TP de physique-chimie
PTSI1 Lycée Jean Perrin 2025-2026

Quentin Roveillo

8 décembre 2025

Table des matières

Capacités numériques pour les TP **3**
1 Lois des Snell-Descartes **9**
2 Introduction à la formation d'images **11**
3 Focométrie : lentilles convergentes **13**
4 Collimateur et modèle d'œil **15**
5 La réaction chimique **17**
6 Circuits électriques **19**
7 Caractéristique de dipôles **21**
8 Régime transitoire d'ordre 1 **23**
9 Suivi cinétique spectrophotométrique **25**
10 Cinématique **27**
11 Circuit RLC **29**

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.
```

```python
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` :

```python
B = np.exp(A)

C = np.log(A)
```

```python
D = np.log10(A)

E = np.sqrt(A)
```

```python
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 :

```python
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

1 Définition

Definition : Résultat d'une mesure

Lorsqu'on procède à une observation expérimentale, on utilise un instrument de mesure et on obtient une valeur numérique associée à une unité (lecture graphique d'une graduation sur une verrerie en chimie, affichage numérique d'un instrument électronique comme un multimètre en électronique, autre protocole plus complexe).

Si on répète cette observation ou qu'on change l'instrument de mesure pour un autre identique on obtient une valeur numérique différente de la précédente. On appelle ce phénomène la **variabilité de la mesure**. Pour tenir compte de ce phénomène on écrit le résultat d'une mesure de la grandeur x, avec $u(x)$ **l'incertitude-type** de la mesure, comme :

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

Definition : Écart normalisé

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 : $\boxed{E = \dfrac{|x_1 - x_2|}{\sqrt{u_1^2 + u_2^2}}}$

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

Remarque : 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}.

Exemple : Chiffres significatifs

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

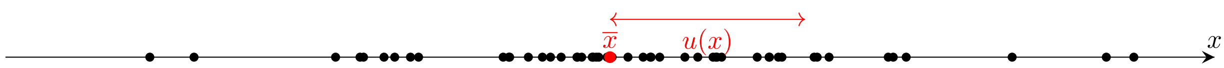
- Dans la première méthode on a $u(R) = 0{,}10\,\text{k}\Omega$, on écrit alors $R_{\text{mes}} = 1{,}00\,\text{k}\Omega$.
- Dans la seconde méthode on a $u(R) = 10\,\Omega$, on écrit alors $R_{\text{mes}} = 1{,}0 \times 10^3\,\Omega$

2 Type A

Definition : incertitude-type A

Dans le cas d'une mesure comportant une série de N (entre 5 et 20) valeurs qui correspondent aux observations x_i :

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

```python
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
```

3 Type B

Definition : 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

```python
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`.

4 Propagation

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

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

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

Propriété : 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 : Propagation des incertitudes (bis)

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 :

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

calculer simplement $g = g_{\text{mes}} = f(x_{\text{mes}}, y_{\text{mes}})$ et évaluer $u(g)$ de la manière suivante :

- Soit N valeurs de x simulées suivant une loi normale d'écart-type $u(x)$;
- Soit N valeurs de y simulées suivant une loi normale d'écart-type $u(y)$;
- Soit N valeurs de g notée g_i en appliquant la formule : $g_i = f(x_i, y_i)$
- on calcul l'écart-type des valeurs de g_i ce qui nous donne l'incertitude-type : $u(g) = u_g$
- on peut également vérifier qu'on a bien : $\overline{g} = f(x_{\text{mes}}, y_{\text{mes}})$

Exemple : Propagation des incertitudes produit

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

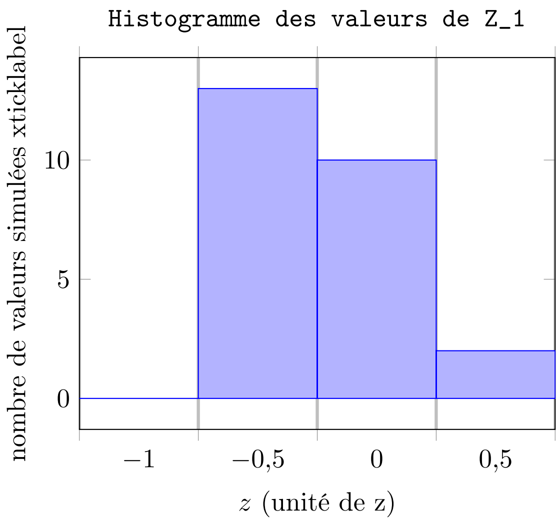
```python
import numpy as np
 X = np.random.normal(X_mes, u_X, N)
 Y = np.random.normal(Y_mes, u_Y, N)
 Z = X*Y
 Z_mes = np.mean(Z)
 u_Z = np.std(Z, ddof=1)
```

3 Graphiques

1 Histogramme

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

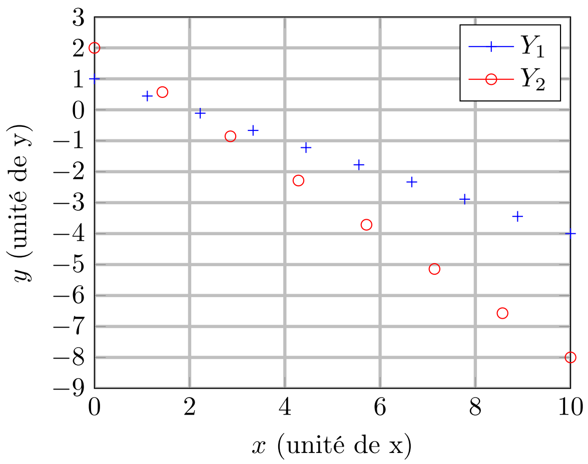
```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
plt.figure()
plt.hist(Z_1, bins='rice')
plt.title("Histogramme des valeurs de Z_1")
plt.xlabel("z (unité de z)")
plt.ylabel("nombre de valeurs simulées")
plt.grid()
plt.show()
```



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()
```

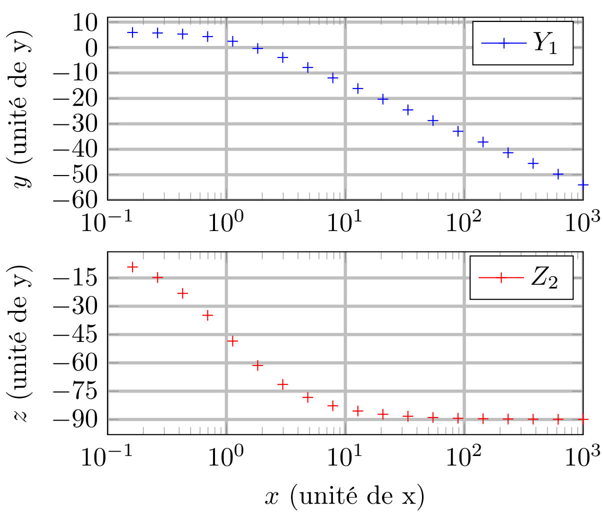


Si on veut tracer l'axe des x à l'échelle log on ajoute `plt.xscale('log')`

3 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

1 Calcul des coefficients

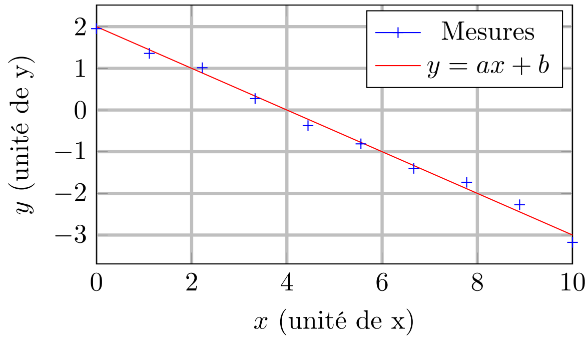
On cherche à faire une régression linéaire, c'est-à-dire l'expression de la droite de régression $y = ax + b$ qui minimise l'écart des mesures de x_i et y_i contenues dans les tableaux X et Y de même taille à la droite :

