

<b>Test de rentrée Sciences Physiques</b>
---

<b>EXERCICE 1– DÉTERMINATION DU RAPPORT <math>e / m</math> POUR L'ÉLECTRON</b>
--

Détermination du rapport  $e/m$  pour l'électron.

1. En appliquant la deuxième loi de Newton à l'électron, montrer que les relations donnant les coordonnées de son vecteur accélération sont :

$$a_x = 0 \quad \text{et} \quad a_y = \frac{eE}{m}$$

2. On montre que la courbe décrite par les électrons entre les plaques admet pour équation :

$$y = \frac{eE}{2mv_0^2} x^2$$

À la sortie des plaques, en  $x = L$ , la déviation verticale du faisceau d'électrons par rapport à l'axe ( $Ox$ ) a une valeur  $h = 1,85 \text{ cm}$ .

- 2.1. En déduire l'expression du rapport  $\frac{e}{m}$  en fonction de  $E$ ,  $L$ ,  $h$  et  $v_0$ .

- 2.2. Donner la valeur du rapport  $\frac{e}{m}$ .

- 2.3. On donne ci-dessous les valeurs des grandeurs utilisées, avec les incertitudes associées :

$$v_0 = (2,27 \pm 0,02) \times 10^7 \text{ m.s}^{-1};$$

$$E = (15,0 \pm 0,1) \text{ kV.m}^{-1};$$

$$L = (8,50 \pm 0,05) \text{ cm};$$

$$h = (1,85 \pm 0,05) \text{ cm};$$

L'incertitude du rapport  $\frac{e}{m}$ , notée  $U\left(\frac{e}{m}\right)$ , s'exprime par la formule suivante :

$$U\left(\frac{e}{m}\right) = \frac{e}{m} \sqrt{\left[\left(\frac{U(h)}{h}\right)^2 + \left(\frac{U(E)}{E}\right)^2 + 4\left(\frac{U(v_0)}{v_0}\right)^2 + 4\left(\frac{U(L)}{L}\right)^2\right]}$$

Calculer l'incertitude  $U\left(\frac{e}{m}\right)$ , puis exprimer le résultat de  $\left(\frac{e}{m}\right)$  avec cette incertitude.

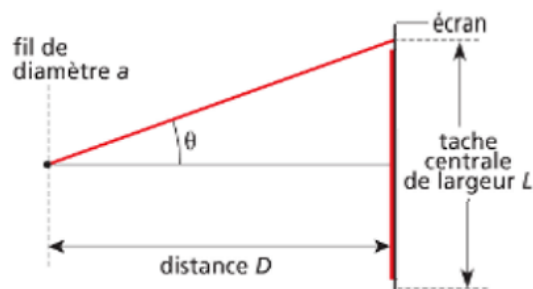
**EXERCIE 2– DÉTERMINATION DE LA VALEUR D’UNE LONGUEUR D’ONDE**

- Le caractère ondulatoire de la lumière fut établi au XIXe siècle par des expériences d’interférences et de diffraction montrant, par analogie avec les ondes mécaniques, que la lumière peut être décrite comme une onde.

**Mesure de la longueur d’onde par diffraction**

- On réalise une expérience de diffraction à l’aide d’un laser vert émettant une lumière monochromatique de longueur d’onde  $\lambda$ . A quelques centimètres du laser, on place des fils verticaux de diamètres connus. On désigne par « a » le diamètre d’un fil.

La figure de diffraction obtenue est observée sur un écran blanc situé à une distance  $D= 1,60$  m des fils. Pour chacun des fils, on mesure la largeur  $L$  de la tache centrale. A partir de ces mesures et des données, il est possible de calculer la demi-ouverture angulaire  $\theta$  du faisceau diffracté (figure ci-contre).

