Capacités numériques pour les TP

Notions et contenus	Capacités exigibles
1. Outils graphiques	
Représentation graphique d'un nuage de points. Représentation graphique d'une fonction. Courbes planes paramétrées.	Utiliser les fonctions de base de la bibliothèque `matplotlib` pour représenter un nuage de points, la courbe représentative d'une fonction ou une courbe plane paramétrée.
2. Équations algébriques	
Résolution d'une équation algébrique ou d'une équation transcendante : méthode dichotomique. *(Voir poly de cours)*	Déterminer, en s'appuyant sur une représentation graphique, un intervalle adapté à la recherche numérique d'une racine par une méthode dichotomique. Mettre en œuvre une méthode dichotomique afin de résoudre une équation avec une précision donnée. Utiliser la fonction `bisect` de la bibliothèque `scipy.optimize` (sa spécification étant fournie).
3. Intégration – Dérivation	
Calcul approché d'une intégrale sur un segment par la méthode des rectangles.	Mettre en œuvre la méthode des rectangles pour calculer une valeur approchée d'une intégrale sur un segment.
Calcul approché du nombre dérivé d'une fonction en un point.	Utiliser un schéma numérique pour déterminer une valeur approchée du nombre dérivé d'une fonction en un point.
4. Équations différentielles	
Équations différentielles d'ordre 1. *(Voir poly de cours)*	Mettre en œuvre la méthode d'Euler explicite afin de résoudre une équation différentielle d'ordre 1.
Équations différentielles d'ordre supérieur ou égal à 2 *(Voir poly de cours)*	Transformer une équation différentielle d'ordre n en un système différentiel de n équations d'ordre 1. Utiliser la fonction `odeint` de la bibliothèque `scipy.integrate` (sa spécification étant fournie).
5. Probabilité – statistiques	
Variable aléatoire.	Utiliser les fonctions de base des bibliothèques `random` et/ou `numpy` (leurs spécifications étant fournies) pour réaliser des tirages d'une variable aléatoire. Utiliser la fonction `hist` de la bibliothèque `matplotlib.pyplot` (sa spécification étant fournie) pour représenter les résultats d'un ensemble de tirages d'une variable aléatoire. Déterminer la moyenne et l'écart-type d'un ensemble de tirages d'une variable aléatoire.
Régression linéaire.	Utiliser la fonction `polyfit` de la bibliothèque `numpy` (sa spécification étant fournie) pour exploiter des données. Utiliser la fonction `random.normal` de la bibliothèque `numpy` (sa spécification étant fournie) pour simuler un processus aléatoire.

1 Utilisation de numpy : le type array

Le type `array` correspond à un tableau de valeurs, nous utiliserons des nombres de type `float`. On retiendra les fonctions suivantes :

```
import numpy as np                # pour pouvoir utiliser les fonctions np.
A = np.array(liste)               # converti une liste en tableau numpy sous la variable A
N = len(A)                        # mesure la taille de A
B = np.zeros(N)                   # créer un tableau numpy contenant N valeurs 0.
C = np.linspace(ini, fin, N)      # créer un tableau de N valeurs comprises entre ini et fin incluses.
```

On notera qu'on ne peut pas modifier la taille d'un tableau, pas d'ajouter d'éléments, ni de suppression possibles. On peut cependant enregistrer un sous-tableau avec le slicing :

```
A = B[i:j:k]                      # prend un élément sur k de i inclus à j exclu.
```

```
B = [i:]                    # commence à i jusqu'à la fin incluse.
```

L'avantage du type `array` par rapport au type `list` est de pouvoir faire des calcul élément par élément avec les opération élémentaires `+`, `-`, `*` et `/` ainsi que les fonctions mathématiques usuelles présentes dans la bibliothèque `numpy` :

```
B = np.exp(A)

C = np.log(A)
```

```
D = np.log10(A)

E = np.sqrt(A)
```

```
F = np.cos(A)
G = np.acos(A)
```

Lorsqu'on prend une série de mesures qu'on enregistre dans un fichier `TPXX.txt` sous la forme :

```
t       X       Y
15      ...     ...
30      ...     ...
45      ...     ...
```

Puis dans un fichier `TPXX.py` dans le même dossier :

```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
data = np.loadtxt("TPXX.txt",skiprows=1,dtype=
    float)
t, X, Y = data[:,0], data[:,1], data[:,2]
```

2 Calculer une incertitude-type

2.1 Définition

Résultat ou définition à connaître par cœur

[Résultat d'une mesure] Dans le monde scientifique, le **résultat d'une mesure** est donné par deux valeurs suivies de leurs unités :

$$x = x_{\text{mes}} \text{ unité} \,;\; u(x) = u_x \text{ unité}$$

où x_{mes} correspond à la valeur retenue de la grandeur et u_x correspond à l'incertitude-type qui prend en compte la **variabilité de la mesure**.

On définit l'**écart normalisé** E entre deux résultats de mesures $x_1 \pm u_1$ et $x_2 \pm u_2$ par la relation : $E = \dfrac{|x_1 - x_2|}{\sqrt{u_1^2 + u_2^2}}$

Par convention, on dit que les deux mesures sont compatibles si $E < 2$.

Chiffres significatifs :

- On prend toujours deux chiffres significatifs pour $u(x)$;
- On choisi alors le nombre de chiffre significatif pour obtenir la même précision sur x_{mes}.

Exemples : Soit la mesure d'une résistance $R = 1\,\text{k}\Omega$ on utilise deux méthodes avec chacune une incertitude-type différente :

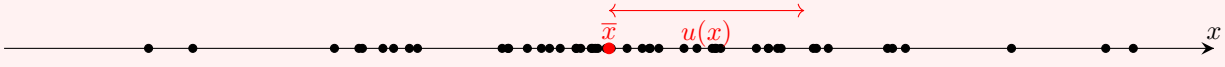
- Dans la première méthode on a $u(R) = 0{,}10\,\text{k}\Omega$, on écrit alors $R_{\text{mes}} = 1{,}00\,\text{k}\Omega$.
- Dans la seconde méthode on a $u(R) = 10\,\text{k}\Omega$, on écrit alors $R_{\text{mes}} = 1{,}0 \times 10^3\,\Omega$

2.2 Type A

Résultat ou définition à connaître par cœur

[incertitude-type A] On appelle **incertitude-type A** le cas d'une mesure comportant une série de N (entre 5 et 20) valeurs qui correspondent aux observations x_i :

La moyenne : $x_{\text{mes}} = \overline{x} = \dfrac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} x_i$ L'écart-type : $u(x) = \sqrt{\dfrac{1}{N-1}\sum_{i=1}^{N}(x_i - \overline{x})^2}$ et $u(x_{\text{mes}}) = \dfrac{u(x)}{\sqrt{N}}$



Pour un tableau `X` contenant une série de mesures (x_1, x_2, x_3, x_4, ...) on retient les fonctions suivantes :

```
import numpy as np
X_mes = np.mean(X)       # Calcule la moyenne de la série de valeurs contenues dans X
u_X = np.std(X, ddof=1) # Calcule l'écart-type de la série de valeurs contenue dans X
```

2.3 Type B

Résultat ou définition à connaître par cœur

On appelle **incertitude-type B** lorsqu'on effectue une mesure à partir d'une observation unique. On ne peut pas observer la variabilité. Généralement cette observation est comprise entre une valeur minimale $X_{\min}$ et une valeur maximale $X_{\max}$, on définit alors le résultat de la mesure par

$$x_{\text{mes}} = \frac{X_{\max} + X_{\min}}{2} \qquad u(x) = \frac{X_{\max} - X_{\min}}{2\sqrt{3}}$$

L'écart-type associé à une distribution de probabilité uniforme sur l'intervalle de largeur 2Δ.

