

# BACCALAURÉAT BLANC GÉNÉRAL

Session 2008

PHYSIQUE – CHIMIE

Série S

Durée de l'épreuve : 3 heures 30

coefficient : 6 ou 8

*L'usage de la calculatrice est autorisé*

## ENSEIGNEMENT OBLIGATOIRE

- Exercice 1:** ÉTUDE DE LA CINÉTIQUE D'UNE RÉACTION CHIMIQUE (6points)  
**Exercice 2:** RADIOACTIVITÉ  
PARTIE 1 : LA SOURCE D'ÉNERGIE DU SOLEIL (5points)  
PARTIE 2 : DESINTÉGRATIONS COMPÉTITIVES (4points)  
**Exercice 3:** PERCEPTION HUMAINE DE LA LUMIÈRE ET DU SON (5points)

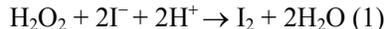
## ENSEIGNEMENT de SPÉCIALITÉ

- Exercice 1:** ÉTUDE DE LA CINÉTIQUE D'UNE RÉACTION CHIMIQUE (6points)  
**Exercice 2:** RADIOACTIVITÉ  
PARTIE 1 : LA SOURCE D'ÉNERGIE DU SOLEIL (5points)  
PARTIE 2 : DESINTÉGRATIONS COMPÉTITIVES (4points)  
**Exercice 4:** OPTIQUE (5points)

## Exercice I : ÉTUDE DE LA CINÉTIQUE D'UNE RÉACTION CHIMIQUE (6points)

### A. Première partie : présentation de la réaction

On étudie la cinétique de la réaction d'oxydation des ions iodure  $I^-$  par l'eau oxygénée  $H_2O_2$  en milieu acide. Cette réaction est lente; son équation chimique est :



A la date  $t = 0$ , on mélange un volume  $V_1 = 10,0$  mL d'eau oxygénée de concentration molaire  $C_1 = 5,0 \times 10^{-1}$  mol.L<sup>-1</sup> et un volume  $V_2 = 20,0$  mL d'une solution acidifiée d'iodure de potassium de concentration molaire  $C_2 = 1,0$  mol.L<sup>-1</sup>.

La solution passe progressivement de l'incolore au jaune, puis au brun. La température du milieu réactionnel est de 20°C.

- La réaction (1) est-elle une réaction acidobasique ou d'oxydo réduction ? Justifier
- On recommence la même expérience à 20°C avec un volume  $V_1 = 10,0$  mL d'eau oxygénée de concentration molaire  $C_1 = 5,0 \times 10^{-1}$  mol.L<sup>-1</sup> mais, cette fois, en versant un volume  $V_2 = 20,0$  mL de solution d'iodure de potassium de concentration molaire  $C_2 = 5,0 \times 10^{-1}$  mol.L<sup>-1</sup>. L'apparition de la couleur brune est plus lente mais l'intensité de la couleur finale est la même que dans l'expérience précédente. Interpréter ces deux observations.

### B. Deuxième partie : étude de la cinétique de la réaction par spectrophotométrie

1. L'étalonnage du spectrophotomètre est réalisé avec six solutions de diiode de concentrations  $c$  connues et préparées à partir d'une solution mère  $S_0$  de concentration  $C_0 = 1,0 \times 10^{-3}$  mol.L<sup>-1</sup>. Les mesures de l'absorbance de ces solutions sont effectuées avec une cuve de longueur  $\ell$  pour une longueur d'onde à  $\lambda$ .

- Déterminer, la longueur d'onde  $\lambda$  à choisir pour cet étalonnage? Justifier brièvement
- Calculer le volume  $V_0$  de solution mère  $S_0$  à prélever pour préparer un volume  $V = 10,0$  mL de solution de concentration  $c = 1,0 \times 10^{-4}$  mol.L<sup>-1</sup> ?
- On obtient la courbe d'étalonnage figure 1 de l'annexe. La loi de Beer-Lambert est-elle vérifiée ? Justifiez votre réponse.
- Calculer la valeur du coefficient directeur dans es conditions de l'expérience.

2. Pour étudier la réaction, on opère de la façon suivante :

On prépare, dans un bécher, un volume  $V_1 = 5,0$  mL d'une solution  $S_1$  d'eau oxygénée de concentration  $c_1 = 2,0 \times 10^{-3}$  mol.L<sup>-1</sup>.

