une échelle de longueur d'onde dans le vide, situer les radiations visibles, les UV et les IR.

** Placer sur un axe gradué en fréquence les sons audibles, les infrasons et les ultrasons.

On fait arriver un fin faisceau laser sur la surface plane d'une piscine. Le faisceau possède un angle d'incidence de $62,5^\circ$ et un angle de réfraction de $41,8^\circ$.

2) Faire figurer ces deux angles sur la figure 5 en annexe. Quel phénomène est ici mis en évidence ? En déduire que l'indice de l'eau vaut $n_{\text{eau}} = 1,33$ en rappelant le nom de la loi utilisée.

3) Une onde lumineuse se propage dans un milieu d'indice n_1 avec une longueur d'onde λ_1 puis dans un milieu d'indice n_2 avec une longueur d'onde λ_2 . Démontrer la relation liant ces quatre grandeurs.

4) Le faisceau laser précédent a une longueur d'onde dans le vide de 633 nm. En utilisant les questions précédentes, donner sa célérité, sa fréquence, sa couleur dans le vide puis sa célérité, sa fréquence, sa longueur d'onde et sa couleur dans l'eau.

Un propriétaire décide de faire des expériences au bord de sa piscine avec un laser résistant à l'eau de longueur d'onde dans le vide $\lambda = 633 \text{ nm}$ et un fil de largeur b . Il parvient à installer un grand écran dans le prolongement du mur vertical du grand bain (voir figure 6 en annexe). Dans toutes les expériences, le laser émet horizontalement et le fil est horizontal.

Dans un premier temps, le propriétaire place le fil à une distance $D = 6,54 \text{ m}$ de l'écran et observe sur celui-ci une figure en dehors de l'eau dont la tache la plus lumineuse possède une largeur d .

5) Quel phénomène est mis en évidence ? Décrire parfaitement la figure observée.

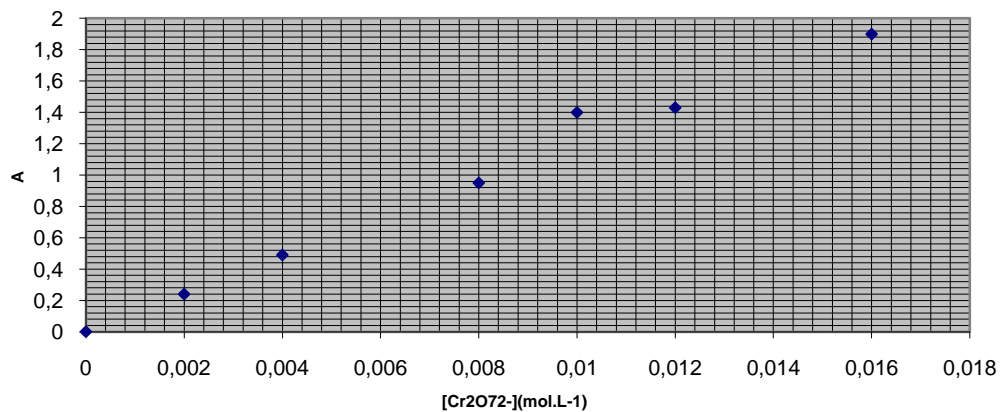
6) En plongeant le laser et le fil dans l'eau profondément, il observe une figure complète semblable sur le mur vertical du grand bain mais il doit éloigner son cheveu de ce mur d'une longueur L afin d'obtenir la même dimension de la tache centrale que dans l'expérience précédente. Déterminer L . Vous ferez intervenir un angle θ et redémonstrerez la relation liant les grandeurs de l'énoncé pour la première expérience et l'utiliser aussi pour la deuxième.

7) Sachant que $b = 46 \mu\text{m}$, déterminer d .