Si on effectue une mesure d'une grandeur x avec un résultat x_{mes} et $u(x)$. On peut simuler via la méthode Monte Carlo la répétition de cette mesure avec une fluctuation aléatoire en utilisant la fonction

```
import numpy as np
X = np.random.normal(X_mes, u_X, N)
```

On obtient un tableau `X` contenant `N` mesures simulées de x tirée aléatoirement selon une loi normale centrée sur `X_mes` et d'écart-type `u_X`.

2.4 Propagation

Dans cas où on effectue la mesure des grandeurs x et y pour calculer la grandeur $g = g(x, y)$:

$g(x,y)$	$x+y$	$x-y$	$x \times y$	$\frac{x}{y}$
$u(g)$	$\sqrt{u^2(x)+u^2(y)}$	$\sqrt{u^2(x)+u^2(y)}$	$\lvert\overline{g}\rvert\sqrt{\left(\frac{u(x)}{\overline{x}}\right)^2+\left(\frac{u(y)}{\overline{y}}\right)^2}$	$\lvert\overline{g}\rvert\sqrt{\left(\frac{u(x)}{\overline{x}}\right)^2+\left(\frac{u(y)}{\overline{y}}\right)^2}$

avec $\overline{g} = g(\overline{x}, \overline{y})$.

Capacité numérique au programme : Simuler, à l'aide de python, un processus aléatoire permettant de caractériser la variabilité de la valeur d'une grandeur composée.

Méthode à savoir appliquer et adapter

Propagation des incertitudes avec Python : Dans le cas où une grandeur g est reliée aux grandeurs x et y par la relation : $g = f(x, y)$ En utilisant les résultats des mesures de x et y :

$$x = x_{\text{mes}} \text{ ; } u(x) = u_x \text{ et } y = y_{\text{mes}} \quad \text{ et } u(y) = u_y$$

→ Simuler N valeurs de x suivant une loi normale d'écart-type $u(x)$;
→ Simuler N valeurs de y suivant une loi normale d'écart-type $u(y)$;
→ Calculer N valeurs de g notée g_i en appliquant la formule : $g_i = f(x_i, y_i)$
→ Obtenir g_{mes} et u_g en calculant la moyenne et l'écart-type.

Exemple : Soit $z = xy$ avec $x = x_{\text{mes}}$ et $u(x)$, $y = y_{\text{mes}}$ et $u(y)$.

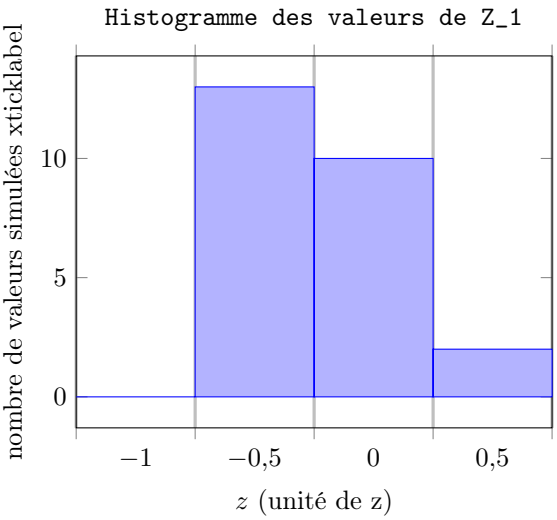
```
import numpy as np
 X = np.random.normal(X_mes, u_X, N)
 Y = np.random.normal(Y_mes, u_Y, N)
 Z = X*Y
 Z_mes = np.mean(Z)
 u_Z = np.std(Z, ddof=1)
```

3 Graphiques

3.1 Histogramme

On peut tracer l'histogramme des N valeurs z_i contenues dans un tableau `Z` à partir d'une simulation Monte Carlo :

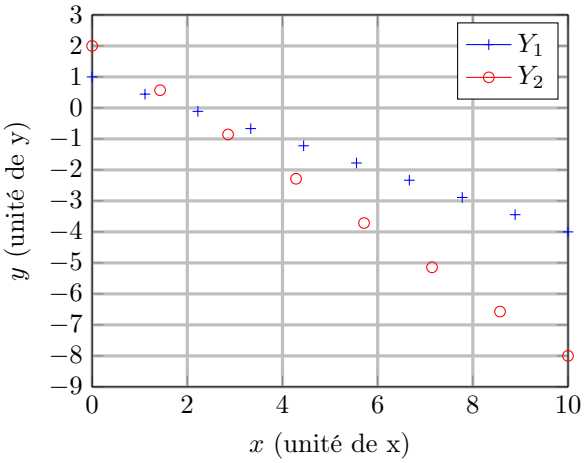
```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
plt.figure()
plt.hist(Z_1, bins='rice')
plt.title("Histogramme des valeurs de Z_1")
plt.xlabel("z (unité de z)")
plt.ylabel("nombre de valeurs simulées")
plt.grid()
plt.show()
```



3.2 Courbes

Soit deux séries de mesures associées aux tableaux (`X_1`, `Y_1`) de la **même taille** et (`X_2`, `Y_2`) de la **même taille** avec `Y_1` et `Y_2` qui représentent la même grandeur et `X_1` et `X_2` également, on trace les courbes :

```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
plt.figure()
plt.plot(X_1, Y_1, '+', label="Y_1")
plt.plot(X_2, Y_2, 'o', label="Y_2")
plt.xlabel("x (unité de x)")
plt.ylabel("y (unité de y)")
plt.grid()
plt.show()
```

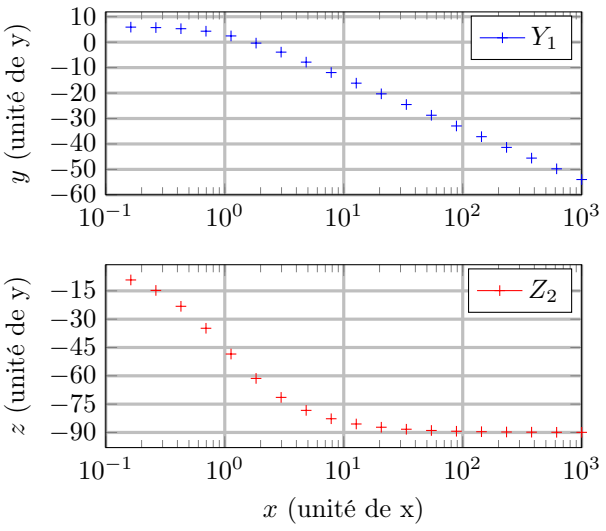


Si on veut tracer l'axe des x à l'échelle log on ajoute `plt.xscale('log')`

3.3 Plusieurs graphes

Soit deux séries de mesures associées aux tableaux (`X_1`, `Y_1`) de la **même taille** et (`X_2`, `Z_2`) de la **même taille** avec `Y_1` et `Z_2` qui ne représentent pas la même grandeur mais que `X_1` et `X_2` représentent la même grandeur, on trace les courbes dans une même fenêtre l'une en dessous de l'autre :

```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
fig, (ax1, ax2) = plt.subplots(2, 1)
fig.suptitle('Titre')
ax1.plot(X_1, Y_1, '+',label="Y_1")
ax1.set_xscale('log')
ax1.grid(which='both')
ax1.set_ylabel('y (unité de y)')
ax2.plot(X_2, Z_2, '+', label="Y_2")
ax2.set_xscale('log')
ax2.grid(which='both')
ax2.set_ylabel('z (unité de z)')
plt.xlabel('x (unité de x)')
plt.show()
```