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

2 Ajouter la courbe de régression sur un graphique

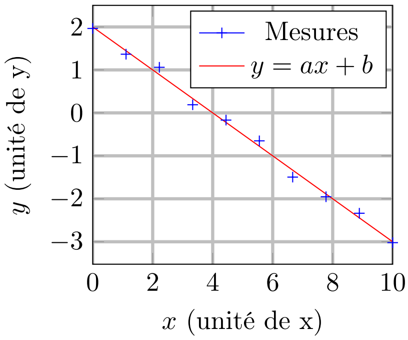
Soit la série de mesures associée aux tableaux (X, Y) de la **même taille**, on a effectué une régression linéaire de la forme $y = ax + b$ et on trace les courbes :

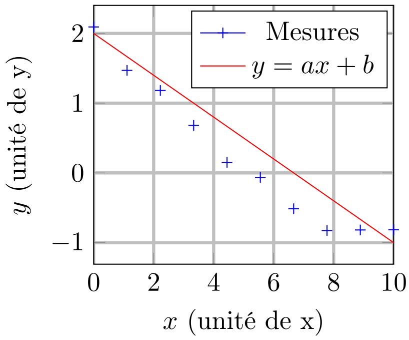
```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
a,b=np.polyfit(X,Y,1)
plt.figure()
plt.plot(X, Y, '+', label="Mesures")
plt.plot(X, a*X+b, label="y=aX+b")
plt.xlabel("$x$ (unité de x)")
plt.ylabel("$y$ (unité de y)")
plt.grid()
plt.show()
```

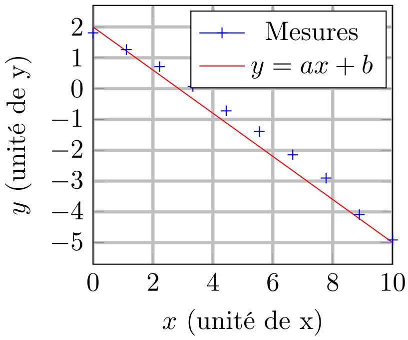


3 Validation visuelle

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







4 Prise en compte des incertitudes

Propriété : Capacité numérique

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 : 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 :

- on calcul N valeurs pour chaque x_k notée $x_{k,i}$ avec une probabilité uniforme pour que :

$$x_{k,i} \in [x_{k,i} - u_{k,x}\sqrt{3}; x_{k,i} + u_{k,x}\sqrt{3}]$$

- on calcul N valeurs pour chaque y_k notée $y_{k,i}$ avec une probabilité uniforme pour que :

$$y_{k,i} \in [y_{k,i} - u_{k,y}\sqrt{3}; y_{k,i} + u_{k,y}\sqrt{3}]$$

- 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 peut également vérifier qu'on a bien : $y = \overline{a}x + \overline{b}$
  en faisant une régression linéaire sur nos k valeurs de x et y.
- 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

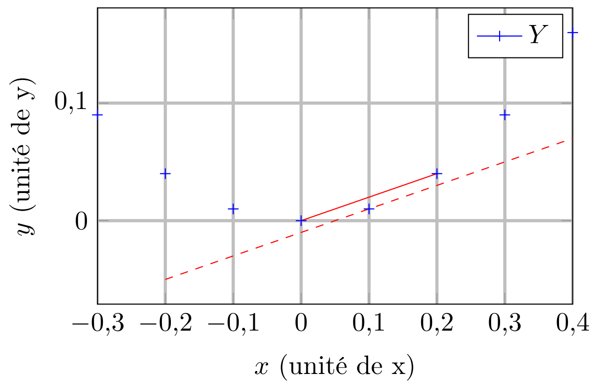
1 Dérivation

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 ^{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])
```



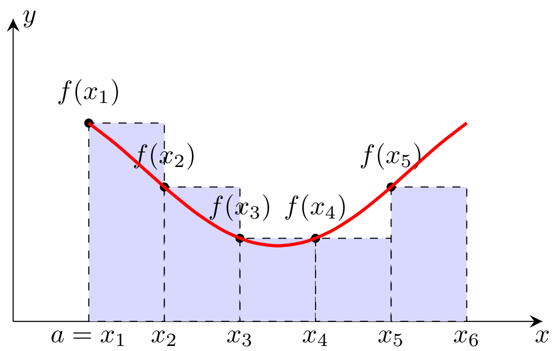
Le tableau X_2 est nécessaire pour extraire les mesures contenues dans X sans les deux points extrêmes où l'on ne peut pas calculer la dérivée.

2 Intégration

Definition : 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)
```

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.

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 $\frac{\mathrm{d}Y}{\mathrm{d}t} = F(Y,t)$, `Y_0` qui correspond à $Y(t=0)$.

TP Physique-Chimie 1 : Lois des Snell-Descartes

Objectifs et compétences évaluées :

- 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 :

- laser
- rapporteur + demi-cylindre

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

- 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.

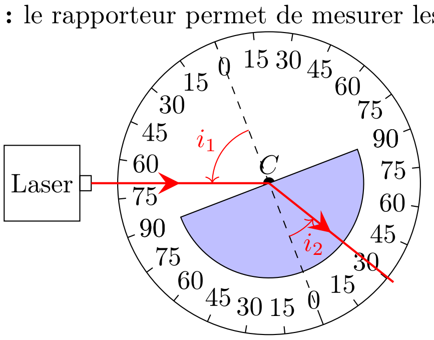
Definition : Dispositif expérimental

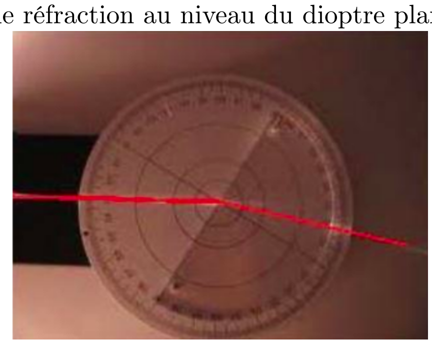
Les rayons issus du lasers peuvent :

- 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.

Réglage : pour assurer les incidences normales il faut que les rayons passent par le centre.

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





Questions :

Q.1 Rappeler la loi de Snell-Descartes.

Q.2 Exprimer n en fonction de n_{air}, i_1 et i_2.

Q.3 Établir l'expression de $i_{2\text{lim}}$ l'angle limite de réfraction en fonction de n.

Protocole : Mesure de f' par la méthode de Bessel

E.1 Établir un protocole de mesure et faire au moins 10 mesures de l'indice n du demi-cylindre.

E.2 En vous servant de Python, calculer la valeur moyenne des mesures $\overline{n}$, son incertitude-type $u(n)$ et l'incertitude-type sur la moyenne $u(\overline{n})$.

E.3 Mesurer l'angle de réfraction maximale $i_{2\text{max}}$.

E.4 Mesurer l'angle de limite de réflexion totale $i_{2\text{lim}}$.

E.5 En vous servant de Python, calculer la valeur n et son incertitude-type B en faisant une propagation d'incertitude.

E.6 Comparer les deux mesures.

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

Objectifs et compétences évaluées :

- 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 :

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

Attention : 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.

Questions : Utilisation d'une lentille convergente

Q.1 Construire l'image à travers une lentille d'un objet A situé entre O et F puis d'un objet A situé en F.

Q.2 Rappeler la relation de conjugaison de Descartes.

Q.3 Faire un schéma illustrant la formation de l'image réelle d'un objet réelle. Quelle condition doit satisfaire la position $\overline{OA}$ pour être dans ce cas là ?

Q.4 Exprimer $\overline{OA'}$ en fonction de $\overline{OA}$ la position de l'objet et f' la distance focale.

Q.5 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 ?

Protocole : Lentille convergente

E.1 En tenant la lentille E à la main, décrire vos observations à travers la lentille dans le cas d'un objet très proche. Donner la nature de l'image ainsi que sa position. Recommencer en éloignant l'objet.

E.2 Placer la lentille dans la monture sur le banc optique. Placer l'écran de manière à projeter l'image. Mesurer les distances $\overline{OA}$, $\overline{OA'}$ avec incertitudes et en déduire f' avec son incertitude.

E.3 Mesurer le grandissement et comparer avec $\overline{OA'}/\overline{OA}$.

E.4 Rapprocher la lentille jusqu'à ne plus pouvoir projeter l'image sur l'écran. Observer avec votre œil en mettant un filtre entre le dépoli et l'objet. Mesurer $\overline{OA}$.

