

Rallye Sciences Expérimentales 2015 classes 2nde

Physique - chimie

L'épreuve est de 1 H en tout pour Physique/Chimie ET SVT

- ✓ Pour l'épreuve de physique-chimie chaque classe doit traiter, au choix, l'exercice 1 ou 2 **ET** l'exercice 3.
- ✓ Une seule feuille réponse par classe et par exercice : si les exercices 1 et 2 sont traités, la meilleure note sera conservée) mais l'exercice 3 reste obligatoire
- ✓ Toutes les réponses devront être argumentées et justifiées
- ✓ *Seuls les livres de classes sont autorisés. Tout autre moyen d'information est interdit.*
- ✓ Tous les élèves d'une même classe peuvent communiquer entre eux.

Exercice 1 la lumière au service de la communication spatiale

Des communications à la vitesse de la lumière !

La sonde Rosetta vient de terminer son long périple. Partie en 2004, il lui aura fallu 10 ans pour quitter la Terre et se rapprocher de la comète Chourioumov - Gerasimenko et y poser sur sa surface un atterrisseur nommé Philae.



Pendant que Rosetta poursuit sa révolution autour de la comète, Philae arrimé à la surface de la comète réalise des mesures scientifiques.

Document 1 : Caractéristiques de la sonde Rosetta

- *2,8 m x 2,1 m x 2,0 m : Dimension de la sonde panneaux solaires fermés.*
- *32 m d'envergure avec les « ailes solaires ».*
- *24 propulseurs pour contrôler la trajectoire.*
- *3 tonnes : masse au départ, dont plus de la moitié était du carburant.*
- *21 instruments de mesure embarqués.*
- *45 minutes : durée nécessaire pour envoyer une commande à Rosetta en orbite autour de la comète depuis la Terre.*

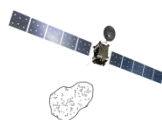
Document 2 : Les chiffres clés de la mission

- Participation de 8 pays européens et de 300 chercheurs.
- Coût : 1,3 milliard d'euros (la France a participé à hauteur de 20%).
- Durée de la mission : 12 ans (début 2004 -fin 2015).
- Rosetta sera à 800 millions de km de la Terre lorsqu'elle commencera son orbite autour de la comète.
- Rosetta a survolé, au début de son périple, 3 fois la Terre et une fois Mars pour arriver à la bonne vitesse.
- Lors de son dernier survol de la Terre, elle a atteint la vitesse de 12 km/s

1. Combien d'années faudrait-il à la sonde pour parcourir la distance Terre-comète si elle se déplaçait en ligne droite ? Aidez-vous d'une des données du document 2.
2. Comparer la durée obtenue au temps réellement mis par la sonde pour atteindre la comète ? Conclure.
3. La durée nécessaire pour l'envoi d'une commande depuis la Terre vers la sonde est-elle cohérente avec la position de la sonde en orbite autour de la comète ? On rappelle que ces communications se font à la vitesse de la lumière soit $300\,000\text{ km.s}^{-1}$.
4. Notre Soleil n'est pas un astre tranquille. Il connaît des moments de fortes activités durant lesquels il est susceptible d'engendrer des tempêtes solaires suite à des explosions localisées à sa surface. A cette occasion, des photons et particules de très haute énergie sont propulsés dans l'espace à très vive allure (de l'ordre d'un million de km.h^{-1}). Une explosion solaire virulente risquerait alors d'endommager la sonde.

Disposerions-nous d'assez de temps pour observer l'explosion solaire depuis la Terre puis pour envoyer une commande à Rosetta afin de la protéger de la tempête solaire ?

Donnée : La distance Terre-Soleil est $d_{TS} = 150\,000\,000\text{ km}$



Pour plus d'informations vous pourrez aller voir plus tard !

<http://sciences.blogs.liberation.fr/home/2014/11/jour-j-pour-philae-et-rosetta.html>

<http://www.exploratheque.net/actusDIST/rosetta-en-chiffres/>

Exercice 2 : comprendre la chimioluminescence

Document 1 (à comprendre mais pas à faire !)

Voici le protocole permettant de réaliser une expérience de chimioluminescence (ScienceAmusante.net)

Préparer un litre de **solution A** (incolore) :

- Dissoudre 40 g d'hydroxyde de sodium NaOH dans 1 L d'eau distillée.
- Ajouter 4 g de luminol $C_8H_7N_3O_2$ à cette solution, agiter jusqu'à complète dissolution.

Préparer un litre de **solution B** (solution jaune) :

Dissoudre 40 g environ de ferricyanure de potassium $K_3[Fe(CN)_6]$ dans 1 L d'eau distillée.