4 Régression linéaire

4.1 Calcul des coefficients

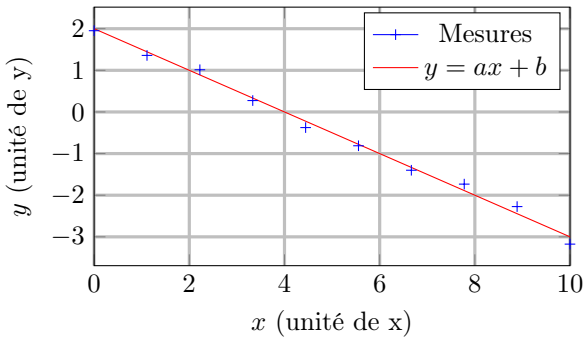
On cherche à faire une régression linéaire, c'est-à-dire l'expression de la droite de régression $y = ax + b$ qui minimise l'écart des mesures de x_i et y_i contenues dans les tableaux `X` et `Y` de même taille à la droite :

```
import numpy as np
a,b=np.polyfit(X,Y,1) # regression lineaire de la forme Y=a*X+b
```

4.2 Ajouter la courbe de régression sur un graphique

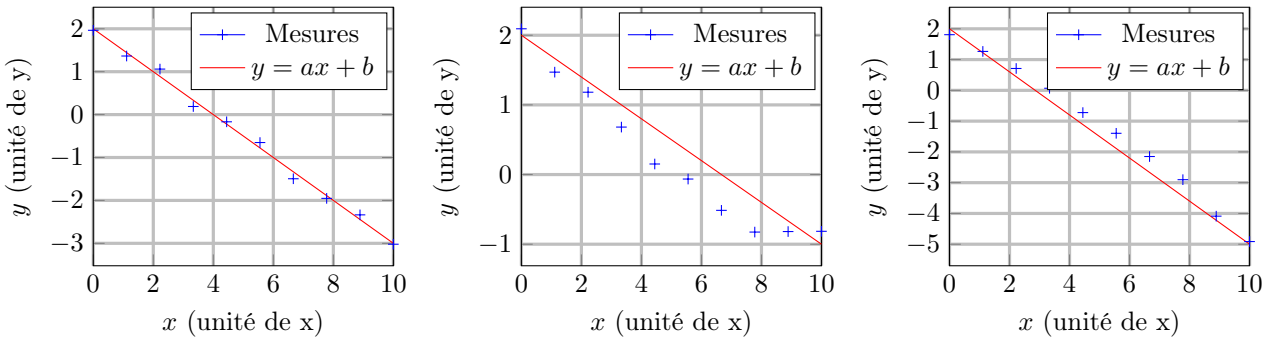
Soit la série de mesures associée aux tableaux (`X`, `Y`) de la **même taille**, on a effectué une régression linéaire de la forme $y = ax + b$ et on trace les courbes :

```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
a,b=np.polyfit(X,Y,1)
plt.figure()
plt.plot(X, Y, '+', label="Mesures")
plt.plot(X, a*X+b, label="y=aX+b")
plt.xlabel("x (unité de x)")
plt.ylabel("y (unité de y)")
plt.grid()
plt.show()
```



4.3 Validation visuelle

Dans un premier temps, on regarde la courbe pour voir si la tendance linéaire se vérifie :



4.4 Prise en compte des incertitudes

Capacité numérique au programme : Simuler, à l'aide de python, un processus aléatoire de variation des valeurs expérimentales de l'une des grandeurs (simulation Monte-Carlo) pour évaluer l'incertitude sur les paramètres du modèle.

Méthode à savoir appliquer et adapter

[Régression linéaire] Dans le cas où on a effectué k mesures de x et y avec les incertitude-types associées notée :

$$x_k = x_{k,\text{mes}}\,;\ u(x_k) = u_k, x \text{ et } y_k = y_{k,\text{mes}}\,;\ u(y_k) = u_k, y$$

On souhaite calculer les coefficients a et b et leurs incertitudes associées $u(a)$ et $u(b)$ qui optimisent la relation : $y = ax + b$ Pour cela on va utiliser python pour utiliser la méthode suivante :

- → Simuler N valeurs de x suivant une loi normale d'écart-type $u(x)$;
- → Simuler N valeurs de y suivant une loi normale d'écart-type $u(y)$;
- → On effectue n régression linéaires en prenant pour chaque valeur de i les k valeurs de $x_{k,i}$ et $y_{k,i}$ obtenir la droite d'équation :

  $$y = a_i x + b_i$$

  On possède alors n valeurs de a notées a_i et n valeurs de b notées b_i.
- → on calcul l'écart-type des valeurs de a_i puis de b_i ce qui nous donne les incertitudes-types :

  $$u(a) = u_a \quad \text{et} \quad u(b) = u_b$$

- → On note alors le résultat de notre régression linéaire : $y = ax + b$ avec $a = \overline{a}$; $u(a) = u_a$ et $b = \overline{b}$; $u(b) = u_b$

5 Calcul numérique

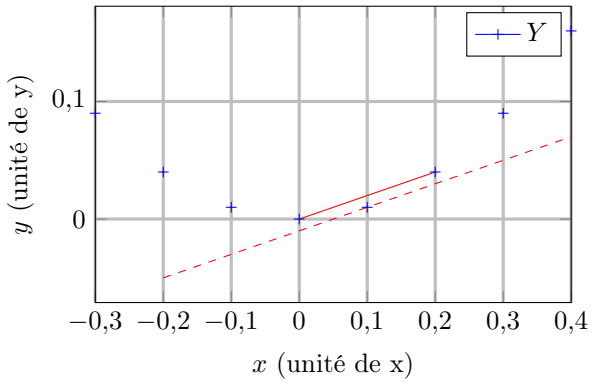
5.1 Dérivation

On considère une série de mesure contenue dans deux tableau `X` et `Y` de même taille contenant les N mesures (x_i, y_i), on utilise alors la définition du taux d'accroissement :

$$\frac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}x}(x_i) \simeq \frac{y_{i+1} - y_{i+1}}{x_{i+1} - x_{i-1}}$$

qui permet d'avoir une valeur approchée de la dérivée centrée sur la $^{\text{e}}$ mesure.

```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
N = len(X)
dY = np.zeros(N-2)
X_2 = X[1:N-1]
for i in range(N-2):
    dY[i] = (Y[i+2]-Y[i])/(X[i+2]-X[i])
```



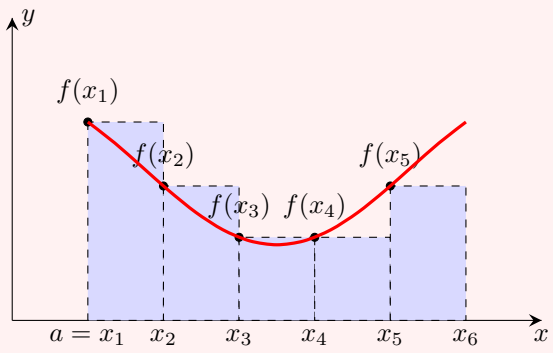
Le tableau `X_2` est nécessaire pour extraire les mesures contenues dans `X` sans les deux points extrêmes où l'on ne peut pas calculer la dérivée.

5.2 Intégration

Résultat ou définition à connaître par cœur

Intégration numérique par la méthode des rectangles : À l'aide de python, on peut calculer une valeur approchée d'une intégrale d'une fonction f en séparant un intervalle $[a;b]$ en N intervalles $[x_i;x_{i+1}]$ tel que $x_{i+1} - x_i = (b-a)/N$ et où la fonction f est considérée comme constante sur l'intervalle $[x_i;x_{i+1}]$. On choisi alors $f(x) \simeq f(x_i)$ sur l'intervalle $[x_i;x_{i+1}]$ qu'on appelle méthode des rectangles à gauche ce qui donne :

$$I = \int_a^b f(x)\mathrm{d}x \simeq \left(\frac{b-a}{N}\right) \sum_{i=1}^{i=N} f\left(\frac{x_{i+1}+x_i}{2}\right)$$



On considère qu'on a une série de mesures contenue dans deux tableaux `X` et `Y` de même taille, on cherche à calculer la valeur approchée de l'intégrale :

$$I = \int_a^b y(x)\mathrm{d}x$$

```
import numpy as np
N = len(X)
I = 0
for i in range(N-1):
    I = I + (X[i+1]-X[i]) * Y[i]
print(I)
```

5.3 Résolution d'une équation

Voir poly de cours pour la méthode dichotomique. On peut utiliser la fonction `bisect(f, a, b)`. Qui renvoie la valeur approchée à 10^{-12} près de $x_0 \in [a,b]$ tel que $f(x_0) = 0$ avec `f` une fonction à définir.