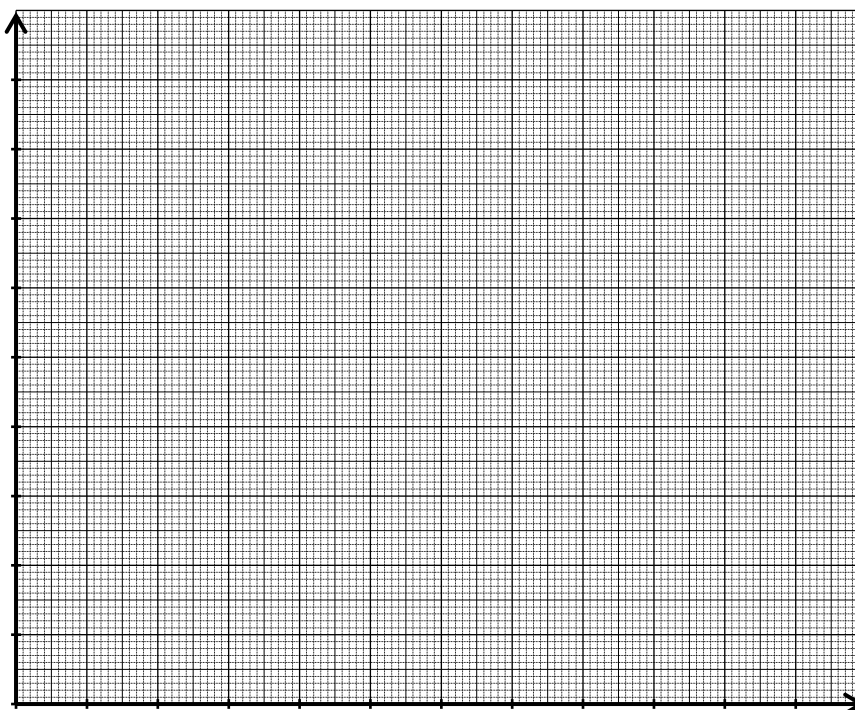


Données :  $\tan \theta \approx \theta = \frac{d}{D}$        $\theta = \frac{\lambda}{a}$

- Calculer  $x = \frac{1}{a}$  (en  $\text{mm}^{-1}$ ) et compléter le tableau ci-contre.

$\theta$ (mrad)	6	8	9	14	19	27
a (mm)	0,10	0,080	0,060	0,040	0,030	0,020
$x = \frac{1}{a}$ ( $\text{mm}^{-1}$ )						

- Tracer  $\theta = f(x)$  sur le papier millimétré ci-dessous.
- Montrer que la courbe obtenue est en accord avec l’expression de  $\theta$  donnée à l’une des questions précédentes.
- Comment pourrait-on déterminer graphiquement la longueur d’onde  $\lambda$  de la lumière monochromatique utilisée ?
- En utilisant la figure, déterminer la valeur de la longueur d’onde  $\lambda$  de la lumière utilisée.

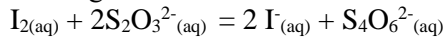


**EXERCIE 3– DÉTERMINATION D’UNE CONCENTRATION**

**Titrage du diiode formé après 90 minutes de réaction.**

On veut vérifier par un titrage la quantité de matière de diiode d’une solution aqueuse. Pour cela, à cet instant, on introduit dans un erlenmeyer contenant de l’eau glacée un échantillon de volume  $V = 5,0 \text{ mL}$  de la solution à doser. A l’aide d’une solution étalon de thiosulfate de sodium ( $2\text{Na}^+_{(\text{aq})} + \text{S}_2\text{O}_3^{2-}_{(\text{aq})}$ ) de concentration molaire en soluté apporté  $c' = 2,5 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$ , on titre le diiode présent dans l’échantillon en présence d’un indicateur de fin de réaction. L’équivalence est atteinte pour un volume  $V'_E = 9,2 \text{ mL}$ .

L’équation associée à la réaction support du titrage est :



1. Représenter sur la copie le schéma du dispositif de titrage en précisant le nom du matériel et la nature des solutions.
2. Définir l’équivalence du titrage.
3. Exploitation du titrage.
  - 3.1. En exploitant le résultat du titrage, exprimer littéralement en fonction de  $c'$  et de  $V'_E$  la quantité de matière de diiode présente.  
Le candidat s’il le souhaite, pourra compléter et exploiter le tableau d’avancement figurant sur l’ANNEXE .
  - 3.2. Calculer la valeur de cette quantité de diiode formé.