E.5 Utiliser la lentille X pour former un objet virtuel.

Questions : Utilisation d'une lentille divergente

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

Protocole : Lentille divergente

E.1 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).

E.2 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.

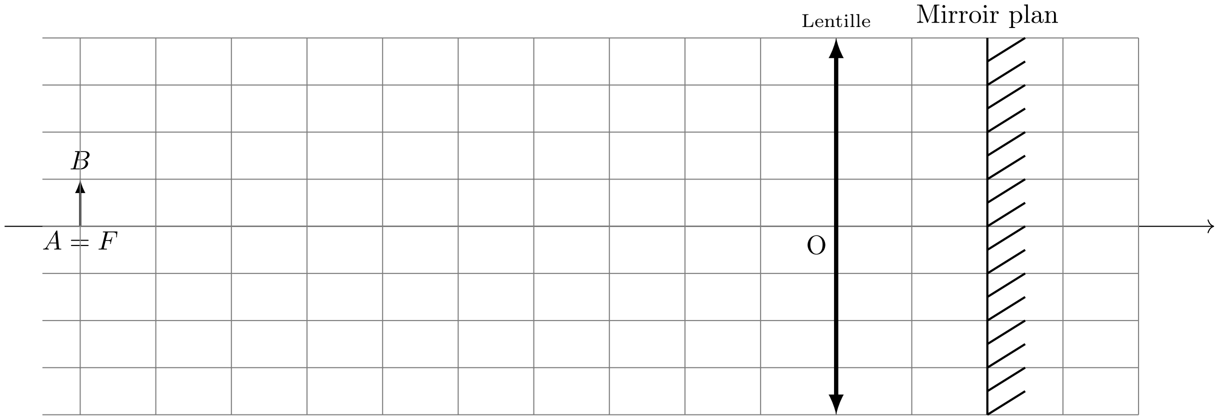
Questions : Présentation de la méthode d'autocollimation

Cette méthode est la plus simple et la plus rapide à mettre en œuvre puisqu'elle ne nécessite qu'un mirroir plan.

Elle consiste à placer la face réfléchissante du miroir plan derrière la lentille de distance focale inconnue et de déplacer le système ainsi constitué afin d'obtenir une image nette de l'objet, inversée, de même taille et située dans le même plan que l'objet.

La distance séparant l'objet de la lentille est alors la distance focale recherchée.

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 ?

Protocole : Mesure de la distance focale des lentilles

E.1 Utiliser les résultats précédents pour déterminer les distances focales des deux lentilles convergentes.

E.2 On cherchera à évaluer l'incertitude-type associée à la mesure effectuée. On proposera notamment un protocole d'évaluation de cette incertitude-type.

E.3 Reproduire le protocole de la relation de conjugaison de Descartes en mesurant la valeur de la distance focale.

TP Physique-Chimie 3 : Focométrie : lentilles convergentes

Objectifs et compétences évaluées :

- 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 :

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

Attention : 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.

Questions : Méthode de Silbermann

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.

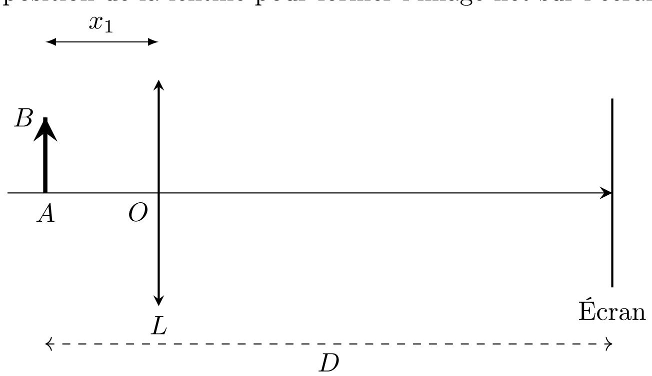
Q.2 En utilisant les relations de conjugaison, exprimer f' en fonction de $\overline{OA}$ et γ.

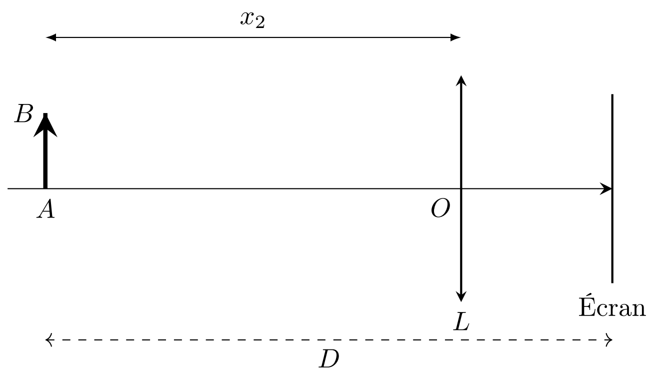
Protocole : Mesure de f' par la méthode de Silbermann

E.1 Déterminer f' avec son incertitude-type et comparer le résultat de la mesure avec la méthode d'auto-collimation.

Questions : Méthode de Bessel

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 En posant $\overline{OA} = x$, obtenir une équation satisfaite par x, D et f'.

Q.2 En déduire que $D \geqslant D_{\min}$ où on exprimera $D_{\min}$ en fonction de f'.

Q.3 Calculer les positions x_1 et x_2 de la lentille.

Q.4 Calculer $d = |x_2 - x_1|$ la différence entre les deux positions.

Q.5 Montrer que : $\boxed{f' = \dfrac{D^2 - d^2}{4D}}$

Protocole : Mesure de f' par la méthode de Bessel

E.1 Placer l'écran à une distance D choisie par vous même de l'objet.

E.2 Mesurer les positions x_1 et x_2 et en déduire d.

E.3 Calculer f'.

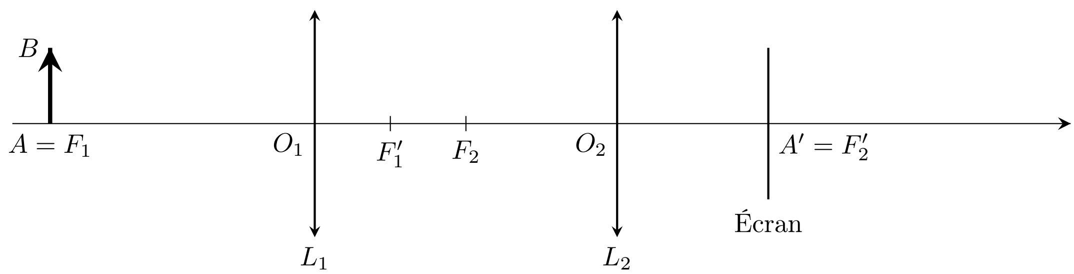
E.4 Recommencer pour différentes valeurs de D.

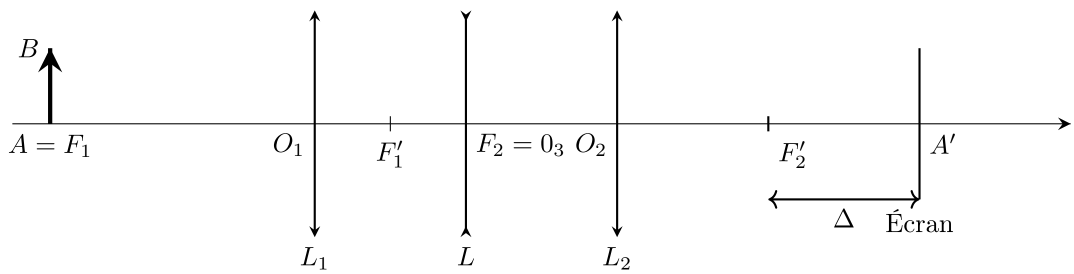
E.5 En déduire une mesure de f'.

E.6 Effectuer une mesure de f' par autocollimation et comparer.

Questions : Méthode de Badal

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.

Protocole : Application de la méthode de Badal

E.1 Placer l'objet dans le plan focal objet de la lentille L_1 en utilisant la méthode d'autocollimation (faire la mesure de f'_1).

E.2 Placer l'écran dans le plan focal image de L_2 pour former une image net de l'objet (faire la mesure de f'_2).

E.3 Ajouter L dans le plan focal objet de L_2 et déplacer l'écran d'une distance δ pour former à nouveau une image net.