5.4 Résolution d'équations différentielles

Voir poly de cours pour la méthode d'Euler. On peut utiliser la fonction `odeint(F,Y_0,t)`.Avec `F(Y,t)` qui correspond à la fonction $\dfrac{\mathrm{d}Y}{\mathrm{d}t} = F(Y,t)$, `Y_0` qui correspond à $Y(t=0)$.

TP Physique-Chimie 1 : Lois des Snell-Descartes

Objectif : Vérifier et exploiter les lois de Snell-Descartes.
Capacités expérimentales :
- Mettre en œuvre une mesure de longueur sur un banc d'optique.
- Procéder à l'évaluation des incertitudes-types A et types B et leurs propagation grâce à python.

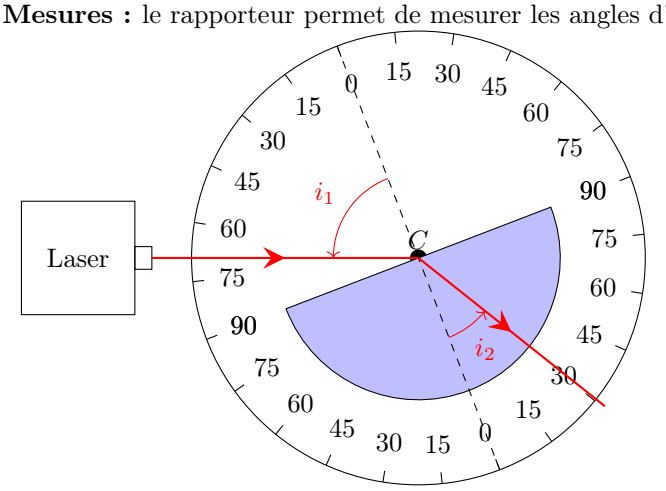
Matériel à disposition :
- laser
- rapporteur + demi-cylindre

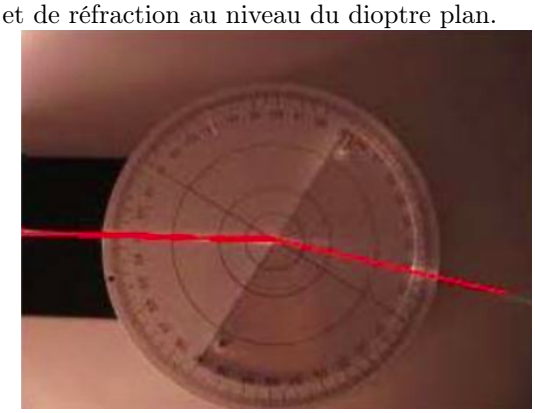
Lors des TP d'optique, il est nécessaire de :
- Ne jamais observer directement à l'œil nu une source de lumière.
- Ne jamais toucher les surfaces optiques avec nos gros doigts tout sales.
- Ne pas les frotter contre une surface dure, on pose délicatement un instrument d'optique.

1 Dispositif expérimental

Les rayons issus du lasers peuvent :
- pénétrer par le dioptre plan afin de ressortir en incidence normale sur le dioptre cylindrique.
- pénétrer par le dioptre cylindrique en incidence normale et ressortir par le dioptre plan.

Mesures : le rapporteur permet de mesurer les angles d'incidences et de réfraction au niveau du dioptre plan.





Manipulations expérimentales

→ Procéder au réglage du faisceau incident pour s'assurer que celui-ci passe bien par le centre du cylindre pour toutes les incidences et par l'angle 0° en incidence normale.

2 Vérification de la loi de Snell-Descartes

Questions préliminaires :

Q.1 Rappeler la loi de Snell-Descartes.

Q.2 Montrer que n est le coefficient directeur d'une droite linéaire. Préciser la grandeur en abscisse et la grandeur en ordonnée.

Q.3 Exprimer n en fonction de n_{air}, i_1 et i_2.

Q.4 Établir l'expression de $i_{2\text{lim}}$ l'angle limite de réfraction en fonction de n.

Manipulations expérimentales

→ Établir un protocole de mesure et faire au moins 10 mesures de l'indice n du demi-cylindre.

i_1 (°)										
i_2 (°)										
n										

→ Utiliser un ordinateur en salle C310 pour tracer la courbe qui permet de valider la loi de Snell-Descartes.

→ Proposer méthode de mesure de n_1 avec son incertitude $u(n_1)$ et noter la valeur du résultat de la mesure :

$n_1 =$ $u(n_1) =$

3 Mesure de l'angle limite

Questions préliminaires :

Q.1 Préciser la condition sur la réfringence pour pouvoir observer une réflexion totale.

Q.2 En déduire le sens de parcours des rayons : air → cylindre ou cylindre → air

Q.3 Établir la condition de réflexion totale i_{lim} :

$i_{\text{lim}} =$

Manipulations expérimentales

→ Mesurer l'angle limite i_{lim} et son incertitude-type $u(i_{\text{lim}})$ en précisant la méthode pour la mesure et évaluer l'incertitude-type :

$i_{\text{lim}} =$ $u(i_{\text{lim}}) =$

→ Calculer n_2 la valeur de l'indice optique du cylindre puis utiliser un ordinateur en salle C310 pour calculer son incertitude-type $u(n_2)$:

$i_{\text{lim}} =$ $u(i_{\text{lim}}) =$

→ Vérifier la cohérence des résultats avec la mesure précédente en calculant l'écart normalisé :

Expression : $E =$ Valeur : $E =$

TP Physique-Chimie 2 : Introduction à la formation d'images

Objectif : Prendre en main l'utilisation d'un banc d'optique et caractériser une lentille.
Capacités expérimentales :

- Éclairer un objet de manière adaptée.
- Choisir une ou plusieurs lentilles en fonction des contraintes expérimentales.
- Optimiser la qualité d'une image.
- Estimer une valeur approchée d'une distance focale.
- Mettre en œuvre une mesure de longueur sur un banc d'optique.
- Procéder à l'évaluation des incertitudes-types A et types B.

Matériel à disposition :

- Banc optique + supports + Source de lumière blanche + verre dépoli + objet diffusant ;
- Lentilles convergentes et divergentes de la boite de Morez ;
- Lentilles convergentes notée E et X et divergente notée I ;
- Écran translucide + Miroir ;



Lors des TP d'optique, il est nécessaire de :

- Diminuer l'intensité lumineuse de la source avant de faire une observation directe à l'œil ou au viseur.
- Ne jamais toucher les surfaces optiques avec nos gros doigts tout sales.
- Ne pas les frotter contre une surface dure, on pose délicatement un instrument d'optique.

1 Principe de la loupe

Questions préliminaires :

Q.1 Tracer sur votre feuille les rayons permettant de former l'image pour différentes position d'un objet réel dans le cas d'une lentille convergente puis d'une lentille divergente.

Q.2 Déterminer la nature de l'image pour chaque cas ainsi que les caractéristique du grandissement.

Manipulations expérimentales

→ Expliquer comment reconnaître le caractère convergent ou divergent d'une lentille à partir de l'observation à l'œil nu de l'image formé par la lentille d'un objet réel.

→ Pour chaque lentille de la boite noter dans la tableau son caractère convergent ou divergent et si l'image est grossi ou non.