**ANNEXE**

Relation stœchiométrique		$\text{I}_{2(\text{aq})} + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-}_{(\text{aq})} = 2 \text{I}^-_{(\text{aq})} + \text{S}_4\text{O}_6^{2-}_{(\text{aq})}$			
État du système	Avancement	Quantité de matière en mol			
État initial					
Au cours de la transformation					
A l’équivalence					

**Correction Test de rentrée Sciences Physiques**

**EXERCICE 1– DÉTERMINATION DU RAPPORT  $e / m$  POUR L'ÉLECTRON**

**2. Détermination du rapport  $e/m$  pour l'électron.**

**2.1. (1,5 pt)** On applique la deuxième loi de Newton au système électron, dans le référentiel terrestre supposé galiléen.

$$\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt} = \frac{dm \cdot \vec{v}}{dt} = \frac{dm}{dt} \cdot \vec{v} + m \cdot \frac{d\vec{v}}{dt} \text{ comme } m = \text{Cte alors } \frac{dm}{dt} = 0 \text{ et il vient } \vec{F} = m \cdot \frac{d\vec{v}}{dt} = m \cdot \vec{a}$$

$$-e \cdot \vec{E} = m \cdot \vec{a}$$

$$\vec{a} = \frac{-e \cdot \vec{E}}{m}$$

Le vecteur accélération est de sens opposé au vecteur champ  $\vec{E}$ .

Par projection suivant les axes du repère défini dans le document 5, on obtient  $\vec{a} \begin{cases} a_x = 0 \\ a_y = \frac{e \cdot E}{m} \end{cases}$

**2.2.1. (0,5 pt)**  $y(x=L) = h$

$$h = \frac{e \cdot E}{2 \cdot m \cdot v_0^2} \cdot L^2$$

$$\frac{e}{m} = \frac{2 \cdot v_0^2 \cdot h}{E \cdot L^2}$$

**2.2.2. (0,5 pt)**  $\frac{e}{m} = \frac{2 \times (2,27 \times 10^7)^2 \times 1,85 \times 10^{-2}}{15,0 \times 10^3 \times (8,50 \times 10^{-2})^2} = 1,76 \times 10^{11} \text{ C.kg}^{-1}$

**2.2.3. (0,5 pt)**  $U\left(\frac{e}{m}\right) = \frac{e}{m} \cdot \sqrt{\left[\left(\frac{U(h)}{h}\right)^2 + \left(\frac{U(E)}{E}\right)^2 + 4\left(\frac{U(v_0)}{v_0}\right)^2 + 4\left(\frac{U(L)}{L}\right)^2\right]}$

$$U\left(\frac{e}{m}\right) = 1,76 \times 10^{11} \times \sqrt{\left[\left(\frac{0,05}{1,85}\right)^2 + \left(\frac{0,1}{15,0}\right)^2 + 4\left(\frac{0,02}{2,27}\right)^2 + 4\left(\frac{0,05}{8,50}\right)^2\right]}$$

$$U\left(\frac{e}{m}\right) = 6 \times 10^9 \text{ C.kg}^{-1} = 0,06 \times 10^{11} \text{ C.kg}^{-1}$$