E.4 En déduire une mesure de f'.

Questions : Lentilles accolées

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 $V = V_1 + V_2$.

Protocole : Association avec une lentille convergente

E.1 Associer à une lentille divergente inconnue, une lentille convergente afin que le système soit convergent.

E.2 En déduire la vergence V de l'ensemble par la méthode de votre choix.

E.3 En déduire la distance focale f' de la lentille divergence.

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

Objectifs et compétences évaluées :

- 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 :

- 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 ;

Attention : 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.

Protocole : Avant toute chose

E.1 À l'aide du porte objet et de l'objet, mesurer les valeurs des distances focales (avec incertitude) des lentilles X, E, Z et O en utilisant la méthode d'autocollimation.

Questions : Collimateur

Définition : Le collimateur est un système qui permet, à l'aide d'un objet diffusant et un d'une lentille, d'obtenir un objet situé à l'infini.

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

Protocole : Réglage d'un collimateur (objet à l'infini)

E.1 En plaçant l'objet sur la lampe, construire un collimateur à l'aide de l'objet diffusant et de la lentille X.

Questions : Œil fictif

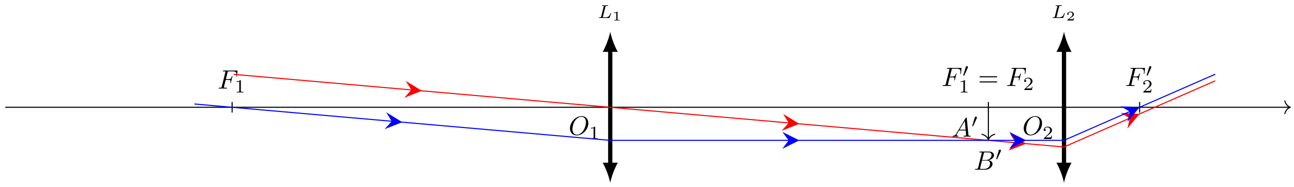
Q.1 Faire un schéma d'un œil normal au repos. Tracer 2 rayons pour construire l'image d'un objet situé à l'infini.

Protocole : Réglage de l'œil fictif

E.1 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.

E.2 Vérifier avec les incertitudes que la distance $\overline{OA'} = f'_X$.

Definition : Principe de la lunette astronomique



Les deux principaux éléments d'une lunette sont :

- l'objectif assimilable à une lentille convergente de petite distance focale. Son rôle est de faire converger la lumière issue de l'objet observé à l'intérieur du tube du microscope.
- l'oculaire assimilable à une lentille convergente de distance focale de quelques centimètres. Il est utilisé comme une loupe.

- Sachant que la lunette est afocale, un œil normal observe sans accomoder l'image de l'objet AB situé à l'ifnini à travers le système, compléter le graphique en précisant les positions de l'image A_1B_1 de l'objet AB par l'objectif, l'image $A'B'$ finale et les positions des foyers de l'objectif. Justifier.

Questions : Expression du grossissement de la lunette

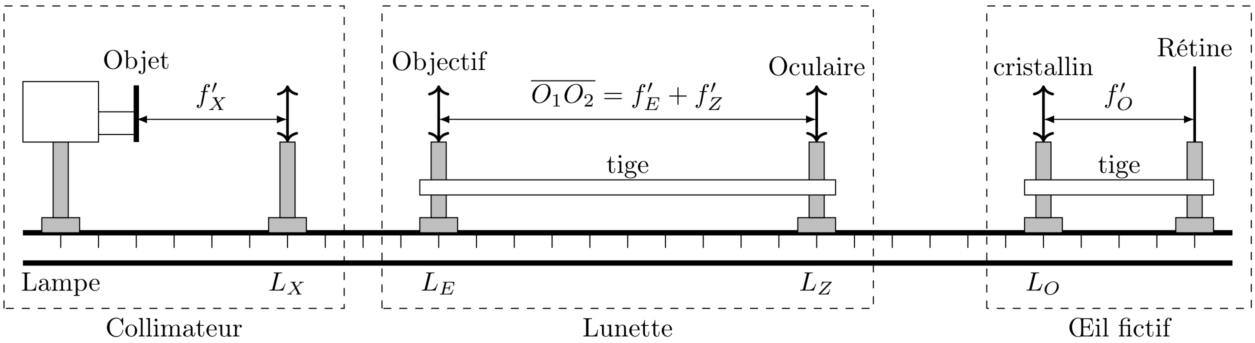
Q.1 Déterminer la relation entre α', $\overline{A"B"}$ la taille de l'image de AB sur la rétine, et f'_3 (Il est vivement conseillé de s'aider d'un schéma).

Q.2 Déterminer la relation entre α, $\overline{AB}$ la taille de l'objet, et f'_0 (Il est vivement conseillé de s'aider d'un schéma).

Q.3 Montrer que le grossissement peut être exprimé à l'aide de $f'1$ et $f'2$.

Q.4 Montrer que le grossissement peut également être exprimé en fonction de $\overline{A"B"}$, $\overline{AB}$, f'_3 et f'_0.

Protocole : Mise au point



E.1 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.

E.2 Mesurer $\overline{AB}$, $\overline{A"B"}$ et en déduire une mesure du grossissement.

E.3 À l'aide d'un script python, calculer G à partir des mesures de f'_Z et f'_E.

E.4 Comparer les résultats de la mesure et du calcul.

Protocole : Lunette de Galilée

E.1 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

Objectifs et compétences évaluées :

- 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 : 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 :

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

Attention : 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).

Protocole : Préparation d'une solution de thiosulfate

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

E.1 Placer une coupelle et faire la tare. Puis peser la masse m_1 nécessaire pour le volume de la fiolde jaugée $V_{\text{fiole}} = 100\ \mathrm{mL}$.

Remarque : il ne faut pas de solide sur la balance en dehors de la coupelle.

E.2 Verser <u>un peu</u> 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.

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

E.4 Remplir d'eau distillée jusqu'au trait de jauge précisément.

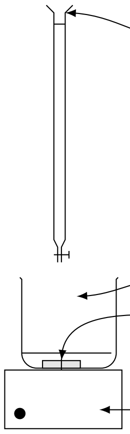
Remarque : le bas du ménisque doit être sur le trait de jauge.

Questions : Titrage de la solution

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 $V_1 = 10\,\mathrm{mL}$ et $C_2 = 0{,}5 \times 10^{-2}\,\mathrm{mol} \cdot \mathrm{L}^{-1}$. On désigne par V_2 le volume de diiode versé.

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

$$...\mathrm{I_2(aq)} + ...\mathrm{S_2O_3^{2-}(aq)} = ...\mathrm{I^-(aq)} + ...\mathrm{S_4O_6^{2-}(aq)}$$

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 $V_{2\mathrm{eq}}$ 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 $V_{2\mathrm{eq}}$.

Protocole : Titrage

E.1 Verser $15\,\mathrm{mL}$ à $20\,\mathrm{mL}$ de solution de thiosulfate dans un bécher de $50\,\mathrm{mL}$. Prélever à l'aide d'une pipette jaugée et d'une poire à pipeter $V_1 = 10\,\mathrm{mL}$ 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.

E.2 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.

E.3 Placer le bécher «poubelle» (en plastique) sous la burette et rincer la burette avec la solution de diiode de concentration C_2.

E.4 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.

E.5 Placer le bécher avec la solution sous la burette et sur l'agitateur magnétique et mettre à l'intérieur le barreau aimanté.

E.6 Réaliser le dosage et relever le volume à l'équivalence en évaluant l'incertitude-type.

E.7 Déterminer la concentration de la solution C_1 avec incertitude-type et comparer avec la mesure précédente.