Dans un autre bécher, on place un volume  $V_2 = 5,0$  mL d'une solution acidifiée  $S_2$  d'iodure de potassium de concentration  $c_2 = 1,0 \times 10^{-2}$  mol.L<sup>-1</sup>.

A la date  $t = 0$ , on mélange les contenus des deux béchers et on agite. Très rapidement, on place une partie du mélange dans une cuve que l'on introduit dans le spectrophotomètre. On relève les valeurs de l'absorbance à différentes dates. Les résultats sont regroupés dans le tableau ci-dessous :

t (s)	0	60	120	180	240	300	360	420	480	540	600	660
A	0	0,548	0,943	1,227	1,431	1,578	1,684	1,760	1,815	1,855	1,869	1,876

- Expliquer comment on a complété le tableau ci-dessous. ( $[I_{2(aq)}]$  représente la concentration molaire en diiode formé dans le milieu réactionnel).

t (s)	0	60	120	180	240	300	360	420	480	540	600	660
$[I_{2(aq)}]$ ( $\times 10^{-4}$ mol/L)	0	2,9	5,0	6,5	7,5	8,1	8,9	9,3	9,6	9,8	9,8	9,9

- Compléter le tableau descriptif de l'évolution du système (fourni en annexe)
- Précisez le réactif limitant et la relation entre l'avancement  $x$  du système, la concentration  $[I_{2(aq)}]$  et le volume total  $V = V_1 + V_2$  du mélange réactionnel.
- Expliquer comment on a complété le tableau ci-dessous. ( $x$  représente l'avancement de la réaction au temps  $t$ )

t (s)	0	60	120	180	240	300	360	420	480	540	600	660
x ( $\mu$ mol)	0	2,9	5,0	6,5	7,5	8,1	8,9	9,3	9,6	9,8	9,8	9,9

- e) Déterminer, après l'avoir défini, le temps de demi-réaction.  
 f) Définir la vitesse de la réaction.  
 g) On trouve  $300 \mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$  à l'instant  $t_1$  et  $100 \mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$  à l'instant  $t_2$ . Justifier si  $t_1 > t_2$  ou  $t_2 > t_1$   
 h) Peut-on considérer que la réaction est quasiment terminée à la date  $t = 660 \text{ s}$  ? Justifier.

Données :

Couleur absorbée	rouge	jaune	vert	cyan	bleu	violet
$\lambda$ (nm)	620-700	560-590	520-560	480-500	420-460	380-420
Couleur perçue	cyan	bleu	violet	rouge	jaune	vert

- En annexe on donne la courbe d'évolution de l'avancement de la réaction en fonction du temps (figure 2)

## Exercice I I: RADIOACTIVITE

*Les deux parties sont indépendantes*

### PARTIE 1 : LA SOURCE D'ENERGIE DU SOLEIL (6points)

*Le Soleil est une boule de gaz incandescents, essentiellement de l'hydrogène et de l'hélium. Il est le siège de réactions de fusion : actuellement, sa principale source d'énergie est la fusion de l'hydrogène en hélium. Il n'en sera pas toujours de même...*

► Données :

- masse d'un positon :  $0,00055 \text{ u}$  ;
- masse d'un noyau  $^1_1\text{H}$  :  $1,00728 \text{ u}$  ;
- masse d'un noyau  $^2_1\text{H}$  :  $2,0135 \text{ u}$  ;
- masse d'un noyau  $^3_2\text{He}$  :  $3,0184 \text{ u}$  ;
- masse d'un noyau  $^4_2\text{He}$  :  $4,00151 \text{ u}$  ;
- masse d'un noyau  $^{12}_6\text{C}$  :  $12,00000 \text{ u}$  ;
- $1 \text{ u} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$  ;
- célérité de la lumière :  $c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .

#### A. La réaction actuelle : la fusion de l'hydrogène

Au centre du Soleil, la température et la densité très élevées permettent des réactions de fusion.

La réaction de fusion de l'hydrogène  $^1_1\text{H}$  en hélium  $^4_2\text{He}$  se fait en plusieurs étapes :

- *réaction 1* : deux noyaux d'hydrogène fusionnent pour former un noyau de deutérium  $^2_1\text{H}$  ;
- *réaction 2* : un noyau de deutérium fusionne avec un noyau d'hydrogène pour former un noyau d'hélium  $^3_2\text{He}$  ;
- *réaction 3* : deux noyaux d'hélium  $^3_2\text{He}$  fusionnent pour former un noyau d'hélium  $^4_2\text{He}$  et deux noyaux d'hydrogène.

