

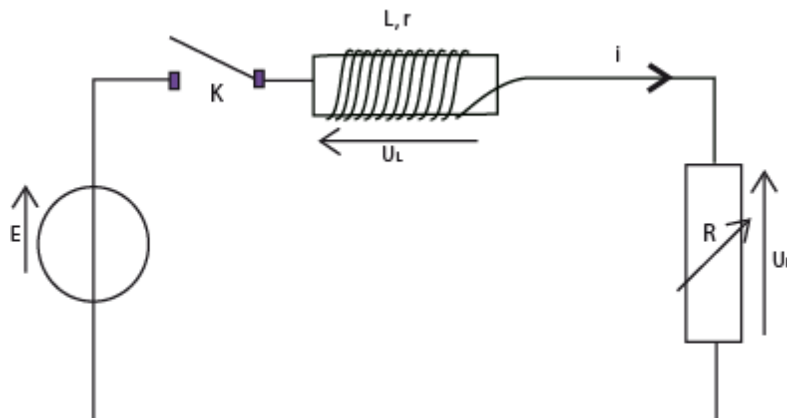
BAC BLANC DE SCIENCES –PHYSIQUES**Spécialité physique**REDIGER CHAQUE EXERCICE SUR UNE FEUILLE DIFFERENTE*(Ce sujet comporte 11 pages dont 3 pages d'annexes.)***EXERCICE I : Bobine d'un woofer (5 points)**

Frédéric, un élève bricoleur, démonte le caisson de grave de sa chaîne Hi-fi. Cette enceinte acoustique comporte un woofer : c'est un haut parleur de grand diamètre qui a pour fonction de reproduire les sons graves. Frédéric découvre à l'intérieur du woofer une bobine formée d'un enroulement de fil de cuivre isolé sur le cylindre en carton. Il montre cette bobine à son professeur de sciences physiques et lui demande comment trouver les valeurs de l'inductance L et de la résistance interne r de cette bobine. Le professeur lui propose de trouver expérimentalement les caractéristiques de la bobine du woofer lors d'une séance de travaux pratiques.

Frédéric dispose du matériel suivant :

Un générateur de tension continue de f.e.m. $E = 6,0 \text{ V}$; un conducteur ohmique de résistance R réglable ; la bobine du woofer ; un interrupteur ; des fils de connexion et un système d'acquisition informatisé.

Frédéric réalise le montage représenté sur la figure 1 ci-dessous. Il règle la résistance à la valeur $R = 10 \Omega$. À l'instant de date $t = 0 \text{ s}$, il ferme l'interrupteur et enregistre une courbe permettant d'étudier l'évolution de l'intensité i du courant en fonction du temps.

Figure 1 :**Partie A :**

1. Quelle tension l'élève doit-il enregistrer pour réaliser l'étude souhaitée ? Compléter le schéma du circuit (**document 1 en annexe, à rendre avec la copie**) en indiquant comment brancher le système d'acquisition (voie d'entrée notée « voie 1 » et masse)

Le professeur : « À partir de la courbe que vous venez d'enregistrer, vous pouvez utiliser les fonctions du logiciel pour faire apparaître la courbe d'évolution de l'intensité du courant en fonction du temps. »

Frédéric obtient la courbe **du document 2 en annexe ; à rendre avec la copie.**

Frédéric : « Cette nouvelle courbe a la même allure que celle obtenue lors de mon acquisition : elle comporte deux parties correspondant au régime transitoire et au régime permanent. En utilisant le régime permanent, je devrais pouvoir trouver la valeur de la résistance interne r de la bobine ».

Après quelques calculs, Frédéric trouve $r = 4,0 \Omega$.

Le professeur : « Il existe un appareil permettant de vérifier si votre résultat est juste. Réfléchissez ».

QUESTIONS 2, 3, 4, 5 et 6 :

2. À partir de la courbe qu'il a enregistrée, expliquer comment Frédéric a pu obtenir la courbe du document 2 donnant l'évolution de l'intensité du courant en fonction du temps.

3. Déterminer, en utilisant la courbe du **document 2**, la valeur de l'intensité I du courant traversant le circuit lorsque le régime permanent est atteint.