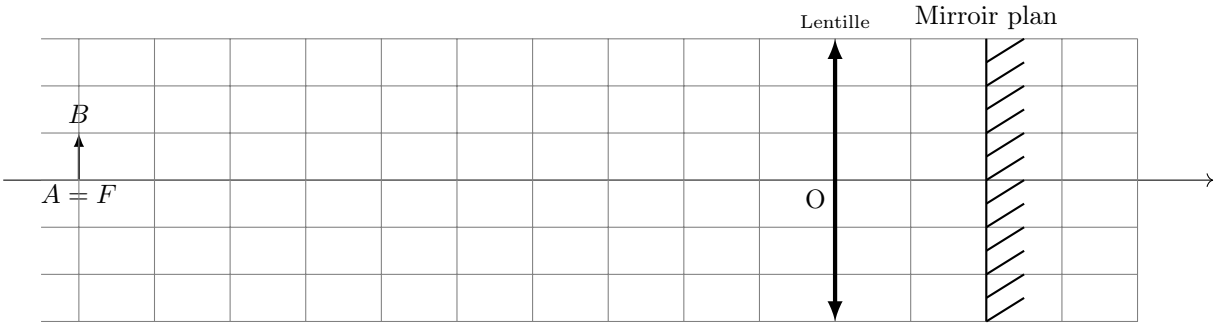
Lentille					
Conv/Div					
Grossi					

2 Méthode d'autocollimation

Questions préliminaires :

Q.1 Reproduire le schéma ci-dessous et construire l'image du point objet A confondu avec le foyer objet de la lentille

par le système optique.



Q.2 Quelle est l'influence de la distance miroir/lentille par cette méthode ? Que se passe-t-il si on incline légèrement le miroir par rapport à l'axe optique ?

Manipulations expérimentales

→ Placer la lentille E une distance raisonnable de la lampe. Placer le miroir plan derrière la lentille.

→ Faire varier la position de l'objet tout en essayant d'obtenir une image net sur le porte objet.

→ Lorsque l'image est nette mesurer la distance focale f'_{E1} et son incertitude-type $u(f'_{E1})$:

$f'_{E1} =$	$u(f'_{E1}) =$

3 Lentille convergente

Questions préliminaires :

Q.1 Rappeler la relation de conjugaison de Descartes.

Q.2 Pour une distance D entre l'objet et l'écran, à quelle condition sur f' peut-on projeter l'image conjugué de l'objet sur l'écran ?

Manipulations expérimentales

→ Placer la lentille dans la monture sur le banc optique. Placer l'écran de manière à projeter l'image. Mesurer les distances $\overline{OA}$, $\overline{OA'}$ pour 5 positions différentes de l'objet, en déduire f'_{E2} avec son incertitude $u(f'_{E2})$:

$\overline{OA}$					
$\overline{OA'}$					
f'					

$f'_{E2} =$

$u(f'_{E2}) =$

→ Calculer l'écart normalisé pour comparer f'_{E1} et f'_{E2} :

4 Lentille divergente

Questions préliminaires :

Q.1 Construire l'image à travers une lentille d'un objet réel A puis d'un objet virtuel A.

Manipulations expérimentales

→ Placer le lentille divergente I devant l'objet réel de type lettre, observer l'image virtuelle (placer les filtres avant d'observer à l'œil nu).

→ Utiliser la lentille convergente E pour fabriquer une image réelle à une distance correcte pour qu'elle serve d'objet virtuel pour la lentille divergente I. À quelle condition peut-on obtenir une image réelle ? Observer l'image obtenue dans ce cas.

TP Physique-Chimie 3 : Focométrie : lentilles convergentes

Objectif :
Capacités expérimentales :
- Éclairer un objet de manière adaptée.
- Choisir une ou plusieurs lentilles en fonction des contraintes expérimentales.
- Optimiser la qualité d'une image.
- Estimer une valeur approchée d'une distance focale.
- Mettre en œuvre une mesure de longueur sur un banc d'optique.
- Procéder à l'évaluation des incertitudes-types A et types B.

Matériel à disposition :
- Banc optique + supports ;
- Source de lumière blanche + verre dépoli + objet diffusant ;
- Lentilles convergentes notée E et X et divergente notée I ;
- Écran translucide ;
- Miroir ;

Lors des TP d'optique, il est nécessaire de :
- Ne jamais observer directement à l'œil nu une source de lumière.
- Ne jamais toucher les surfaces optiques avec nos gros doigts tout sales.
- Ne pas les frotter contre une surface dure, on pose délicatement un instrument d'optique.

1 Méthode de Silbermann

Questions préliminaires : On considère un objet AB et un écran (E) séparé d'une distance D. On cherche à former l'image A' sur l'écran de sorte que $\gamma = -1$.

Q.1 Réaliser un schéma de la situation.

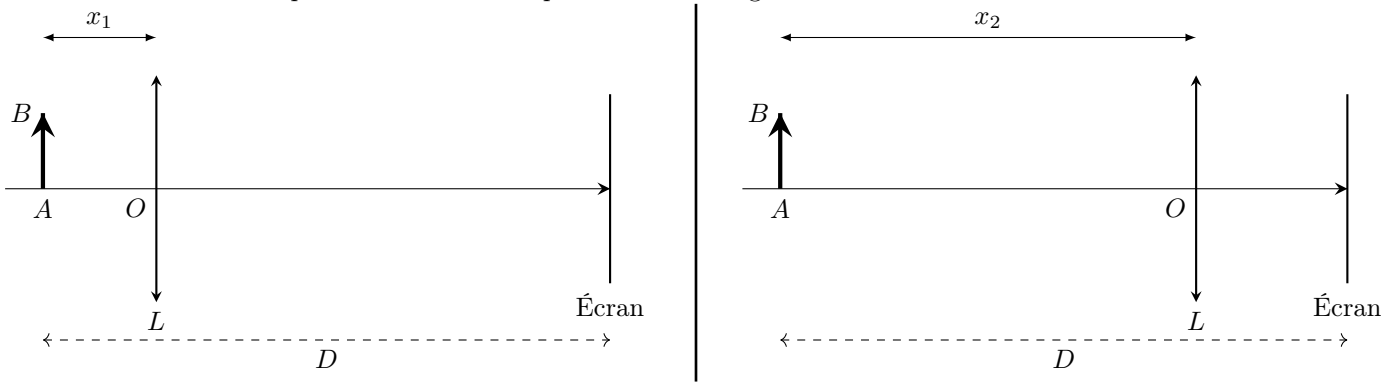
Q.2 En utilisant les relations de conjugaison, exprimer f' en fonction de $\overline{OA}$ et γ.

Manipulations expérimentales

→ Déterminer f' avec son incertitude-type et comparer le résultat de la mesure avec la méthode d'auto-collimation.

2 Méthode de Bessel

Questions préliminaires : On considère un objet AB et un écran (E) séparé d'une distance D. On cherche à former l'image A' sur l'écran de sorte que $\overline{AA'} = D$. On place une lentille (L) de centre optique O et de distance focale f' entre les deux et on cherche la position de la lentille pour former l'image net sur l'écran.



Q.1 Montrer que $D \geqslant D_{\text{min}}$ où on exprimera D_{min} en fonction de f'.

Q.2 Exprimer x_2 et x_1 en fonction de f' et D.