*On ne conserve qu'un seul chiffre significatif pour l'incertitude*

**(0,5 pt)**  $\frac{e}{m} = (1,76 \pm 0,06) \times 10^{11} \text{ C.kg}^{-1}$

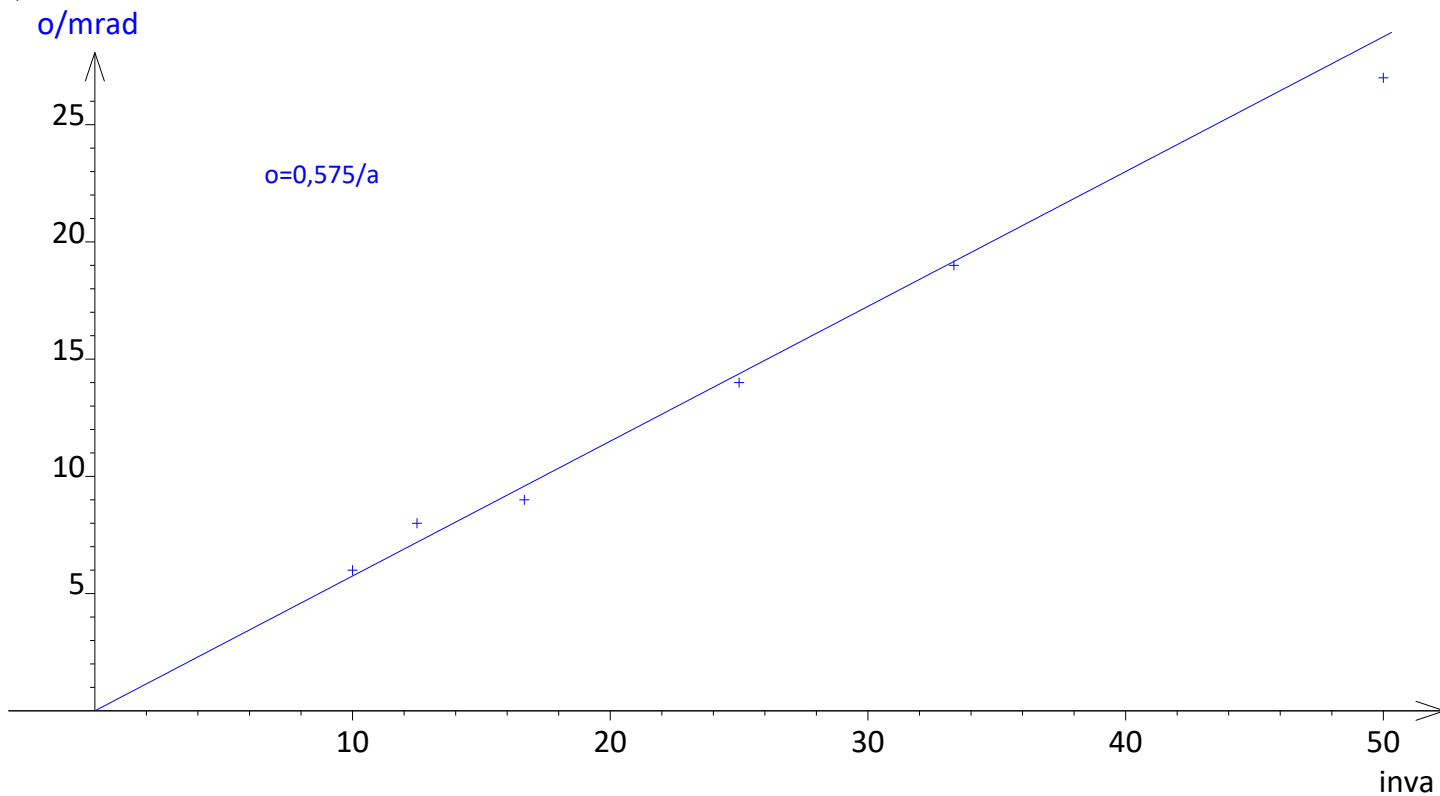
## EXERCICE 2– DÉTERMINATION DE LA VALEUR D'UNE LONGUEUR D'ONDE

Cela confirme nos observations : plus  $a$  est petit, plus  $\theta$  est grand.

1)

a	$\theta$	$\text{inva}$
mm	mrad	
0,1000	6,000	10,00
0,0800	8,000	12,50
0,0600	9,000	16,67
0,0400	14,00	25,00
0,0300	19,00	33,33
0,0200	27,00	50,00

2)



3)