1. Écrire les équations des trois réactions se produisant dans le Soleil. Préciser le type de particule émise lors de la réaction 1.

2. Au bilan, combien de noyaux d'hydrogène sont nécessaires pour former, par fusion, un noyau d'hélium ?

3. Calculer l'énergie totale qui est libérée lorsqu'un noyau d'hélium 4 est produit à partir de noyaux d'hydrogène.
4. L'énergie produite est totalement rayonnée. On mesure une puissance rayonnée  $P = 4 \cdot 10^{26} \text{ W}$ . Combien de noyaux d'hélium sont créés chaque seconde ?
5. Le Soleil a une masse  $m = 2 \cdot 10^{30} \text{ kg}$ . On suppose qu'il est uniquement constitué d'hydrogène.  
Combien de temps, en théorie, le soleil va-t-il fonctionner avec la fusion de l'hydrogène ?  
Le résultat sera exprimé dans une unité adaptée.

## B. Les réactions futures : synthèses d'éléments lourds

Lorsque le Soleil aura épuisé tout l'hydrogène qu'il contient, il va subir une contraction.

L'hélium produit par la phase précédente va être tellement comprimé qu'il va pouvoir, à son tour, fusionner :

– *réaction 4* : deux noyaux d'hélium fusionnent pour former un noyau de béryllium  ${}^8_4\text{Be}$ .

– *réaction 5* : trois noyaux d'hélium fusionnent pour former un atome de carbone  ${}^{12}_6\text{C}$ .

1. Écrire les équations de ces deux réactions de fusion.
2. Calculer l'énergie libérée par la réaction 5.
3. Comparer avec la valeur déterminée à la question A.1 et expliquer brièvement pourquoi le Soleil serait rouge pendant cette seconde phase de fusion.

**PARTIE 2 : DESINTEGRATIONS COMPETITIVES ( 4 points)**

L'argent  $^{108}_{47}\text{Ag}$  est un isotope radioactif qui peut se désintégrer suivant plusieurs radioactivités différentes : une radioactivité  $\beta^+$  ou une radioactivité  $\beta^-$ .

L'étude vise à déterminer la demi-vie globale de l'argent 108 (tous types de désintégrations confondus).

1. La désintégration  $\beta^+$  forme des noyaux de palladium (Pd) alors que la désintégration  $\beta^-$  forme des noyaux de cadmium (Cd).

Écrire les équations des deux désintégrations possibles.

2. Donner la définition de la demi-vie d'un noyau radioactif.

On considère un échantillon contenant  $N_0 = 1,00 \cdot 10^{23}$  noyaux radioactifs à la date  $t = 0$  s .

Soit  $N(t)$  le nombre de noyaux radioactifs à la date  $t$ .

3. On note  $\lambda$ , la constante radioactive globale.

Donner l'expression de  $N(t)$  en fonction de  $N_0$ ,  $\lambda$  et  $t$ .

4. En déduire l'expression de  $\ln(N(t))$  en fonction des mêmes variables. On mesure les valeurs de  $N(t)$  à différentes dates.

$t$ (s)	25	50	75	100	125	150	175	200
$N \times 10^{-22}$	9,00	8,10	7,30	6,57	5,91	5,32	4,79	4,32

5. Tracer sur feuille de papier millimétrée  $\ln N(t)$  en fonction du temps. En déduire la valeur de la constante radioactive  $\lambda$

6. Donner l'expression de la demi-vie  $t_{1/2}$  en fonction de  $\lambda$ .

En déduire la valeur de la demi-vie  $t_{1/2}$  de l'argent 108.

On mesure le nombre  $n_e$  d'électrons émis et le nombre  $n_p$  de positons émis pendant une durée très petite devant la demi-vie. Le rapport vaut :

$$\frac{n_e}{n_p} = 0,62. \text{ Ce rapport sera considéré constant au cours du temps.}$$

7. Déterminer la masse de l'échantillon à  $t = 24$  h . Pour le calcul, on négligera la masse des électrons devant celle des nucléons.

Aide pour cette question :

- si vous n'avez pas trouvé la constante radioactive dans la question 6 , prenez la valeur  $4,17 \cdot 10^{-3}$  USI.