TP Physique-Chimie 6 : Circuits électriques

Objectifs et compétences évaluées :

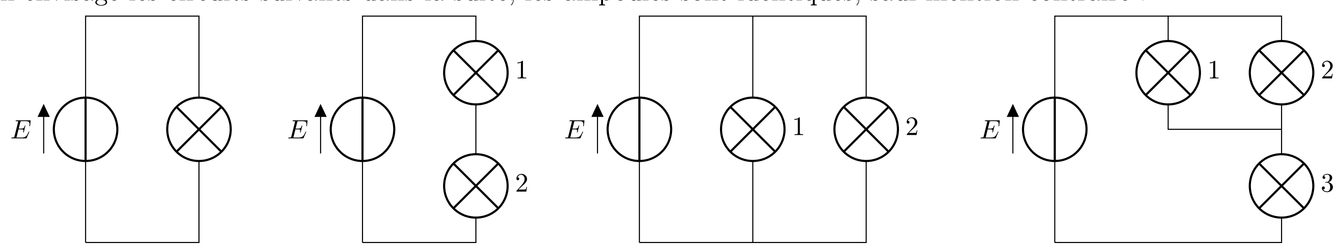
- Évaluer une résistance d'entrée ou de sortie à l'aide d'une notice ou d'un appareil afin d'appréhender les conséquences de leurs valeurs sur le fonctionnement d'un circuit.
- Mesurer une tension au voltmètre ou à l'oscilloscope.
- Mesurer l'intensité d'un courant à l'ampèremètre ou à l'aide d'un oscilloscope.
- Mesurer une résistance à l'oscilloscope ou au voltmètre sur un diviseur de tension.
- Préciser la perturbation induite par l'appareil de mesure sur le montage et ses limites.
- Évaluer la résistance de sortie d'un générateur.

Matériel :

- Générateur de tension continue réglé sur 6 V et 0,5 A ;
- Plaquette de connexion ;
- 3 ampoules (6 V ; 100 mA) et 1 ampoule (6 V, 300 mA) ou l'inverse.
- 3 résistances inconnues + 1 résistance variable ;
- 2 multimètres et leurs notices.
- Fils.

Definition : Circuits à étudier

On envisage les circuits suivants dans la suite, les ampoules sont identiques, sauf mention contraire :



Circuit de référence — Circuit 1 — Circuit 3 — Circuit 4

Questions : Comparaison des circuits

Q.1 Prédire la luminosité relative de chacun des ampoules identiques du circuit 1 par rapport à celle du circuit de référence.

Q.2 Répéter la démarcher pour le circuit 2.

Q.3 Prédire la luminosité relative des trois lampes identiques dans le circuit 3.

Q.4 Prédire l'évolution de la luminosité de l'ampoule 3 si on débranche l'ampoule 2 ?

Manipulation préliminaire : Compléter le tableau suivant en comparant les luminosité de l'ampoule à celle de l'ampoule du circuit de référence avec les symbole +, - ou = :

	Circuit 1		Circuit 2		Circuit 3		
	Ampoule 1	Ampoule 2	Ampoule 1	Ampoule 2	Ampoule 1	Ampoule 2	Ampoule 3
Analyse							
Observations							

Definition : Incertitude d'un multimètre

Elle est donnée dans la notice par un pourcentage x et un nombre d'unité du dernier digit n (le chiffre le plus petit).

Exemple : Pour $U_1 = 3{,}268\,\mathrm{V}$ et une incertitude de $1\% + 2\,\mathrm{digits}$.

$$u(U_1) = 0.01 \times 3,268 + 2 \times 0.001 = 0{,}034\,68\,\mathrm{V} \simeq 0{,}035\,\mathrm{V}$$

Pour rappel, on prendra au maximum 2 chiffres significatifs.

Protocole : Mesures des courants et tensions

E.1 Regarder dans les notices et noter x et n les valeurs nécessaires pour les calculs d'incertitudes en ampèremètre et en voltmètre.

E.2 **Dans le circuit de référence :** Mesurer le courant I_0 et $u(I_0)$.

E.3 **Dans le circuit 1 :**

- Compléter le tableau ci-dessous en mesurant les courants et tension (ainsi que leurs incertitudes) pour chaque ampoule.
- Classer les ampoules par intensité croissante.
- Interpréter le cas où le courant délivré par le générateur est le plus important.
- Refaire les mesures en inversant les bornes de l'ampèremètre.
- En déduire la direction du courant électrique et des porteurs de charges.
- Utiliser deux ampoules différentes. Interpréter l'influence sur le courant et la luminosité.

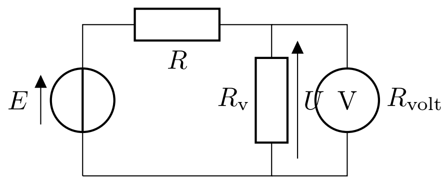
E.4 **Dans le circuit 2 :** Reproduire la même démarche que pour le circuit 1

E.5 **Dans le circuit 3 :** Compléter le tableau ci-dessous en mesurant les courants et tension (ainsi que leurs incertitudes) pour chaque ampoule. Inverser les deux ampoules.

	Circuit 1		Circuit 2		Circuit 3		
	Ampoule 1	Ampoule 2	Ampoule 1	Ampoule 2	Ampoule 1	Ampoule 2	Ampoule 3
I							
$u(I)$							
U							
$u(U)$							

Protocole : Mesures des courants et tensions

E.1 Proposer un protocole opératoire destiné à mesurer R avec un voltmètre et le circuit suivant :



E.2 À l'aide de la notice, estimer la résistance interne R_{volt} du voltmètre.

E.3 Estimer l'ordre de grandeur du courant dans le voltmètre si dans le circuit R_v est de l'ordre du kΩ.

E.4 Mesurer R_1, R_2 et R_3 à l'aide d'une résistance variable, et avec une tension du générateur $E = 10\,\mathrm{V}$.

$R_1 =$	$R_2 =$	$R_3 =$
$u(R_1) =$	$u(R_2) =$	$u(R_3) =$

E.5 Mesurer R_1, R_2 et R_3 à l'ohmmètre. Commentaires.

$R_1 =$	$R_2 =$	$R_3 =$
$u(R_1) =$	$u(R_2) =$	$u(R_3) =$

TP Physique-Chimie 7 : Caractéristique de dipôles

Objectifs et compétences évaluées :

Objectif : On cherche à tracer la caractéristique I en fonction de U de différents dipôles.

Capacités expérimentales :

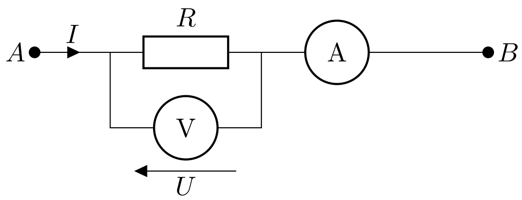
- Évaluer une résistance d'entrée ou de sortie à l'aide d'une notice ou d'un appareil afin d'appréhender les conséquences de leurs valeurs sur le fonctionnement d'un circuit.
- Mesurer une tension au voltmètre ou à l'oscilloscope.
- Mesurer l'intensité d'un courant à l'ampèremètre ou à l'aide d'un oscilloscope.
- Mesurer une résistance à l'oscilloscope ou au voltmètre sur un diviseur de tension.
- Préciser la perturbation induite par l'appareil de mesure sur le montage et ses limites.
- Évaluer la résistance de sortie d'un générateur.

Matériel :

- Générateur de tension continue réglé sur 6 V et 0,5 A ;
- Plaquette de connexion ;
- 1 ampoules (6 V ; 100 mA).
- 1 résistance variable + 1 résistance 1 kΩ ;
- un accumulateur ;
- une diode ;
- 2 multimètres et leurs notices.
- Fils.

Definition : Montage courte dérivation

Pour pouvoir tracer la caractéristique statique $I(U)$ d'un dipôle, il faut être capable de mesurer la tension U aux bornes de cette résistance ainsi que le courant I qui le traverse. On présente le montage en courte dérivation :



Definition : Incertitude d'un multimètre

Elle est donnée dans la notice par un pourcentage x et un nombre d'unité du dernier digit n (le chiffre le plus petit).

Exemple : Pour $U_1 = 3{,}268\,\text{V}$ et une incertitude de $1\% + 2\,\text{digits}$.

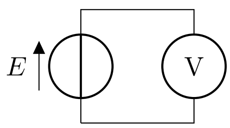
$$u(U_1) = 0.01 \times 3,268 + 2 \times 0.001 = 0{,}034\,68\,\text{V} \simeq 0{,}035\,\text{V}$$

Pour rappel, on prendra au maximum 2 chiffres significatifs.