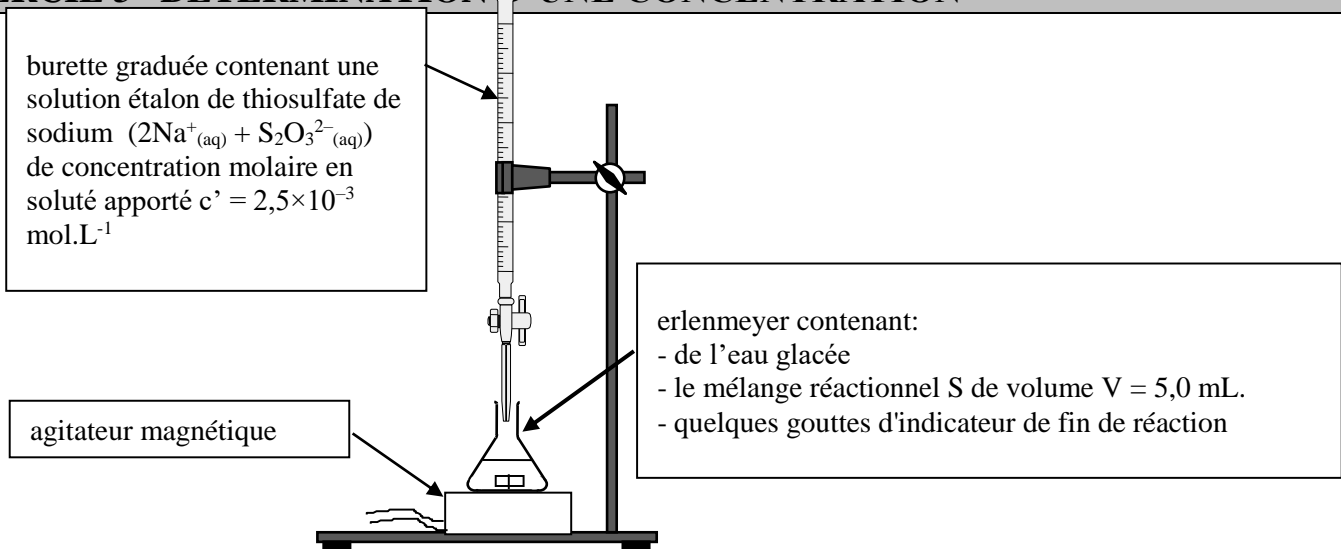
$$\theta = \frac{\lambda}{a}$$

Il s'agit de la relation suivante. L'angle est proportionnel à l'inverse de la taille de l'obstacle  $a$ .

4) Le coefficient directeur de la droite de modélisation est la longueur d'onde  $\lambda = 0,575 \cdot 10^{-6}$  m (angle et  $a$  sont en « milli »)

**EXERCICE 3– DÉTERMINATION D'UNE CONCENTRATION**

1.



2. Pour  $V < V'_E$ , les ions thiosulfate sont en défaut et le diiode est en excès.  
 A l'équivalence les réactifs sont totalement consommés, ils ont été introduits dans les proportions stœchiométriques.  
 Pour  $V > V'_E$ , les ions thiosulfate sont en excès, tandis que le diiode ayant disparu est le réactif limitant.  
 A l'équivalence, il y a changement de réactif limitant.

3.1.

1<sup>ère</sup> méthode: sans tableau d'avancement

A l'équivalence les réactifs ont été introduits dans les proportions stœchiométriques donc

$$n_{I_2} (5\text{mL}) = \frac{n_{S_2O_3^{2-}}}{2} \text{ versé} \quad \text{soit } n_{I_2} (5\text{mL}) = \frac{c' \cdot V'_E}{2}$$

Le mélange réactionnel a un volume  $V_1 + V_2 = 20,0 \text{ mL}$ , donc  $n_{I_2} (90) = 4 n_{I_2} (5\text{mL})$

soit  $n_{I_2} (90) = 2c' \cdot V'_E$  quantité de matière de diiode formé au bout de 90 minutes dans le mélange réactionnel.

2<sup>ème</sup> méthode: à l'aide du tableau d'avancement

Annexe 2 (Facultatif)

Relation stœchiométrique		$I_{2(aq)} + 2S_2O_3^{2-(aq)} = 2I^-_{(aq)} + S_4O_6^{2-(aq)}$			
État du système	Avancement	Quantité de matière en mol			
État initial	$x = 0$	$n_{I_2} (5\text{mL})$	$n_2 = c' \cdot V'_E$	0	0
Au cours de la transformation	$x$	$n_{I_2} - x$	$n_2 - 2x$ $c' \cdot V'_E - 2x$	$2x$	$x$
A l'équivalence	$x_{equiv}$	$n_{I_2} - x_{equiv} = 0$	$c' \cdot V'_E - 2x_{equiv} = 0$	$2x_{equiv}$	$x_{equiv}$

D'après le tableau, on a  $c' \cdot V'_E - 2x_{equiv} = 0$  soit  $x_{equiv} = \frac{c' \cdot V'_E}{2}$

et  $n_{I_2} - x_{equiv} = 0$  soit  $n_{I_2} (5\text{mL}) = x_{equiv}$

donc  $n_{I_2} (5\text{mL}) = \frac{c' \cdot V'_E}{2}$

3.2.  $n_{I_2} (90) = 1,2 \times 10^{-5} \text{ mol}$