4. Montrer que l'expression de l'intensité I du courant en régime permanent est : $I = \frac{E}{R+r}$.

5. Vérifier la valeur de la résistance interne r de la bobine du woofer.
 6. Quel appareil Frédéric peut-il utiliser pour vérifier que la résistance interne de la bobine du woofer est $r = 4,0 \Omega$?

Partie B :

Le professeur : « Maintenant, comment pouvez vous trouver l'inductance L de la bobine en utilisant une nouvelle fois la courbe du **document 2** ? »

Frédéric : « Et si je déterminais graphiquement la constante de temps τ du circuit ? »

Le professeur : « C'est une bonne idée ! Ne soyez pas étonné, ce genre de bobine a une valeur d'inductance assez faible de l'ordre du milli henry ».

QUESTIONS 7, 8 et 9 :

7. À partir de la courbe **du document 2 en annexe** ; à rendre avec la copie et en détaillant votre méthode, déterminer la constante de temps τ du circuit.
 8. Donner l'expression de la constante de temps τ en fonction des grandeurs caractéristiques du circuit.
 9. En déduire la valeur de l'inductance L de la bobine du woofer.

Partie C :

Le professeur : « Il nous reste encore un peu de temps avant la sonnerie : je vous propose d'étudier de manière théorique l'établissement du courant dans le circuit représenté sur la figure 1 ».

Frédéric : « J'applique la loi d'additivité des tensions et j'obtiens une équation de la forme :

$$\frac{di}{dt} = A - B.i(t) \quad (\text{Équation 1})$$

Le professeur : « Vous allez établir l'équation (1) et identifier les termes A et B ».

Frédéric : « ah ! trop facile monsieur ! »

Le professeur : « alors au travail ! ».

QUESTIONS 10, 11 et 12 :

10. Établir l'équation 1 et vérifier que les termes A et B ont les expressions suivantes : $A = \frac{E}{L}$ et $B = \frac{(R+r)}{L}$.
 11. Établir, à l'aide d'une analyse dimensionnelle, l'unité des grandeurs A et B dans le système international.
 12. La solution de l'équation (1) est de la forme suivante :

$$i(t) = \frac{E}{R+r} \left(1 - e^{-t/\tau} \right)$$

Déterminer l'expression de τ pour que $i(t)$ soit solution de l'équation (1)

Partie D :

Frédéric : « Monsieur, que s'est-il passé ? J'ai une courbe supplémentaire sur mon écran ! »

Le professeur : « Pendant que vous faisiez l'étude théorique, j'ai effectué une nouvelle acquisition. J'ai gardé dans le circuit la bobine de votre woofer et je n'ai modifié qu'une seule grandeur caractéristique du circuit ».

Frédéric : « Vous avez changé soit la valeur de la f.e.m. E du générateur, soit la valeur de la résistance réglable R ».

Le professeur : « Et oui ! Comparez les constantes de temps des deux courbes et vous trouverez ce que j'ai modifié dans votre montage ».

QUESTION 13 :

La courbe obtenue par le professeur est représentée sur **le document 3 de l'annexe à rendre avec la copie**.

13. Quelle grandeur caractéristique du circuit (E ou R) le professeur a-t-il changée pour obtenir la courbe n°1 **du document 3 de l'annexe à rendre avec la copie** ? Justifier.

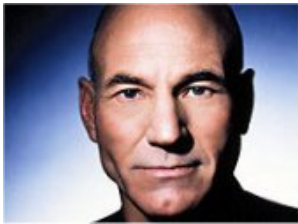
EXERCICE II : A LA DECOUVERTE DES BORGs (4 points)

L'histoire commence en 2366 lorsque la Fédération des Planètes Unies découvre qu'une espèce alien inconnue, appelée les Borgs, veulent envahir la Terre. Ce sont des êtres mi-homme mi-machine qui n'ont pour seul but : assimiler l'espèce humaine, c'est à dire de les transformer comme eux.



Un borg

Vous, élèves de terminale S au Lycée Emile Loubet en 2010, vous allez être transportés temporellement en 2366 à bord de l'USS Enterprise pour découvrir des Borgs et aider l'équipage à résoudre le mystère des Borgs.



Jean-Luc Picard, commandant du vaisseau galactique USS Enterprise.