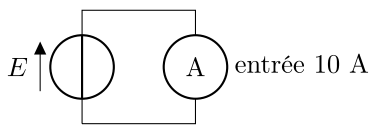
Protocole : Caractéristique d'une ampoule

Attention : on vérifiera avant de brancher le circuit que :

- la tension à vide est de 6 V maximum



- le courant de court-circuit est de 0,5 A maximum



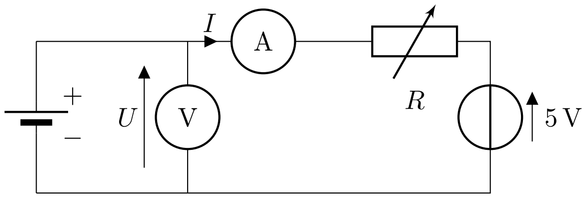
E.1 Prendre des mesures de $U < 6\,\text{V}$, $u(U)$, $I < 0{,}5\,\text{A}$ et $u(I)$ que vous noterez dans un fichier TP7_ampoule.txt.

E.2 Tracer à l'aide de python la courbe $I = f(U)$ avec les barres d'incertitudes.

Protocole : Caractéristique d'un accumulateur

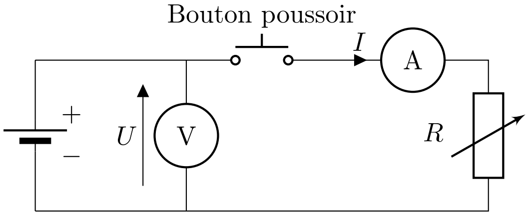
Attention : L'accumulateur est fragile, on veillera à respecter les **consignes**.

E.1 <u>Comportement récepteur :</u> reproduire le montage ci-dessous et relever U, $u(U)$, I et $u(I)$ en faisant varier la résistance R entre 25 Ω **minimum** puis augmenter jusqu'à mesurer un courant presque nul.



E.2 Tension à vide : brancher directement le voltmètre pour mesurer U_0 et $u(U_0)$ lorsque $I = 0$.

E.3 Comportement générateur : reproduire le montage ci-dessous et relever U, $u(U)$, I et $u(I)$ en faisant varier la résistance R (commencer par les grandeurs valeurs puis diminuer **sans dépasser** 50 mA).



mesures rapides pour
ne pas user la pile

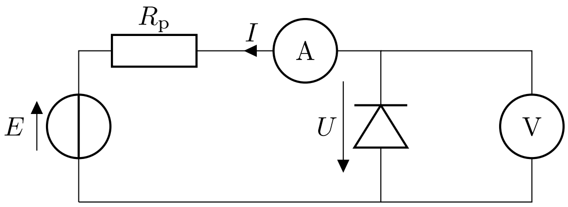
E.4 Courant de court-circuit : brancher directement l'ampèremètre pour mesurer I_0 et $u(I_0)$ lorsque $U = 0$.

E.5 Réunir toutes les mesures dans un fichier `TP7_pile.txt` en faisant attention à garder la même convention.

E.6 Tracer à l'aide de python la courbe $I = f(U)$ avec les barres d'incertitudes.

Protocole : Caractéristique d'une diode

On utilise le montage suivant avec $R_\mathrm{p} = 1\,\mathrm{k\Omega}$ comme résistance de protection :



Attention :

- maintenir $I < 1\,\mathrm{A}$ et $U < 5\,\mathrm{V}$;
- commencer par brancher l'ampèremètre sur l'entrée 10 A ;
- limiter l'alim à 1 A puis augmenter la tension lentement en surveillant le courant.

E.1 Faire varier E entre 1 V et −5 V et mesurer U, $u(U)$, I et $u(I)$.

E.2 Réunir toutes les mesures dans un fichier `TP7_diote.txt` en faisant attention à garder la même convention.

E.3 Tracer à l'aide de python la courbe $I = f(U)$ avec les barres d'incertitudes.

E.4 Définir la zone de fonctionnement linéaire et en déduire la valeur de R et $u(R)$ par des régression linéaires.

TP Physique-Chimie 8 : Régime transitoire d'ordre 1

Objectifs et compétences évaluées :

Objectif : On cherche à observer à l'oscilloscope le régime transitoire d'un circuit d'ordre 1 et mesurer son temps caractéristique.

Capacités expérimentales :

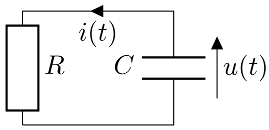
- Mesurer une tension au voltmètre ou à l'oscilloscope.
- Préciser la perturbation induite par l'appareil de mesure sur le montage et ses limites.
- Réaliser l'acquisition d'un régime transitoire pour un circuit linéaire du premier ordre et analyser ses caractéristiques. Confronter les résultats expérimentaux aux expressions théoriques.

Matériel :

- Générateur basse fréquence (GBF).
- 2 multimètres et un oscilloscope.
- boîte à décade de résistance.
- Boîte à décade de condensateur.
- bobine 1000 spires
- fils.

Questions : Régime libre d'un circuit RC

On considère le circuit RC suivant avec $u(t=0) = U_0$:



Q.1 Retrouver l'équation différentielle vérifiée par $u(t)$. On fera apparaître une constante de temps appelée τ dont on donnera l'expression en fonction de R et C.

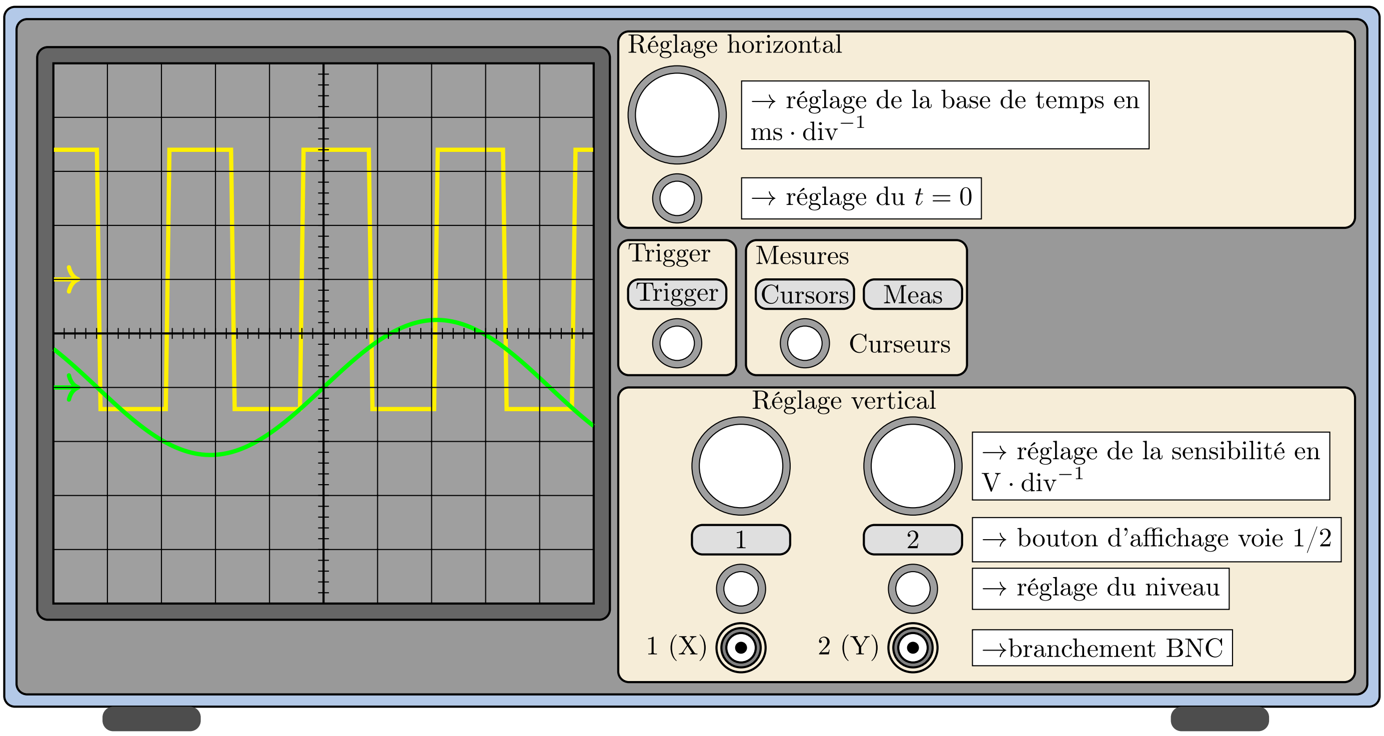
Q.2 Résoudre l'équation différentielle.