### Exercice III: PERCEPTION HUMAINE DE LA LUMIERE ET DU SON (5points)

Le but de cet exercice est d'aborder quelques aspects de la perception des ondes sonores et lumineuses par le corps humain. Des documents relatifs à notre source lumineuse principale (le Soleil) et à nos organes de perception (l'oreille et l'œil) seront exploités.

**Données :** célérité de la lumière dans le vide :  $c = 3,0 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$  ; célérité du son dans l'air :  $v = 340 \text{ m.s}^{-1}$  ; la valeur d'une température en kelvin est liée à sa valeur en degré Celsius par :  $T_K = T_C + 273$ .

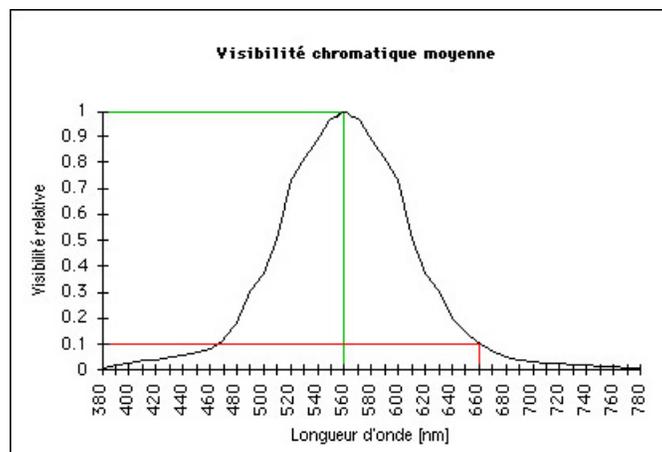
#### 1- Comparaison son-lumière

- 1.1- Citer deux caractéristiques communes à la propagation des ondes sonores ou lumineuses dans un milieu homogène.
- 1.2- En indiquant sommairement la nature d'une onde lumineuse et celle d'une onde acoustique, expliquer pourquoi un son ne se propage pas dans le vide.

#### 2- Sensibilité de l'œil

##### Document 1 : La courbe de visibilité de l'œil

L'œil ne présente pas la même sensibilité dans toutes les longueurs d'onde. Une étude statistique a permis de déterminer la sensibilité spectrale moyenne de l'œil humain. La courbe obtenue, appelée courbe de visibilité, est graduée en abscisse avec les valeurs des longueurs d'onde dans le vide.



- 2.1- Quelle est la signification du terme « chromatique » apparaissant dans le titre de la courbe ?
- 2.2- A partir de cette courbe, déterminer les limites des longueurs d'onde dans le vide du spectre visible en précisant à quelles couleurs respectives elles correspondent. En déduire les limites des fréquences du spectre visible.
- 2.3- Quelle relation doit-il y avoir entre la luminosité  $L_1$  d'une source monochromatique jaune-verdâtre de longueur d'onde  $\lambda_1 = 560 \text{ nm}$  et la luminosité  $L_2$  d'une source de longueur d'onde  $\lambda_2 = 660 \text{ nm}$  pour qu'elles soient perçues avec la même intensité ?