Le vaisseau galactique USS Enterprise

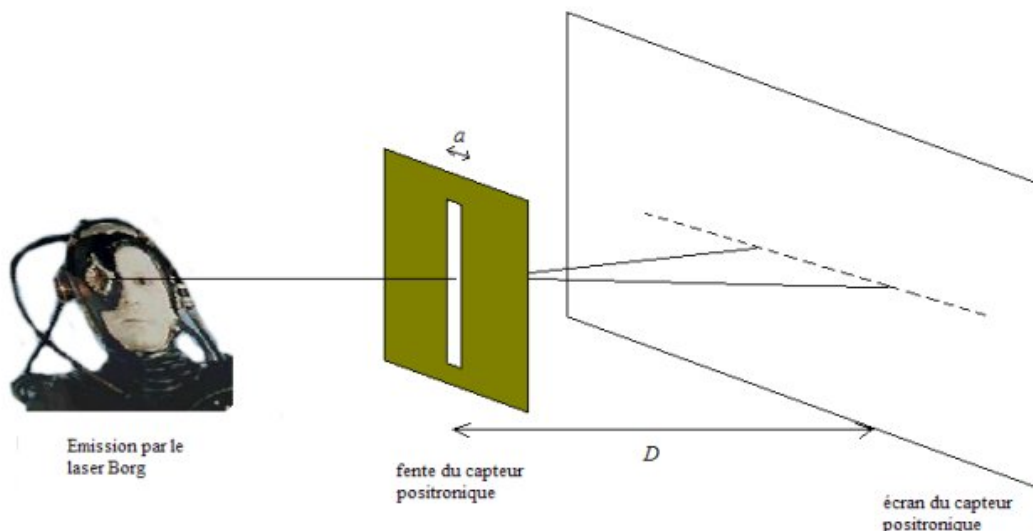
Le capitaine Picard de l'USS Enterprise a réussi lors d'une incursion dans l'espace Borg, à capturer un Borg encore fonctionnel. Il le soumet à divers examens afin de mieux comprendre leur fonctionnement. L'un de ses examens consiste à déterminer les caractéristiques visuelles de l'œil d'un borg. Il semble que les Borgs utilisent une vision laser au dioxyde de carbone afin de déterminer la dimension d'un objet. Le laser à CO_2 opère à des longueurs d'onde comprises entre $9 \mu\text{m}$ et $11,5 \mu\text{m}$.

I. Propriétés du laser Borg.

1. Rappeler les limites des longueurs d'onde du domaine du visible (en nm).
2. Les radiations du laser Borg font-elles partie du domaine des UV ? Des I.R. ? Du visible ?

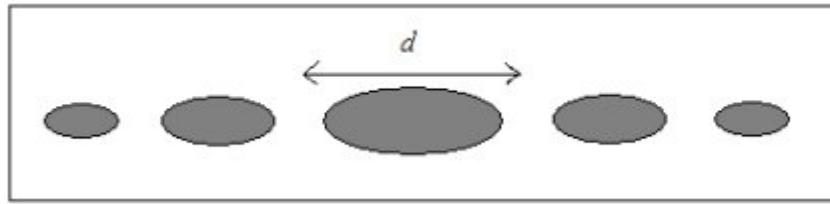
II. Observation d'un phénomène lié au laser Borg.

On utilise le laser Borg produisant une lumière de longueur d'onde λ placée devant un capteur positronique, constitué d'une fente de largeur a et d'un écran.



Document 1

On observe la figure suivante, constituée de tâches lumineuses, sur l'écran positronique placé à une distance D de la fente.



Document 2

3) Quel est le nom du phénomène observé ?

4) Quelle condition doit satisfaire la taille de la fente pour que l'on obtienne cette figure ?

La largeur de la taille centrale d sur l'écran varie en fonction de la distance D entre la fente et l'écran, de la longueur d'onde λ de la lumière et de la largeur a de la fente.

Une série d'expériences effectuées par le commandeur DATA, androïde unique dont les capacités physiques et intellectuelles sont très supérieures à celles des humains, montre que d est proportionnelle à la longueur d'onde de la lumière. k étant une constante sans dimension, le commandeur DATA propose les formules (1), (2), (3), (4) et (5) ci-dessous.