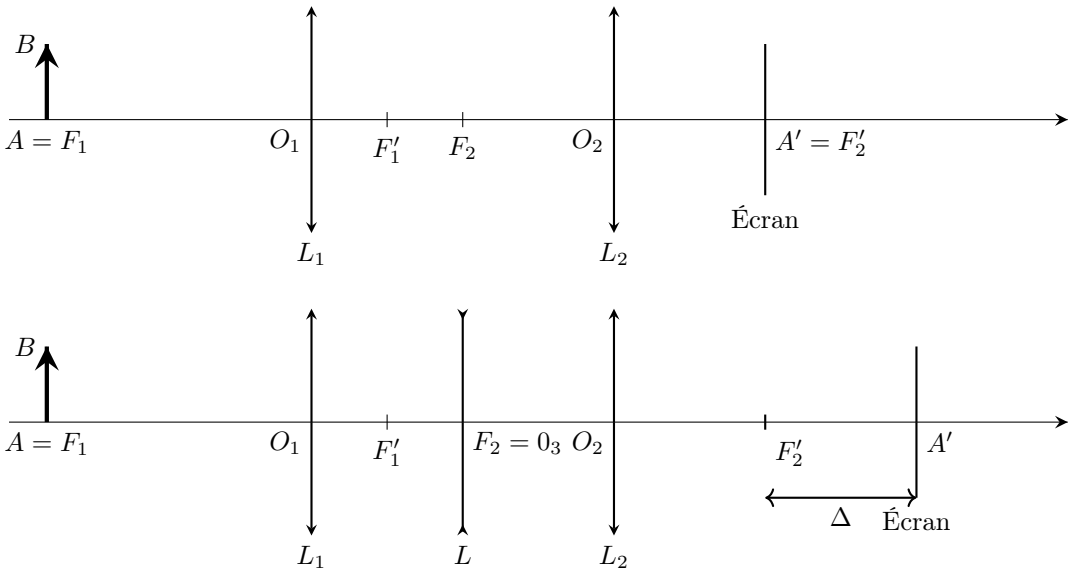
Q.3 On pose $d = |x_2 - x_1|$ la différence entre les deux positions, montrer que : $\boxed{f' = \dfrac{D^2 - d^2}{4D}}$

Manipulations expérimentales

→ Placer l'écran à une distance D choisie par vous même de l'objet.
→ Mesurer les positions x_1 et x_2 et en déduire d.
→ Calculer f'.
→ Recommencer pour différentes valeurs de D.
→ En déduire une mesure de f'.

3 Méthode de Badal

Questions préliminaires : On considère un système optique composé de 3 lentilles, deux lentilles L_1 et L_2 convergentes de distance focale f'_1 et f'_2 connues, et une lentille divergente L de distance focale f' à déterminer. On place un objet AB dans le plan focal objet de L_1 et on cherche dans un premier temps la position de l'image après L_2 sans la lentille L.



Q.1 Effectuer une construction graphique pour obtenir le trajet d'un faisceaux de rayons lumineux.

Q.2 On ajoute L entre L_1 et L_2, effectuer une nouvelle construction graphique pour obtenir la nouvelle position de l'image.

Q.3 Exprimer Δ le déplacement de l'écran pour obtenir la nouvelle image en fonction de f' et f'_2.

Manipulations expérimentales

→ Par autocollimation, placer l'objet dans le plan focal de la lentille L_1.
→ Placer l'écran dans le plan focal image de L_2, une image nette se forme.
→ Ajouter L dans le plan focal objet de L_2 et déplacer l'écran d'une distance δ pour former à nouveau une image nette, en déduire une mesure de f'.

4 Lentilles accolées

Questions préliminaires : On considère deux lentilles de vergences V_1 et V_2 et de centre optique confondus $O_1 = O_2 = O$.

Q.1 Montrer que l'ensemble agit comme un une unique lentille de centre optique O et de vergence $V = V_1 + V_2$.

Manipulations expérimentales

→ Associer à une lentille divergente inconnue, une lentille convergente afin que le système soit convergent.
→ En déduire la vergence V de l'ensemble par la méthode de votre choix.
→ En déduire la distance focale f' de la lentille divergence.

TP Physique-Chimie 4 : Collimateur et modèle d'œil

Objectif : Prendre en main l'utilisation d'un banc d'optique et caractériser une lentille.
Capacités expérimentales :

- Éclairer un objet de manière adaptée.
- Choisir une ou plusieurs lentilles en fonction des contraintes expérimentales.
- Optimiser la qualité d'une image.
- Estimer une valeur approchée de f'.
- Mesurer une longueur sur un banc d'optique.
- Procéder à l'évaluation des incertitudes-types B et leurs propagation grâce à python.

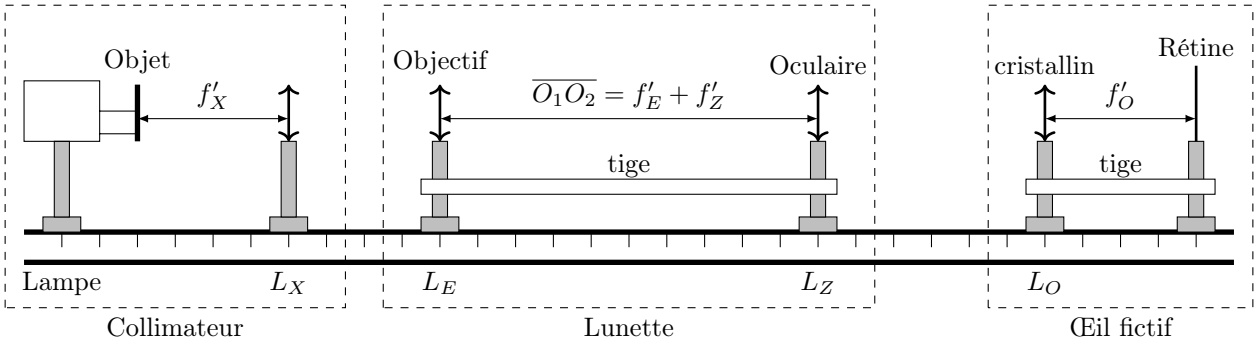
Matériel à disposition :

- Source de lumière blanche + verre dépoli ;
- Objet diffusant + porte objet
- 4 Lentilles convergentes E, X, Z et O + 1 lentille divergente I ;
- Écran translucide + miroir + barre d'attache ;
- banc optique + 6 pieds ;



Lors des TP d'optique, il est nécessaire de :

- Diminuer l'intensité lumineuse de la source avant de faire une observation directe à l'œil ou au viseur.
- Ne jamais toucher les surfaces optiques avec nos gros doigts tout sales.
- Ne pas les frotter contre une surface dure, on pose délicatement un instrument d'optique.



Manipulations expérimentales

→ Par autocollimation, mesurer le distance focale des lentilles X, E, Z et O et leurs incertitudes-types :

$f'_X =$	$f'_E =$	$f'_Z =$	$f'_O =$
$u(f'_X) =$	$u(f'_E) =$	$u(f'_Z) =$	$u(f'_O) =$

1 Collimateur

Questions préliminaires :

Q.1 Faire un schéma d'un collimateur en traçant deux rayons.

Manipulations expérimentales

→ En plaçant l'objet sur la lampe, construire un collimateur à l'aide de l'objet diffusant et de la lentille X.

2 Œil fictif

Questions préliminaires :

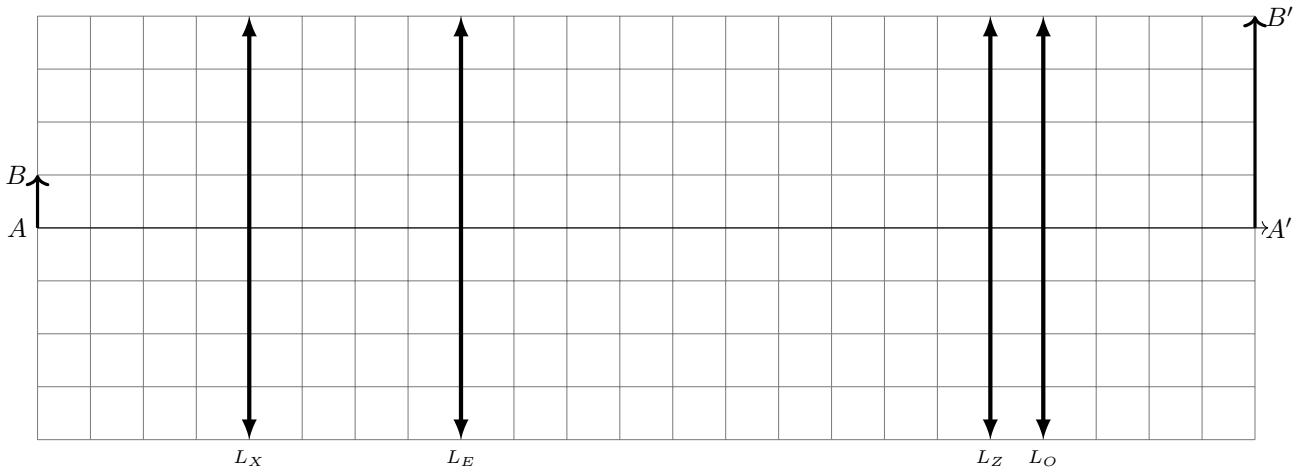
Q.1 Faire un schéma d'un œil normal au repos. Tracer 2 rayons pour construire l'image d'un objet situé à l'infini.