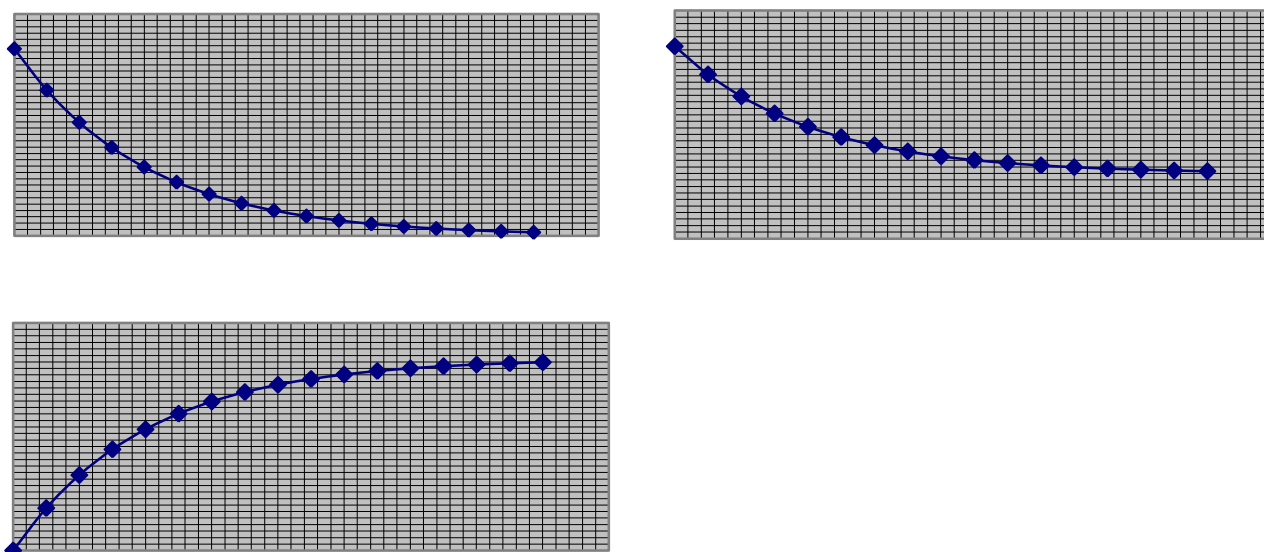
8) On reprend la première expérience. Quelle est la hauteur (au dessus de la surface de l'eau) limite h_{lim} permettant à la tache centrale d'être entièrement hors de l'eau ?

9) On reprend la deuxième expérience. Quelle est la hauteur (en dessous de la surface de l'eau) limite h'_{lim} permettant à la tache centrale d'être entièrement immergée ?

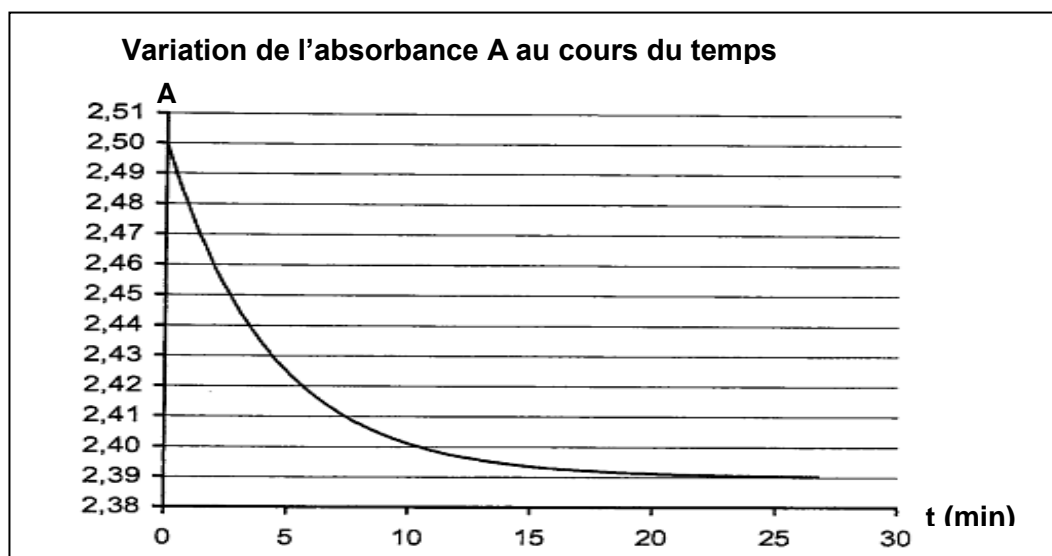
10) On reprend la première expérience et on fait baisser le laser jusqu'à ce qu'il plonge dans l'eau et on continue à le faire descendre. Comment évolue la largeur de la tache centrale totale au fur et à mesure de la descente ? Justifier par trois ou quatre schémas simples.