Le commandeur DATA

$$d = \frac{k\lambda D}{a} \quad (1)$$

$$d = \frac{k\lambda D}{a^2} \quad (2)$$

$$d = \frac{kaD}{\lambda} \quad (3)$$

$$d = \frac{k\lambda D^2}{a} \quad (4)$$


$$d = ka\lambda D \quad (5)$$

6) Par une analyse dimensionnelle de la formule, éliminer les relations qui sont incohérentes.

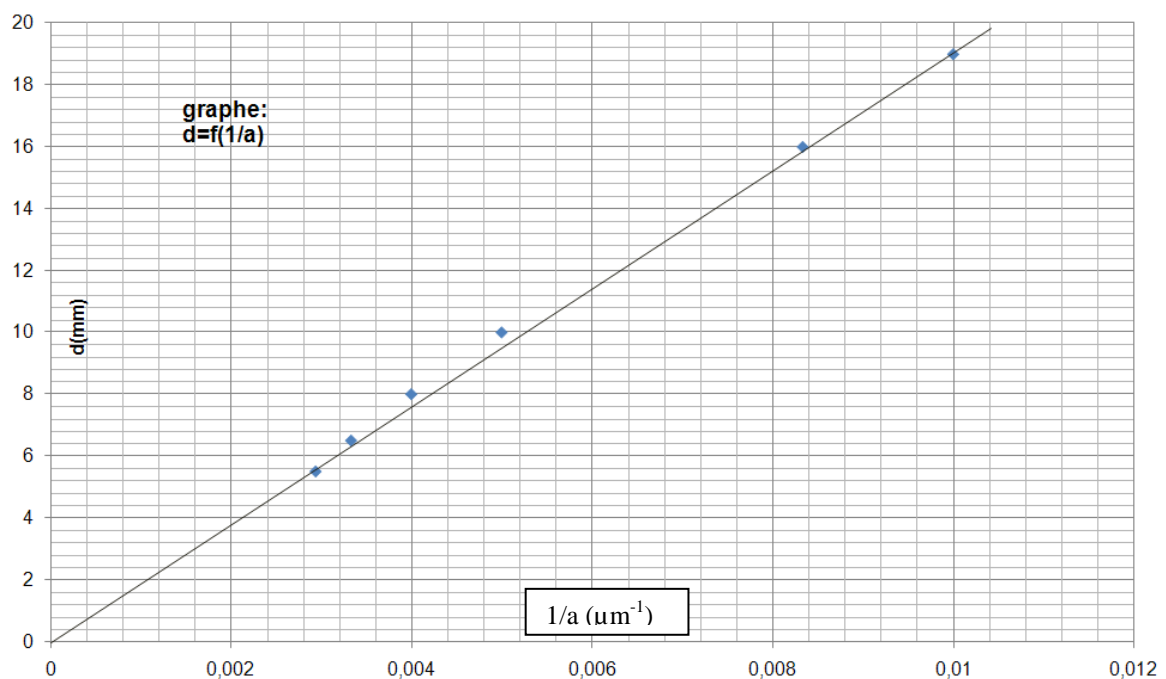
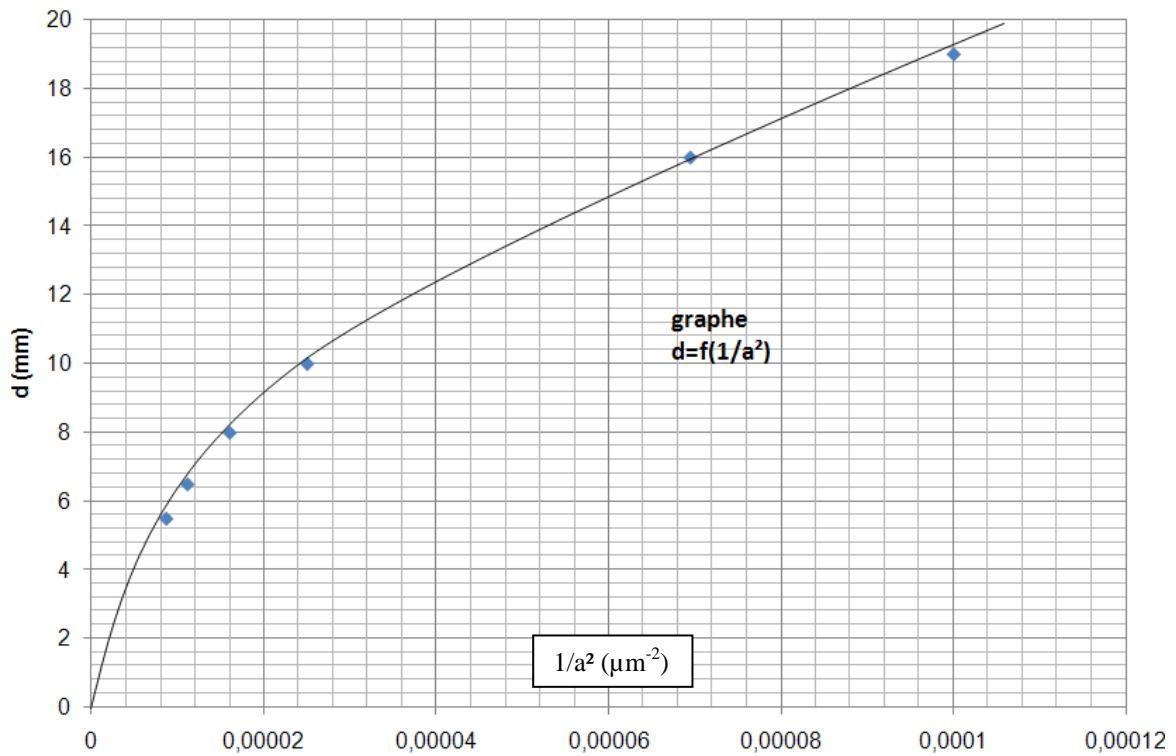
III. Influence de la largeur de la fente du capteur positronique.