Manipulations expérimentales

→ En utilisant le collimateur précédent, construire un modèle d'œil au repos à l'aide de la lentille O et d'un écran. On figera le réglage à l'aide d'une barre.

→ Vérifier avec les incertitudes que la distance $\overline{OA'} = f'_O$.

3 Lunette astronomique



Questions préliminaires :

Q.1 Utiliser les rayons adéquats et identifier les positions des foyers F_X, F'_E, F_Z et F_O.

Q.2 Déterminer la relation entre α', $\overline{A'B'}$ la taille de l'image de AB sur la rétine, et f'_O.

Q.3 Déterminer la relation entre α, $\overline{AB}$ la taille de l'objet, et f'_X.

Q.4 Montrer que le grossissement peut être exprimé à l'aide de f'_E et f'_Z.

Q.5 Montrer que le grossissement peut également être exprimé en fonction de $\overline{A'B'}$, $\overline{AB}$, f'_X et f'_O.

Manipulations expérimentales

→ En utilisant la lentille E comme objectif et la lentille Z comme occulaire, construire et faire la mise au point d'une lunette astronomique à l'aide du colimateur et du modèle d'œil.

→ Mesurer $\overline{AB}$, $\overline{A"B"}$ et en déduire une mesure G_1 du grossissement et son incertitude-type $u(G_1)$.

$G_1 =$	$u(G_1) =$

→ Calculer G_2 à partir des mesures de f'_Z et f'_E et son incertitude-type $u(G_2)$.

$G_2 =$	$u(G_2) =$

→ Comparer les résultats de la mesure et du calcul.

4 Lunette de Galilée

Manipulations expérimentales

→ Remplacer la lentille Z par la lentille divergente I et refaire la mise au point de la lunette. Commenter.

TP Physique-Chimie 5 : La réaction chimique

Objectif : Relier concentration molaire et massique, préparer une solution et effectuer son titrage.
Capacités expérimentales :

- Identifier et exploiter la réaction support du titrage.
- Proposer ou justifier le protocole d'un titrage à l'aide de données fournies.
- Mettre en œuvre un protocole expérimental correspondant à un titrage direct.
- Sélectionner et utiliser le matériel adapté à la précision requise.
- Distinguer les instruments de verrerie In et Ex.

Matériel à disposition par poste :

- fiole de jaugée de 100 mL + bouchon ;
- coupelle + balance de pesée ;
- agitateur magnétique + barreau aimanté ;
- 1 bécher de 100 mL + 1 bécher de 50 mL ;
- Burette graduée + statif ;
- 2 pipette jaugée de 10,0 mL + propipette ;

Solutions à disposition par poste :

- Thiosulfate de sodium pentahydraté solide ;
- Solution de diiode à $C_2 = 0{,}50 \times 10^{-2}\,\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$.



Lors des TP de Chimie, il est nécessaire de :

- Porter une blouse fermée, des chaussures fermée, un pantalon. Dans le cas contraire l'entrée dans la salle sera refusé.
- Éloigner les documents écrits et calculatrice des zones de manipulations pour éviter de souiller votre matériel personnel.
- Lors de la manipulation de certains produits, il faut porter des gants et des lunettes de protection. On ne porte les gants uniquement lorsque l'on manipule et on les jette immédiatement après (interdiction d'utiliser votre matériel personnel ou l'ordinateur avec les gants).

1 Préparation d'une solution de thiosulfate

On souhaite obtenir une solution de thiosulfate ($S_2O_3^{2-}$) de concentration $C_1 = 1{,}00\times10^{-2}\,\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ à partir de thiosulfate de sodium pentahydraté ($Na_2S_2O_3$, $5H_{20}$).

Données : Masse molaires $M(\text{H}) = 1\,\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$; $M(\text{O}) = 16\,\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$; $M(\text{Na}) = 23\,\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ et $M(\text{S}) = 32\,\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$

Manipulations expérimentales

→ Placer une coupelle et faire la tare. Puis peser la masse m_1 nécessaire pour le volume de la fiolde jaugée $V_{\text{fiole}} = 100\,\text{mL}$.
Remarque : il ne faut pas de solide sur la balance en dehors de la coupelle.

Expression : $C_1 =$ | $m_1 =$ | $u(m_1) =$

→ Verser un peu d'eau distillée dans la fiole jaugée puis à l'aide d'un entonnoir verser le thiosulfate dans la fiole.
Remarque : rincer la coupelle avec de l'eau distillée qu'on verse dans la fiole.

→ Ajouter de l'eau distillée jusqu'au 3/4 de la jauge puis boucher et agiter jusqu'à dissolution totale du solide.

→ Remplir d'eau distillée jusqu'au trait de jauge précisément.
Remarque : le bas du ménisque doit être sur le trait de jauge.

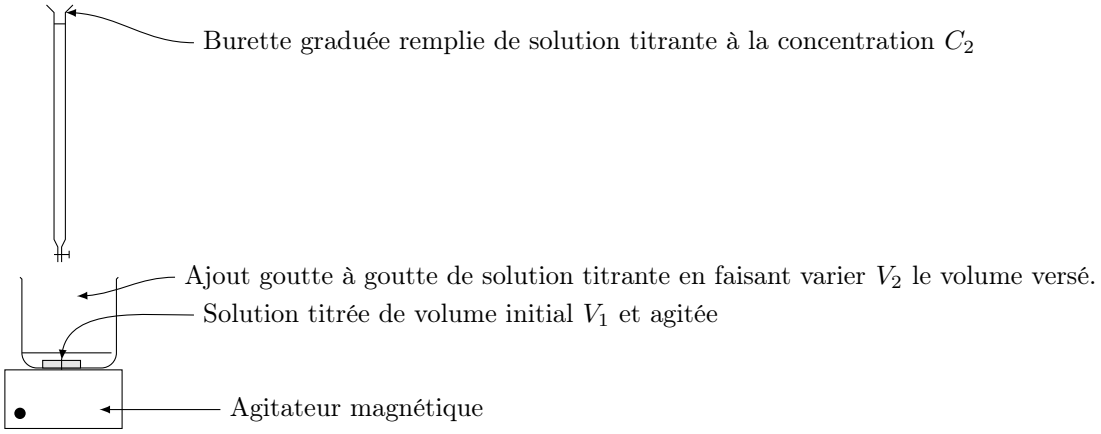
$C_1 =$ | $u(C_1) =$

2 Titrage d'une solution de thiosulfate

On va maintenant mesurer la concentration C_1 de la solution de thiosulfate, avec une solution de diiode de concentration C_2 connue.

On appelle **solution titrée** la solution de thiosulfate de concentration C_1 à déterminer et on note V_1 son volume.

On appelle **solution titrante** la solution de diiode de concetration C_2 connue et on note V_2 son volume.