Verser 50mL de solution A dans un bécher

Verser 50mL de solution B dans un autre bécher et ajouter 0,5mL d'eau oxygénée H_2O_2 à 110 volumes

Faire l'obscurité et mélanger les deux bécher.

On observe alors une lumière bleutée "fluo" qui s'atténue dans le temps, un dégagement gazeux léger, aucun échauffement du mélange.

Vous pourrez voir plus tard cette expérience sur la vidéo ci jointe :

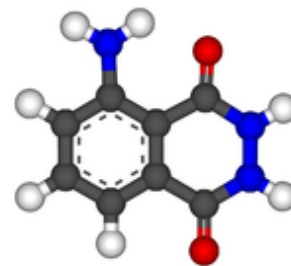
<http://www2.unine.ch/chs/page-10248.htm>

Données

Modèle moléculaire du luminol :

Masse molaire atomique en $g.mol^{-1}$: C(12) ; H(1) ; O(16) ; N(14)

Groupes caractéristiques usuels :



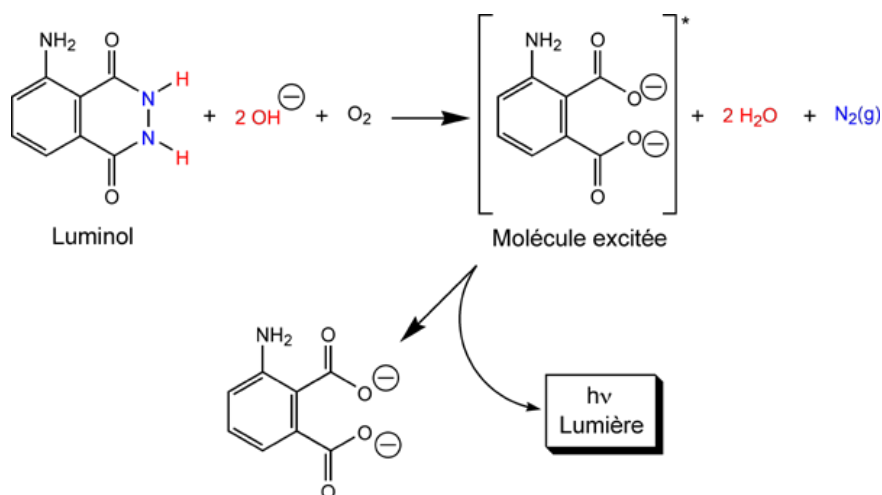
Acide carboxylique	Alcool/Hydroxyle	Ether oxyde	Ester
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{—C—} \\ \\ \text{OH} \end{array}$	—OH	—O—	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{—C—} \\ \\ \text{O—} \end{array}$
Amine	Amide	Alcène	Carbonyle
$\begin{array}{c} \text{—N—} \\ \\ \text{H} \end{array} \quad \text{—NH}_2$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{—C—} \\ \\ \text{NH—} \end{array}$	$\begin{array}{c} \diagup \quad \diagdown \\ \text{C}=\text{C} \\ \diagdown \quad \diagup \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{—C—} \\ \end{array}$

ETUDE DU PROTOCOLE :

- 1- Déterminer la concentration molaire du luminol dans la solution A ?
- 2- Quelle est alors sa concentration dans le mélange réactionnel ?
- 3-Reproduire la formule semi-développée du luminol.
- 4- Entourer les groupes caractéristiques et les nommer.

ETUDE DE LA REACTION

Document 2



Document 3 Informations complémentaires :

L'eau oxygénée se transforme spontanément mais très lentement pour donner du dioxygène selon la réaction : $2 \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$.

Mais cette réaction est immédiate en présence de catalyseur contenant du fer.

La solution A n'évolue pas - Elle n'est pas luminescente seule.

La solution B seule n'évolue pas - Mais l'ajout de l'eau oxygénée provoque un petit dégagement gazeux. Le luminol seul mélangé à l'eau oxygénée seule ne donne pas de luminescence.

Document 4 La lumière émise provient d'une restitution d'énergie par l'un des produit de la transformation du luminol. La longueur d'onde est inversement proportionnelle à l'énergie restituée. On peut reprendre la même expérience en ajoutant un colorant comme la fluorescéine ou la rhodamine : la lumière fluorescente émise passe du bleu pour le luminol seul, au jaune avec la fluorescéine ou rouge avec la rhodamine.