Tous les autres paramètres restant inchangés pendant les mesures, DATA fait varier la largeur a de la fente et mesure les valeurs d correspondantes.

Les résultats sont consignés dans le rapport scientifique n°1.

	Rapport scientifique n°1 du commandeur DATA Date stellaire 2.3.6.6					
	a (en μm)	100	120	200	250	300
d (en mm)	19	16	10	8	6,5	5,5

Grâce à ses résultats, le commandeur DATA obtient les courbes suivantes :



7) Préciser laquelle ou lesquelles des formules proposées à la question II. 6 sont encore possibles. Pourquoi ?

IV. Détermination de la dimension d'un fil transwarp par la méthode Borg.

Un fil transwarp servant à la conduction de l'antimatière dans le noyau du moteur de l'entreprise, placé à la position de la fente du dispositif précédent, produit exactement la même figure sur l'écran.

DATA disposant du même laser CO_2 de longueur d'onde $\lambda = 10,5 \mu\text{m}$, décide de mettre en œuvre la même expérience utilisant la technologie Borg pour mesurer le diamètre a du fil transwarp qu'il a placé sur le support. Il obtient une tâche centrale de largeur $d = 20 \text{ mm}$ lorsque l'écran est à $D = 1,50 \text{ m}$ du fil transwarp.

8) Calculer le diamètre, a , du fil transwarp par la méthode la plus précise que l'on détaillera.

Vous venez de découvrir ainsi l'incroyable acuité visuelle d'un Borg grâce à sa vision laser.

EXERCICE III : pH d'un mélange (3 points)

Dans cet exercice, on se propose de calculer la valeur du pH d'un mélange de deux solutions de pH connus.

- Données :**
- $\text{pK}_{a1} (\text{HNO}_2 / \text{NO}_2^-) = 3,3$
- $\text{pK}_{a2} (\text{HCOOH} / \text{HCOO}^-) = 3,8$
- $\text{pK}_e = 14,0$

I – Etude de deux solutions

Le pH d'une solution aqueuse d'acide nitreux $\text{HNO}_{2(\text{aq})}$, de concentration en soluté apporté $C_1 = 0,20 \text{ mol.L}^{-1}$ a pour valeur $\text{pH}_1 = 2,0$; celui d'une solution aqueuse de méthanoate de sodium ($\text{HCOO}^-_{(\text{aq})} + \text{Na}^+_{(\text{aq})}$) de concentration en soluté apporté $C_2 = 0,40 \text{ mol.L}^{-1}$ a pour valeur $\text{pH}_2 = 8,7$.