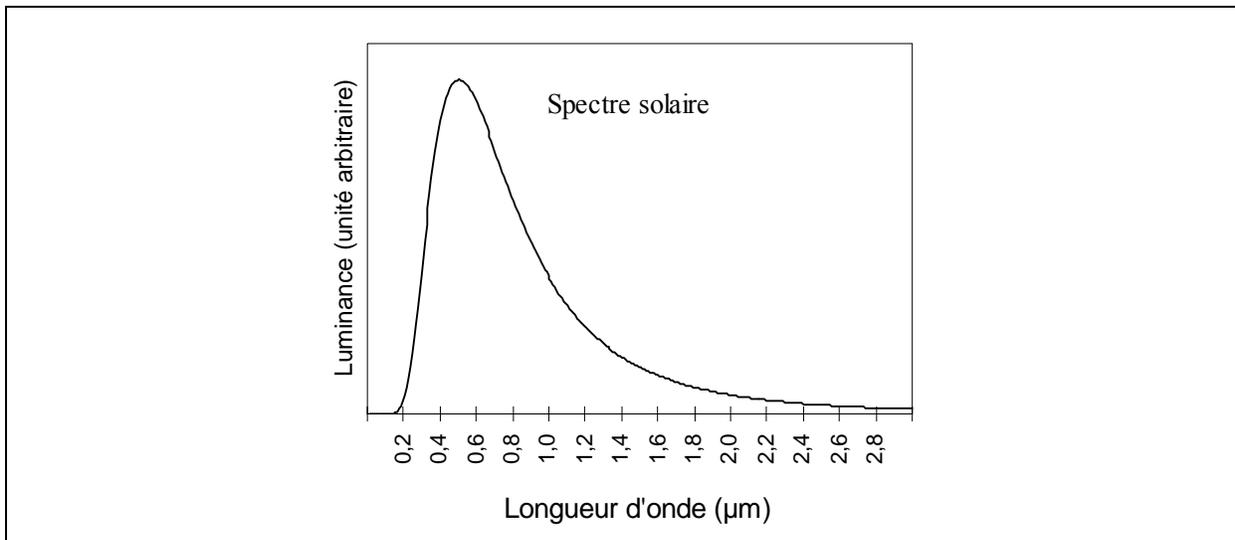
#### 3- Spectre solaire

##### Document 2 : spectre solaire

Un corps chaud émet un spectre lumineux continu. Plus la température  $T$  de ce corps est élevée, plus il émet de lumière dans les courtes longueurs d'ondes.

La loi de Wien rend compte de ce phénomène :  $\lambda_m \cdot T = 2,9 \cdot 10^3 \text{ m.K}$  dans laquelle  $\lambda_m$  représente la longueur d'onde qui correspond au rayonnement le plus intense dans le spectre.

Le Soleil est un corps chaud régit par cette loi. Son spectre simplifié est le suivant :



3.1- A partir de cette courbe, nommer les deux types de rayonnements invisibles émis par le Soleil en indiquant leurs domaines respectifs de longueurs d'onde ?

3.2- A quelle partie particulière du spectre solaire correspond le spectre visible ? Comment serait probablement la courbe de visibilité de l'œil humain si notre étoile avait été moins chaude ?

3.3- Déterminer la valeur de la température de surface du Soleil.

4- **Sons audibles** : Notre oreille n'est sensible qu'aux sons de fréquence comprise entre 20 Hz et 20 kHz.

4.1- Comment qualifie-t-on les sons audibles de faible fréquence ? de haute fréquence ?

4.2- Par analogie avec la lumière, comment nomme-t-on les sons de fréquence supérieure à 20 kHz et les sons de fréquence inférieure à 20 Hz ?

4.3- Déterminer les limites des longueurs d'onde des sons audibles dans l'air.

5- **La localisation des sons**

**Document 3 : Quels sont les indices de la localisation des sons chez l'homme?**

Un son émis par une source est perçu différemment par nos deux oreilles : la vibration arrive sur nos deux tympans avec un décalage temporel et une différence d'amplitude. Plus la position de la source sonore est latérale et plus ces différences seront importantes : notre système auditif ne nous permet pas de distinguer des retards inférieurs à 70 microsecondes. La localisation des sons fait également intervenir un processus plus complexe : la modification spectrale du son résultant des réflexions et de la diffraction provoquées par le pavillon et le canal auditif. Ce sont ces tous ces indices cumulés qui permettent à notre système auditif de localiser une source sonore.

Calculer la plus petite différence de trajet entre la source sonore et chacune de nos deux oreilles qui soit détectable par notre système auditif.

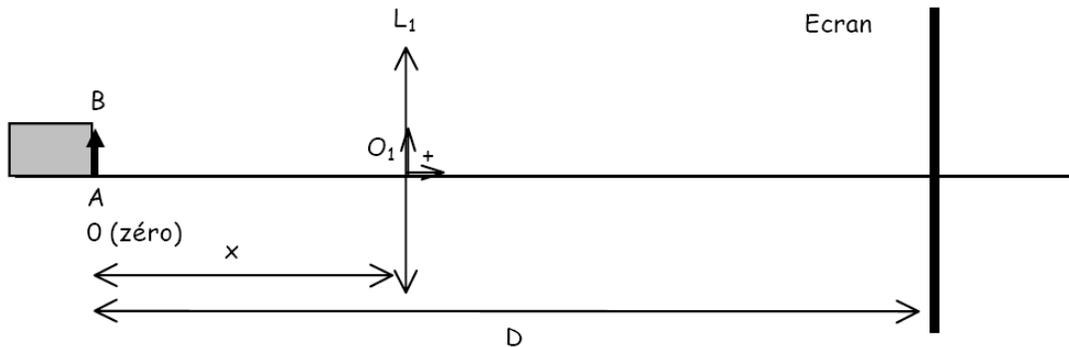
## Exercice I V: OPTIQUE ( ENSEIGNEMENT DE SPECIALITE) (5points)