On prend $V_1 = 10\,\text{mL}$ et $C_2 = 0{,}5\times10^{-2}\,\text{mol·L}^{-1}$. On désigne par V_2 le volume de diiode versé. **Questions préliminaires :**

Q.1 Compléter les coefficients stœchiométriques de l'équation support du titrage :

$$...\text{I}_2(\text{aq}) + ...\text{S}_2\text{O}_3^{2-}(\text{aq}) = ...\text{I}^-(\text{aq}) + ...\text{S}_4\text{O}_6^{2-}(\text{aq})$$

Q.2 Réaliser un tableau d'avancement, en considérant la réaction comme totale, donner l'état final de la réaction en supposant que le diiode est le réactif limitant (avant l'équivalence).

Q.3 En déduire le volume à l'équivalence $V_{2\text{eq}}$ lorsque les réactifs sont ajoutés en proportions stœchiométriques (les deux réactifs sont limitants).

Q.4 En déduire une relation entre C_1, C_2, V_1 et $V_{2\text{eq}}$.

Manipulations expérimentales

→ Verser 15 mL à 20 mL de solution de thiosulfate dans un bécher de 50 mL. Prélever à l'aide d'une pipette jaugée et d'une poire à pipeter $V_1 = 10\,\text{mL}$ de solution. Verser la volume V_1 dans le grand bécher et ajouter de l'eau distillée pour que le volume soit suffisant.

Remarque : attention certaines pipettes ont une seule jauge et doivent donc être vidée entièrement, tandis que d'autre ont une jauge inférieure et ne doivent pas être vidée au delà de la seconde jauge.

→ Ajouter un peu de thiodène ou d'empois d'amidon (indicateur coloré pour rendre l'équivalence plus lisible. Le diiode donne une couleur bleu à une solution contenant de l'empois d'amidon.

→ Placer le bécher «poubelle» (en plastique) sous la burette et rincer la burette avec la solution de diiode de concentration C_2.

→ Remplir la burette avec la solution de diiode jusqu'au zéro, vérifier qu'il n'y a pas de bulle d'air dans le robinet.

→ Placer le bécher avec la solution sous la burette et sur l'agitateur magnétique et mettre à l'intérieur le barreau aimanté.

→ Réaliser le dosage et relever le volume à l'équivalence $V_{\text{éq}}$ et l'incertitude-type $u(V_{\text{éq}})$:

$V_{\text{éq}} =$	$u(V_{\text{éq}}) =$

→ Déterminer la concentration de la solution C_1 avec incertitude-type $u(C_1)$:

$C_1 =$	$u(C_1) =$

→ Comparer en calculant l'écart normalisé :

TP Physique-Chimie 6 : Suivi cinétique spectrophotométrique

Objectif : Établir la loi de vitesse d'une réaction d'oxydoréduction dont on suit l'évolution de l'absorbance.
Capacités expérimentales :

- Exploiter les résultats d'un suivi temporel de concentration pour déterminer les caractéristiques cinétiques d'une réaction.
- Proposer et mettre en œuvre des conditions expérimentales permettant la simplification de la loi de vitesse.
- Établir une loi de vitesse à partir du suivi temporel d'une grandeur physique.

Matériel à disposition par poste :

- spectrophotomètres + cuves, chronomètre, agitateur magnétique, barreau aimanté
- 1 agitateur magnétique.
- 1 bécher de 100 mL + 1 pipette jaugée de 2,00 mL + 1 pipette jaugée de 10,0 mL + 1 pipette jaugée 20,0 mL.
- support à pipette, 1 pissette d'eau distillée + agitateur en verre.
- 1 fioles jaugées 50 mL.

Solutions à disposition par poste :

- Solution de diiode I_2 à $C_0 = 3{,}00 \times 10^{-3}\,\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$;
- Iodure de potassium KI à $C_1 = 0{,}2\,\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 100 mL par poste ;
- Acide sulfurique H_2SO_4 à $C_2 = 0{,}05\,\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 120 mL par poste.
- Peroxyde d'hydrogène H_2O_2 à $C_3 = 0{,}02\,\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 50 mL par poste.

Lors des TP de Chimie, il est nécessaire de :

- Porter une blouse fermée, des chaussures fermée, un pantalon. Dans le cas contraire l'entrée dans la salle sera refusé.
- Éloigner les documents écrits et calculatrice des zones de manipulations pour éviter de souiller votre matériel personnel.
- Lors de la manipulation de certains produits, il faut porter des gants et des lunettes de protection. On ne porte les gants uniquement lorsque l'on manipule et on les jette immédiatement après (interdiction d'utiliser votre matériel personnel ou l'ordinateur avec les gants).

1 Courbe d'étalonnage

Manipulations expérimentales

→ Chaque groupe réalise une fiole jaugée de $V_{\text{tot}} = 50\,\text{mL}$ d'une solution fille S_i de concentrations C_i présentée dans le tableau suivant à l'aide d'un volume V_0 à prélever de solution de diiode de concentration $C_0 = 3{,}0 \times 10^{-3}\,\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$:

S_i	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	S_7	S_8	S_0
C_i (mol·L^{-1})	$3,0.10^{-4}$	$6,0.10^{-4}$	$9,0.10^{-4}$	$1,2.10^{-3}$	$1,5.10^{-3}$	$1,8.10^{-3}$	$2,1.10^{-3}$	$2,4.10^{-3}$	$3,0.10^{-3}$
V_0 (mL)									
A									

→ Choisir une valeur adaptée de longueur d'onde λ pour les mesures d'absorbance et calculer $\epsilon(\lambda)$ et $u(\epsilon)$:

$\lambda =$	$\epsilon =$	$u(\epsilon) =$

→ Tracer à l'aide de Python où regressi la droite d'étalonnage pour valider son caractère linéaire.

2 Suivi cinétique

Manipulations expérimentales

→ Dans un bécher, introduire $V_1 = 40\,\text{mL}$ de solution d'iodure de potassium à $C_1 = 0{,}2\,\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$.

→ Ajouter $V_2 = 50\,\text{mL}$ d'acide sulfurique de concentration $C_2 = 0{,}05\,\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$.

→ Faire le blanc du spectrophotomètre à l'aide de cette solution, à la longueur d'onde $\lambda'_S = 425\,\text{nm}$. Vider la cuve dans le bécher.

→ À $t = 0$, introduire rapidement, à l'aide d'une pipette jaugée, un volume $V_3 = 10{,}0\,\text{mL}$ d'eau oxygénée à la concentration $C_3 = 0{,}02\,\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$.

→ Noter l'absorbance de la solution à intervalles réguliers toutes les 15 secondes, pendant 5 à 6 minutes. On prendra $A_\infty =$ .....

→ À partir d'un tableau d'avancement déterminer le réactif limitant :

3 Analyse

Questions préliminaires : On note la loi de vitesse : $r = k\left[H_2O_2\right]^\alpha \left[H^+\right]^\beta \left[I^-\right]^\delta$

Q.1 Compléter les coefficients stœchiométriques : $...H_2O_2(aq) + ...I^-(aq) + ...H^+(aq) = ...I_3^-(aq) + ...H_2O(l)$

Q.2 On suppose qu'on a une dégénérescence de l'ordre, rappeler les conditions expérimentales nécessaires puis, à l'aide d'un tableau d'avancement, montrer que : $r = k_{app}\left[H_2O_2\right]^\alpha$

Q.3 On suppose que $\alpha = 1$: exprimer $\ln\left(\left[H_2O_2\right](t)/\left[H_2O_2\right]_0\right)$ en fonction du temps.

Manipulations expérimentales

→ Utiliser Python ou regressi pour importer vos mesures d'absorbance et en déduire $\left[I_2\right](t)$.

→ Appliquer la méthode différentielle : détailler une méthode pour tracer une courbe qui permet de visualiser l'ordre partiel.

→ Appliquer la méthode intégrale : détailler une méthode pour tracer une courbe qui permet de vérifier un ordre partiel.

→ En déduire une mesure de la constante de vitesse apparente :

$k_{app} =$	$u(k_{app}) =$