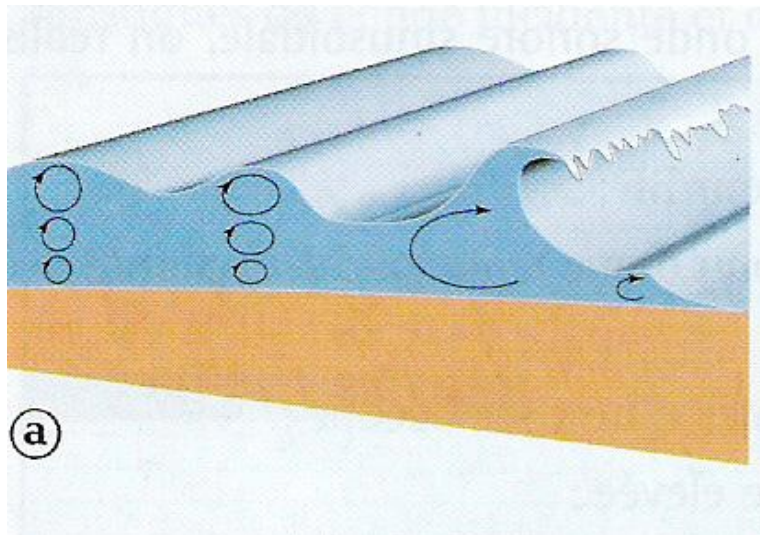
Document 1



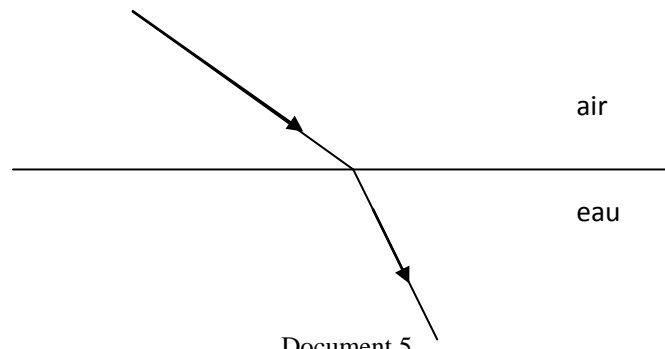
Document 2



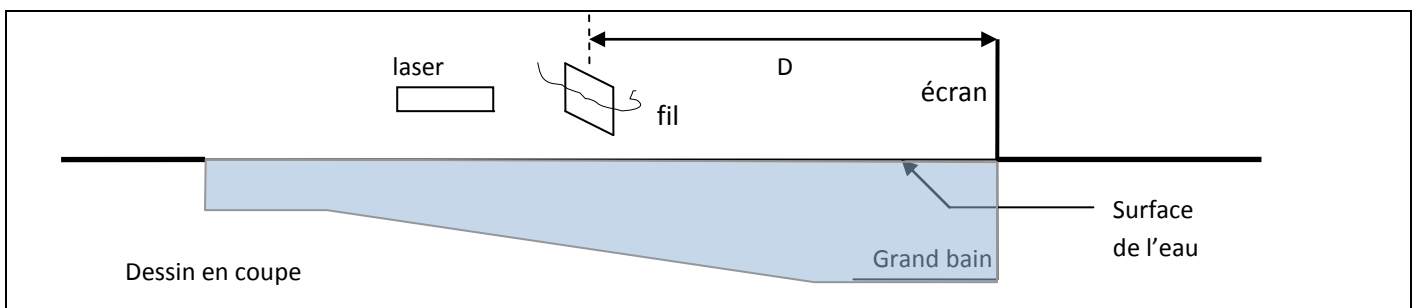
Document 3



Document 4



Document 5



Document 6