- Écrire l'équation de la réaction entre l'acide nitreux et l'eau. Donner l'expression de sa constante d'équilibre.
 - Écrire l'équation de la réaction entre l'ion méthanoate et l'eau. Donner l'expression de sa constante d'équilibre.
- Sur l'axe des pH, donné sur **le document 1 en annexe à rendre avec la copie**, placer les domaines de prédominance des deux couples acide/base mis en jeu.
 - Préciser l'espèce prédominante dans chacune des deux solutions précédentes.

II – Etude d'un mélange de ces deux solutions

- On mélange un même volume $v = 200 \text{ mL}$ de chacune des deux solutions précédentes. La quantité de matière d'acide nitreux introduite dans le mélange est $n_1 = 4,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$ et celle de méthanoate de sodium est $n_2 = 8,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$.
 - Écrire l'équation de la réaction qui se produit lors du mélange entre l'acide nitreux et l'ion méthanoate.
 - Donner l'expression de la constante d'équilibre K associée à cette équation et déterminer sa valeur.
- Compléter le tableau d'avancement, donné en **document 2 de l'annexe à rendre avec la copie**.
 - La valeur de l'avancement final, dans cet état d'équilibre est : $x_{\text{éq}} = 3,3 \times 10^{-2} \text{ mol}$.
Calculer les concentrations des différentes espèces chimiques présentes à l'équilibre.
 - En déduire la valeur de $Q_{r, \text{éq}}$ et la comparer à la valeur obtenue à la question **II.1. b)**.
- À l'aide du K_A de l'un des couples intervenant dans le mélange, vérifier que la valeur du pH du mélange est proche de la valeur $\text{pH}_3 = 4$.

EXERCICE IV : Dosages d'une solution d'acide ascorbique (4 points)

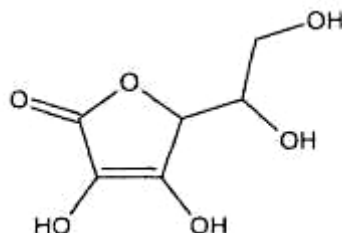
Exercice qui doit être traité par les élèves ayant la spécialité physique-chimie

L'acide ascorbique ou vitamine C intervient dans diverses réactions d'oxydoréduction cellulaires. Elle favorise le développement des os, des tendons et des dents.

Présente dans de très nombreux aliments, en particulier dans les produits frais, légumes verts et fruits, elle est synthétisée par presque tous les animaux sauf l'homme, certains singes et certains oiseaux.

De très nombreux oxydants peuvent oxyder l'acide ascorbique, c'est la raison pour laquelle l'acide ascorbique est utilisé comme anti oxygène : en réagissant avec le dioxygène, il empêche celui-ci d'oxyder les constituants des aliments. C'est un additif alimentaire indiqué par le code E300.

L'acide ascorbique, ou vitamine C, de formule brute $C_6H_8O_6$, a pour formule topologique :



On désire déterminer la teneur en acide ascorbique d'une solution. Pour cela, on envisage deux méthodes de dosage reposant, pour l'une, sur le caractère acide de la molécule et, pour l'autre, sur son caractère réducteur.

Données:

- Masses molaires atomiques en $g \cdot mol^{-1}$: $M(H) = 1,0$; $M(C) = 12,0$; $M(O) = 16,0$;
- Couples oxydants-réducteurs :
 $I_2 (aq) / I^- (aq)$
 $C_6H_6O_6 (aq) / C_6H_8O_6 (aq)$
 $S_4O_6^{2-} (aq) / S_2O_3^{2-} (aq)$
- Couple acide-base :
 $C_6H_8O_6 (aq) / C_6H_7O_6^- (aq)$

I - Dosage acido-basique de la solution d'acide ascorbique

Mode opératoire :

On réalise un dosage pH-métrique de 10,0 mL de la solution d'acide ascorbique $C_6H_8O_6(aq)$ par une solution d'hydroxyde de sodium ou soude ($Na^+(aq) + HO^-(aq)$) de concentration molaire $C_b = 5,0 \times 10^{-4} mol \cdot L^{-1}$.

1. Écrire l'équation de la réaction de dosage.
2. Définir l'équivalence du dosage.
3. A l'aide de la courbe fournie en **annexe à rendre avec la copie**, déterminer les coordonnées du point d'équivalence E, en explicitant la démarche utilisée.
4. Écrire la relation entre les quantités de matière des réactifs à l'équivalence et en déduire la valeur de la concentration molaire de la solution titrée.
5. Déterminer, graphiquement le pKa de l'acide ascorbique en détaillant le raisonnement.
6. A partir du résultat de la question 5, justifier, sans calculs détaillés, le pH à l'équivalence.