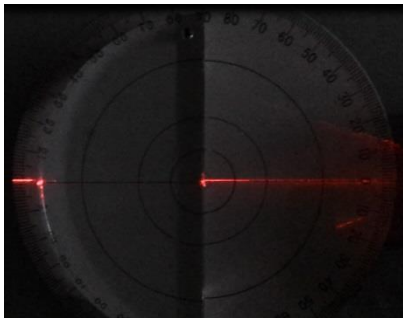


- 5- H_2O_2 est-il un réactif de la réaction permettant d'observer la luminescence ?
- 6- D'où provient O_2 dans le bilan de la réaction fournie dans le schéma ? Est-ce celui présent naturellement dans l'atmosphère ?
- 7- Les ions hydroxydes sont-ils nécessaires à la réaction ?
- 8- Le luminol émet-il spontanément de la lumière ?
- 9- La lumière émise provient-elle d'un dégagement de chaleur par la réaction ?
- 10- Comparer les énergies restituées dans les 3 cas cités.

Exercice 3 : Détermination expérimentale d'un indice de réfraction

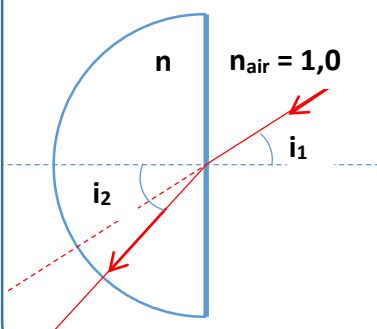
L'objectif de cette activité expérimentale est de **déterminer** l'indice de réfraction n de l'hémicylindre traversé par le LASER. Il sera également intéressant que vous **identifiez** les sources d'erreurs liées à la détermination de cet indice (erreurs expérimentales et ou erreurs dues au traitement des mesures).

Document n°1 : Vidéo de l'expérience



Un faisceau LASER se propageant dans l'air à travers un hémicylindre d'indice de réfraction n .

Document n°2 : Lois de Snell-Descartes de la réfraction



Loi de Snell-Descartes :

$$n_{\text{air}} \times \sin(i_1) = n \times \sin(i_2)$$

soit, dans le cas de l'expérience :

$$\sin(i_1) = n \times \sin(i_2)$$

Matériel à disposition :

- un ordinateur équipé d'un lecteur vidéo et d'un logiciel tableur (Regressi, Calc, Excel, ...).

Question : en vous aidant des documents et de la vidéo proposer un protocole qui permet de déterminer l'indice de réfraction n de l'hémicylindre

Feuilles réponse exercice 1

Lycée :

Classe :

Ville :

Nom et numéro portable enseignant (obligatoire) :

Exercice 1 la lumière au service de la communication spatiale

1. Combien d'années faudrait-il à la sonde pour parcourir la distance Terre-comète si elle se déplaçait en ligne droite ? *Aidez-vous d'une des données du document 2.*
2. Comparer la durée obtenue au temps réellement mis par la sonde pour atteindre la comète ? Conclure.

3. La durée nécessaire pour l'envoi d'une commande depuis la Terre vers la sonde est-elle cohérente avec la position de la sonde en orbite autour de la comète ?

4. Notre Soleil n'est pas un astre tranquille. Disposerions-nous d'assez de temps pour observer l'explosion solaire depuis la Terre puis pour envoyer une commande à Rosetta afin de la protéger de la tempête solaire ?

Feuilles réponse exercice 2

Lycée :

Classe :

Ville :

Nom et numéro portable enseignant (obligatoire) :

Exercice 2 : *comprendre la chimioluminescence*

ETUDE DU PROTOCOLE :

1- Déterminer la concentration molaire du luminol dans la solution A ?

2- Quelle est alors sa concentration dans le mélange réactionnel ?

3-Reproduire la formule semi-développée du luminol.

4- Entourer les groupes caractéristiques et les nommer.

ETUDE DE LA REACTION

- 5- H_2O_2 est-il un réactif de la réaction permettant d'observer la luminescence ?
- 6- D'où provient O_2 dans le bilan de la réaction fournie dans le schéma ? Est-ce celui présent naturellement dans l'atmosphère ?
- 7- Les ions hydroxydes sont-ils nécessaires à la réaction ?
- 8- Le luminol émet-il spontanément de la lumière ?
- 9- La lumière émise provient-elle d'un dégagement de chaleur par la réaction ?
- 10- Comparer les énergies restituées dans les 3 cas cités.

Feuilles réponse exercice 3 (obligatoire)

Lycée :

Classe :

Ville :

Nom et numéro portable enseignant (obligatoire) :

Exercice 3 : *Détermination expérimentale d'un indice de réfraction*

Question : en vous aidant des documents et de la vidéo proposer un protocole qui permet de déterminer l'indice de réfraction n de l'hémicylindre.