Q.3 Tracer l'allure de $u(t)$ et faire apparaître graphiquement l'instant τ.

Q.4 Calculer numériquement $\frac{u(t=\tau)}{U_0}$.

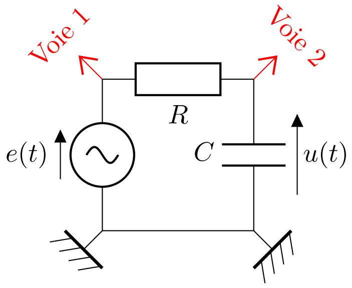
Méthode : Visualisation à l'oscilloscope

L'oscilloscope et ses boutons essentiels sont représentés ci-après :



Protocole : Validation du modèle RC

Au lieu d'imposer un unique échelon de tension au circuit, on lui impose une succession d'échelons de tensions sous la forme d'une tension créneau :



E.1 Brancher le circuit avec $R \simeq 5\,\mathrm{k\Omega}$ et $C \simeq 100\,\mathrm{nF}$.

E.2 Calculer τ_{th} et $u(\tau_{\mathrm{th}})$ à partir des mesures de R et C au multimètre.

E.3 Afin de visualiser au mieux les régimes transitoires (et permanent en partie), proposer valeur de fréquence pour le signal créneau d'amplitude 10 V et de valeur moyenne 5 V du GBF.

E.4 Visualiser en voie 1 de l'oscilloscope la tension du GBF et en voie 2 la tension aux bornes du condensateur.

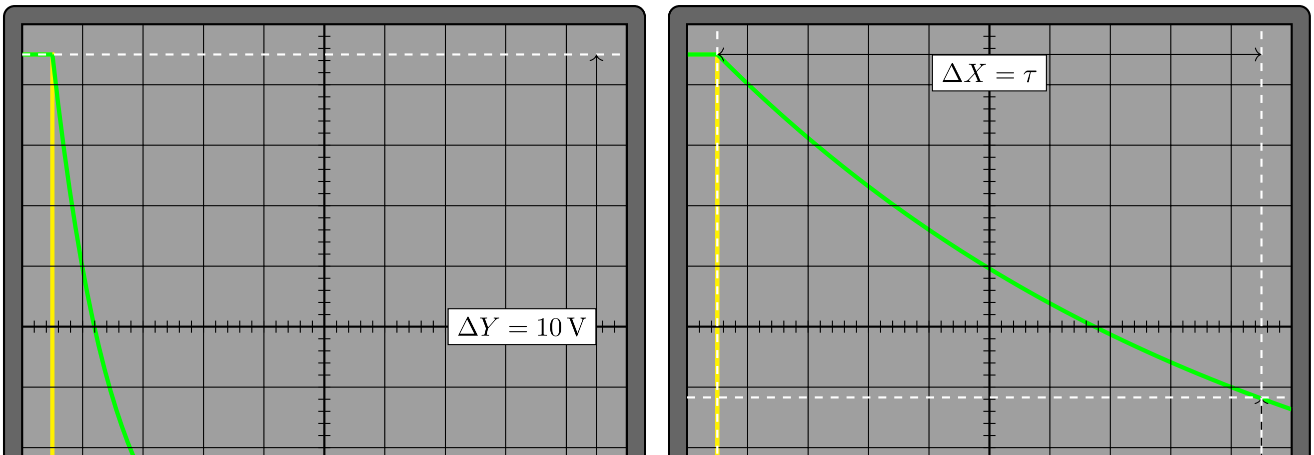
E.5 Utiliser les curseurs de l'oscilloscope pour faire une mesure directe de τ_{exp} et de $u(\tau_{\mathrm{exp}})$ et comparer avec τ_{th}.

E.6 Réaliser le circuit permettant de mesurer $e(t)$ et $u_R(t)$. Mesurez le temps caractéristique.

Méthode : Utilisation des curseurs de l'oscilloscope

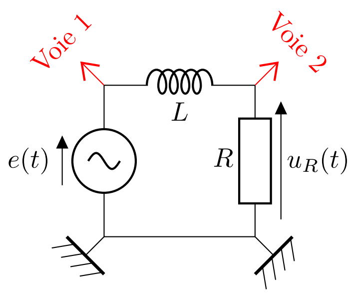
On utilise $u(\tau) \simeq 0,37 U_0$ en régime libre :

- On vérifie qu'on a bien 10 V d'amplitude puis on place les curseurs en Y pour avoir 3,7 V ;
- On place les curseurs en X pour avoir $\Delta X = \tau$;



Protocole : Validation du modèle RL

On remplace le condensateur par une bobine 1000 spires et on prend $R = \simeq 100\,\Omega$:



E.1 Utiliser les curseurs de l'oscilloscope pour faire une mesure directe de τ_{exp}.

E.2 En déduire L et $u(L)$ l'inductance de la bobine.

TP Physique-Chimie 9 : Suivi cinétique spectrophotométrique

Objectifs et compétences évaluées :

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.
- Déterminer une énergie d'activation.

Attention : 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).

Matériel :

- 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 :

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

Attention : Pictogrammes de sécurité

Questions :

On note la loi de vitesse : $r = k\,[H_2O_2]^{\alpha}\,[H^+]^{\beta}\,[I^-]^{\delta}$

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 : $r = k_{app}\,[H_2O_2]^{\alpha}$

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

Protocole : Courbe d'étalonnage

E.1 Chaque groupe réalise une fiole jaugée de $V_{\text{tot}} = 50\,\text{mL}$ d'une solution fille S_i de concentrations $C_i = \dfrac{C_0 V_0}{V_{\text{tot}}}$ présentée dans le tableau suivant à l'aide de la solution de diiode d'un volume V_0 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									

E.2 Choisir une valeur adaptée de longueur d'onde λ pour les mesures d'absorbance.

E.3 Calculer $\epsilon(\lambda)$ et $u(\epsilon)$.

Protocole : Suivi cinétique

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

E.2 Ajouter $V_2 = 50\,\text{mL}$ d'acide sulfurique de concentration $C_2 = 0{,}05\,\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

E.3 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.

E.4 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 $C_3 = 0{,}02\,\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

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

E.6 Faire une estimation de l'ordre partiel en appliquant la méthode différentielle.

E.7 Confirmer l'ordre 1 et mesurer k_{app} en utilisant une méthode intégrale.

Annexe python :

Enregistrer dans un fichier TP9.txt les mesures :

t	A
15	...
30	...
45	...

TP Physique-Chimie 10 : Cinématique

Objectifs et compétences évaluées :

Objectif : Déterminer la vitesse et l'accélération d'un point sur une vidéo.

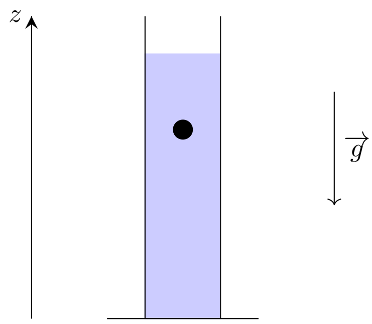
Capacités expérimentales :

- Réaliser et exploiter quantitativement un enregistrement vidéo d'un mouvement : évolution temporelle des vecteurs vitesse et accélération.
- Mettre en œuvre un protocole expérimental de mesure de frottement fluides.

1 Chute d'une bille dans un fluide visqueux

Questions : Étude théorique

Un viscosimètre à chute de bille est un dispositif très simple à mettre en place. Il s'agit d'une simple éprouvette, remplie du fluide à étudier, dans laquelle chutent des billes sphériques de masse m et rayon R connu. On utilise dans ce TP des billes en acier.



Si la bille est de rayon suffisamment petit par rapport au diamètre de l'éprouvette, la force de frottement exercée par le glycérol sur la bille est bien décrite par la loi de Stokes :

$$\vec{f} = -\lambda \vec{v}$$

ooù η est la viscosité de la glycérine que l'on cherche à mesurer.