### A. Etude d'une lentille convergente L<sub>1</sub>.

On dispose d'un banc d'optique sur lequel la source lumineuse éclaire une lettre-objet AB de hauteur  $h = \overline{AB} = 2,0$  cm placée sur la graduation 0 (zéro) de celui-ci. Un écran est placé à la distance  $D > 0$  de la lettre-source.

L'image A'B' est nette sur l'écran quand la lentille, de distance focale image notée  $f > 0$ , est située à la distance  $x > 0$  repérée sur le banc ( $x$  est comptée à partir de la lettre-source).

Le diamètre de la lentille est de 4,0 cm.



#### 1. Relation générale.

- a) Rappeler la relation de conjugaison des lentilles minces.
- b) Exprimer  $\overline{O_1A}$  et  $\overline{O_1A'}$  en fonction de  $x$  et  $D$ . (on rappelle que  $x$  et  $D$  sont des grandeurs positives).
- c) Montrer qu'on a :  $x^2 - x.D + f . D = 0$
- d) En utilisant la relation précédente montrer quelle condition doit remplir  $D$  par rapport à  $f$  pour qu'on puisse observer une image nette sur l'écran ?
- e) On mesure  $x = 6,0$  cm et  $D = 18,0$  cm.  
Calculer la distance focale (image)  $f$  de la lentille et sa vergence  $c$ .
- f) Faire une construction soignée de l'image à l'échelle 1.
- g) Calculer la taille de l'image.

#### 2. Position particulière.

Pour une position particulière de l'écran ( $D = 16,0$  cm) on observe que l'image est renversée et de même taille que l'objet.

- a) Quelle relation existe-t-il entre  $D$  et  $f$  dans ce cas particulier ? On pourra raisonner par construction graphique ou par calcul.
- b) Sur une construction à l'échelle 1, construire le faisceau issu de A qui s'appuie sur les bords de la lentille pour cette position particulière.

### B. Etude d'une lentille convergente L<sub>2</sub>.

Sur le banc précédent on remplace la lentille  $L_1$  par une autre lentille convergente  $L_2$  et on relève différentes valeurs pour  $x$  et pour  $D$ . On obtient le tableau de mesures page suivante :

1. Compléter les lignes qui correspondent à  $\overline{O_2A}$  et à  $\overline{O_2A'}$  et pour chaque mesure calculer  $\frac{1}{\overline{O_2A}}$  et  $\frac{1}{\overline{O_2A'}}$ .
2. Tracer la courbe représentative de  $\frac{1}{\overline{O_2A'}}$  en fonction de  $\frac{1}{\overline{O_2A}}$ .
3. En déduire la distance focale de la lentille  $L_2$ .

x (m)	0,250	0,400	0,500	0,750	1,000	1,200
D (m)	1,250	0,800	0,833	1,023	1,250	1,440
$\overline{O_2A}$ (m)						
$\overline{O_2A'}$ (m)						
$\frac{1}{\overline{O_2A}}$						
$\frac{1}{\overline{O_2A'}}$						

Vous pouvez découper et coller ce tableau sur la copie.

### **C. Simulation d'un microscope.**

Sur le banc on place successivement :

- Un objet de petites dimensions sur la source lumineuse (feuille translucide ou sont imprimés de très petits caractères) à la graduation 0 du banc.
  - Une lentille  $L_1$  de distance focale  $f_1 = 4,0$  cm à la distance 5,0 cm de l'objet.
  - Une lentille  $L_2$  de distance focale  $f_2 = 20,0$  cm à 40,0 cm de  $L_1$  soit à 45,0 cm de la graduation 0.
- L'objet sera noté AB. L'image de AB à travers  $L_1$  sera noté  $A_1B_1$  et l'image définitive sera notée  $A'B'$ .

1. Par le calcul montrer que  $A_1B_1$  se forme dans le plan focal objet de  $L_2$ .
2. Si l'objet AB mesure 1,0 mm quelle est la taille de  $A_1B_1$  ?
3. D'après ce qui précède, où se forme l'image définitive ?
4. Sous quel angle (en radian) peut-on l'observer ?