II - Dosage par oxydoréduction de la solution d'acide ascorbique

Mode opératoire :

Première étape: oxydation de l'acide ascorbique.

L'acide ascorbique est oxydé par une solution de diiode I_2 (aq) en excès: on verse dans un erlenmeyer un volume $V_1 = 10,0$ mL de la solution d'acide ascorbique auquel on ajoute un volume $V_2 = 20,0$ mL d'une solution de diiode de concentration $C_2 = 1,0 \times 10^{-3}$ mol.L⁻¹.

Deuxième étape: dosage du diiode en excès.

Le diiode en excès est alors dosé par une solution de thiosulfate de sodium ($2 Na^+$ (aq) + $S_2O_3^{2-}$ (aq)), de concentration $C_3 = 2,4 \times 10^{-3}$ mol.L⁻¹, en présence d'empois d'amidon ou de thiodène.

Le volume versé à l'équivalence est $V_E = 12,9$ mL.

1. Préciser la verrerie à utiliser pour prélever les volumes des réactifs de la première étape.
2. a) Exprimer la quantité de matière initiale de diiode introduite $n_{I_2(\text{initial})}$ dans la première étape.
b) Écrire l'équation de la réaction d'oxydoréduction de cette première étape.
3. a) Écrire l'équation de la réaction d'oxydoréduction de la deuxième étape.
b) En déduire la quantité de matière de diiode $n_{I_2(\text{excès})}$ qui réagit avec la solution de thiosulfate de sodium lors de la deuxième étape. On pourra éventuellement utiliser un tableau d'avancement.
4. a) A partir des réponses aux questions précédentes, établir la relation donnant la quantité de matière d'acide ascorbique dosée: $n_A = C_2 \cdot V_2 - \frac{C_3 \cdot V_E}{2}$
b) En déduire la concentration molaire de la solution d'acide ascorbique.

III - Conclusion

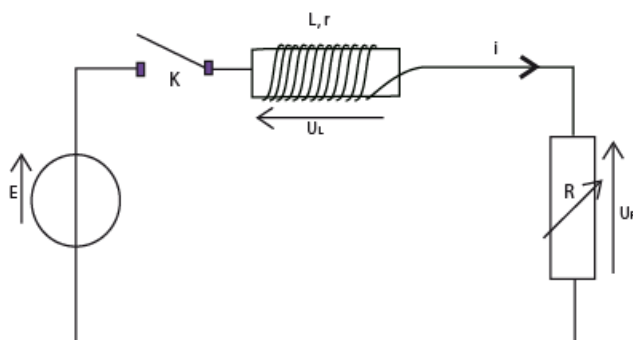
1. Comparer les résultats obtenus par les deux méthodes de dosage.
2. Calculer la concentration massique en acide ascorbique de la solution titrée.

NOM :
Classe :