Q.1 Montrer qu'en raison de la poussée d'Archimède tout se passe comme si le poids de la bille était modifié avec une masse volumique apparente $\rho' = \rho_a - \rho_g$.

Q.2 Établir l'équation différentielle vérifiée par la norme v de la vitesse de la bille.

Q.3 Exprimer la vitesse limite v_{lim} atteinte par la bille et la durée caractéristique τ pour atteindre cette vitesse limite.

Protocole : Chute d'une bille

À l'aide du logiciel **avimeca** ou **latispro**, ouvrir la vidéo dans le dossier suivant :

`PC/DOSSUP(s:)/SC-Physiques/ressources/videos avimeca/chutes/bille_glycerol_dilue.avi`

E.1 À l'aide du fichier suivant contenant les informations sur les conditions d'enregistrement, réaliser l'étalonnage de la vidéo.

`PC/DOSSUP(s:)/SC-Physiques/ressources/videos avimeca/données d'enregistrement/chrono_glycerol_dilue.jpg`

E.2 Réaliser le pointage puis exporter les données dans un fichier `TP10-bille.txt`.

E.3 En utilisant python :

- Tracer la trajectoire $y = y(x)$;
- Tracer la loi horaire : $y = y(t)$;
- Calculer la vitesse verticale $v(t) = \dfrac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}t}$ et tracer son évolution ;
- Calculer l'accélération verticale $a(t) = \dfrac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t}$ puis tracer son évolution.

E.4 En déduire v_{lim} et $u(v_{\text{lim}})$.

E.5 En déduire le coefficient de frottement fluide λ et $u(\lambda)$

2 Étude d'un solide en rotation autour d'un axe fixe

Protocole : Étude d'un mouvement circulaire

À l'aide du logiciel **avimeca** ou **latispro**, ouvrir la vidéo dans le dossier suivant :

`PC/DOSSUP(s:)/SC-Physiques/ressources/videos avimeca/mouvements/Rotation1.avi`

E.1 À l'aide du fichier suivant contenant les informations sur les conditions d'enregistrement, réaliser l'étalonnage de la vidéo.

`PC/DOSSUP(s:)/SC-Physiques/ressources/videos avimeca/données d'enregistrement/Rotation1.jpg`

E.2 Réaliser le pointage puis exporter les données dans un fichier `TP10-rotation.txt`.

E.3 En utilisant python :

- Tracer la trajectoire $y = y(x)$;
- Calculer le vecteur vitesse pour chaque point et l'ajouter à la figure de la trajectoire.
- Calculer le vecteur accélération pour chaque point et l'ajouter à la figure de la trajectoire.
- Calculer la norme de la vitesse $v(t) = \sqrt{\dot{x}^2 + \dot{y}^2}$ et tracer son évolution ;
- Calculer la vitesse angulaire $\omega = v(t)/R$ puis tracer son évolution.

TP Physique-Chimie 11 : Circuit RLC

Objectifs et compétences évaluées :

Objectif : Analyser le comportement d'un oscillateur amorti électrique et déterminer les paramètres caractéristiques du circuit.

Capacités expérimentales :

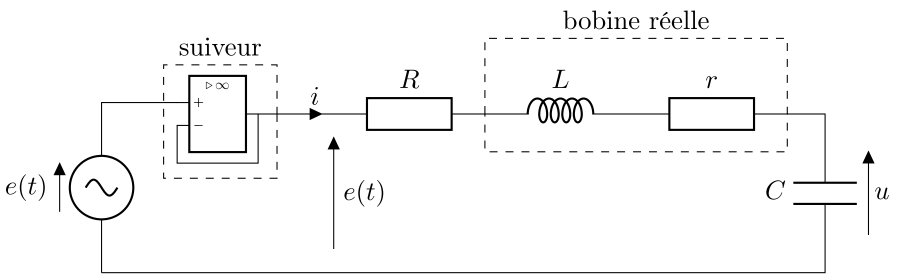
- Mesurer une tension au voltmètre ou à l'oscilloscope.
- Réaliser l'acquisition d'un régime transitoire pour un circuit linéaire du second ordre et analyser ses caractéristiques. Confronter les résultats expérimentaux aux expressions théoriques.

Matériel :

- Générateur basse fréquence (GBF).
- 2 multimètres et un oscilloscope.
- boîte à décade de résistance.
- Boîte à décade de condensateur.
- fils.
- inductance.
- Inductancemètre.
- Un ALI ;
- Un générateur $15\,\text{V}$ / $-15\,\text{V}$;

Questions : Réponse à un échelon d'un circuit RLC

On considère le circuit RLC suivant :



Q.1 Rappeler les trois types de régime transitoire existants.

Q.2 Rappeler la forme canonique des équations différentielles.

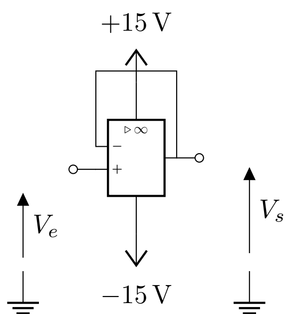
Q.3 Définir et exprimer la résistance critique R_C du montage en fonction des paramètres.

Q.4 En régime pseudo-périodique, rappeler l'expression de la pseudo-période T des oscillations en fonction de ω_0 et Q.

Protocole : Préparation du montage

E.1 Régler le GBF pour que $e(t)$ délivre un signal créneau de fréquence $f < 100\,\text{Hz}$ passant de $E = 1\,\text{V}$ à $0\,\text{V}$.

E.2 Réaliser le montage suiveur suivant **sans allumer le générateur ni brancher au reste du montage** :



Demander la validation avant d'allumer le générateur de tension continue. **Ne jamais éteindre le générateur ensuite**.

E.3 Réaliser le montage en prenant un condensateur de capacité $C = 100\,\text{nF}$ et une résistance $R = 50\,\Omega$ ou $R = 10{,}05\,\text{k}\Omega$.

E.4 La bobine sera branchée sur les 500 spires.

E.5 Visualiser en voie 1 de l'oscillscope la tension $e(t)$ et en voie 2 la tension $u(t)$.

E.6 Mesurer expérimentalement la valeur de la résistance critique $R_{c,\text{exp}}$ et son incertitude $u(R_{c,\text{exp}})$ de ce montage.

En déduire la valeur de l'inductance L et son incertitude en négligeant sa résistance r.

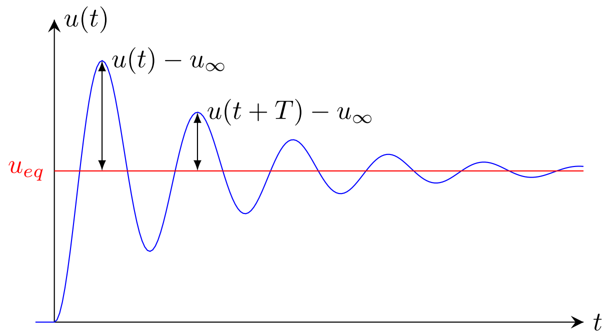
Definition : Décrément logarithmique

Pour une fonction pseudo-périodique $u(t)$ de la forme :

$$u(t) = u_\infty + Ae^{-\frac{\omega_0 t}{2Q}} \cos(\Omega t + \varphi)$$

avec u_∞ la valeur asymptotique autour de laquelle on a les pseudo-oscillations et Ω la pseudo-pulsation. On définit le décrément logarithmique :

$$\delta = \ln\left(\frac{u(t) - u_\infty}{u(t+T) - u_\infty}\right)$$



Questions : Régime-pseudo-périodique

Q.1 Montrer que δ le décrément logarithmique s'exprime :

$$\delta = \frac{2\pi}{\sqrt{4Q^2 - 1}}$$

Protocole : Mesure de la résistance interne de la bobine

E.1 En vous plaçant dans le régime pseudo-périodique, mesurer δ pour plusieurs périodes.

E.2 En déduire une valeur de Q et son incertitude $u(Q)$.

E.3 Mesurer plusieurs valeurs de la pseudo-période T et en déduire son incertitude $u(T)$.

E.4 En déduire L et son incertitude $u(L)$ puis r et son incertitude $u(r)$.