Figure 1

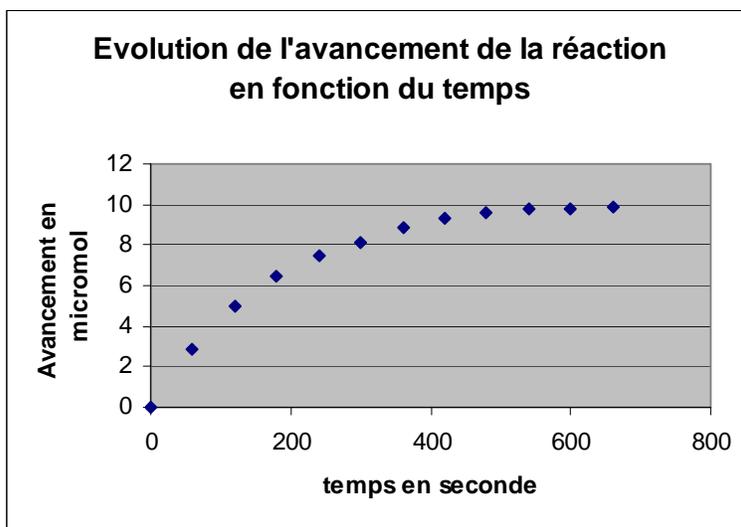
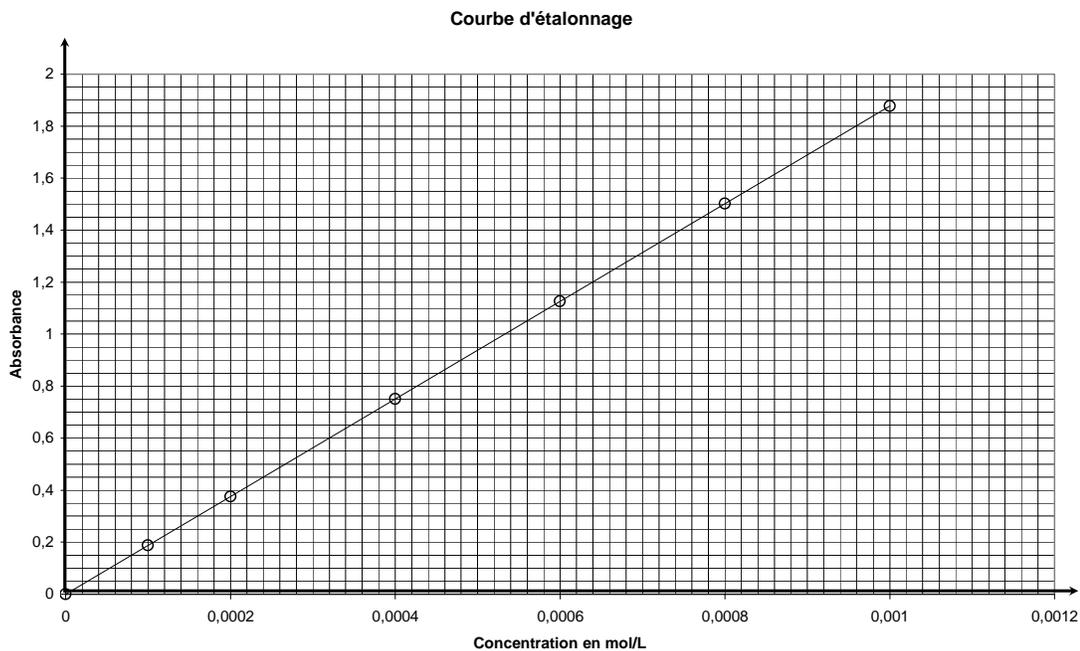


Figure 2

Réaction	$H_2O_{2(aq)} + 2 I^-_{(aq)} + 2 H^+_{(aq)} \rightarrow I_{2(aq)} + 2 H_2O_{(l)}$					
Date	Avancement (μmol)	Quantités (μmol)				
		n(H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> )	n(I <sup>-</sup> )	n(H <sup>+</sup> )	n(I <sub>2</sub> )	n(H <sub>2</sub> O)
t = 0	x = 0			excès		excès
t	x			excès		excès
t <sub>∞</sub>	x = x <sub>max</sub>			excès		excès