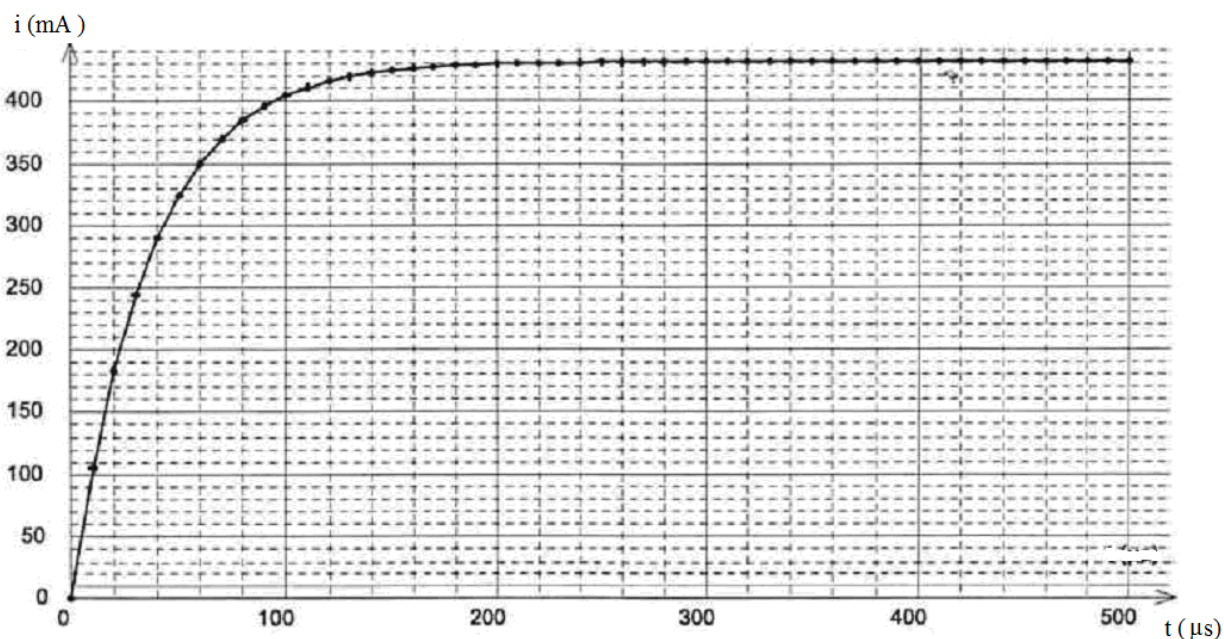
ANNEXE DE L'EXERCICE I

À RENDRE AVEC LA COPIE

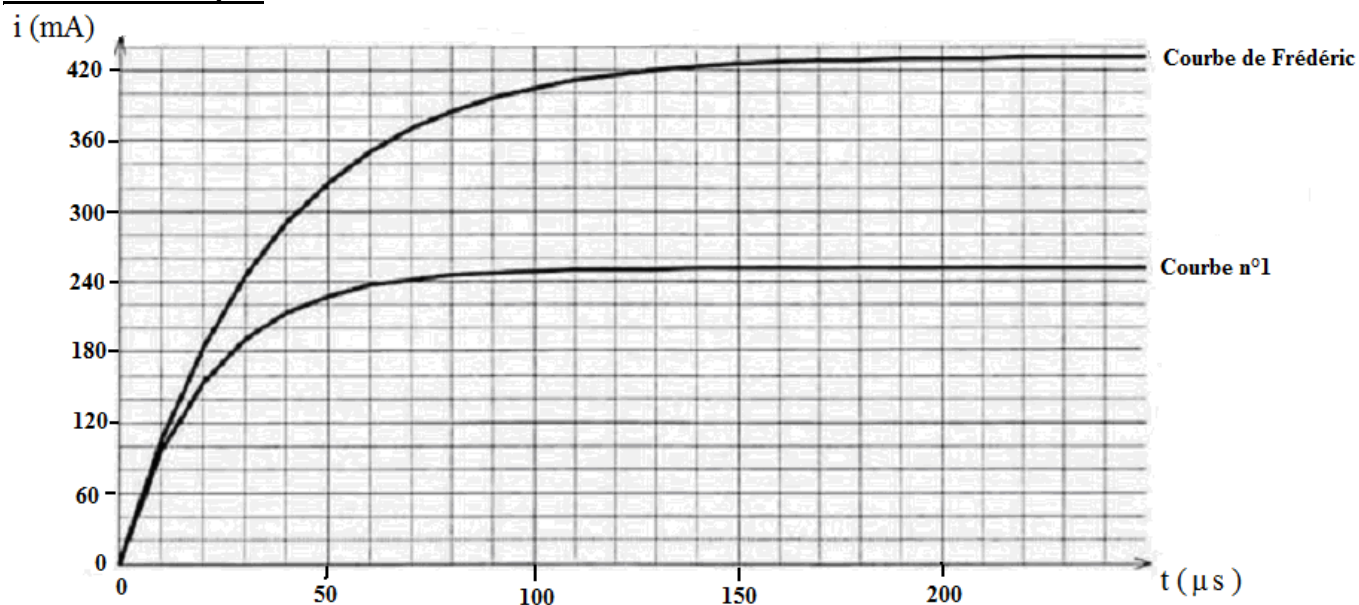
Document 1 sujet I :



Document 2 sujet I: Evolution de l'intensité du courant en fonction du temps



Document 3 sujet I

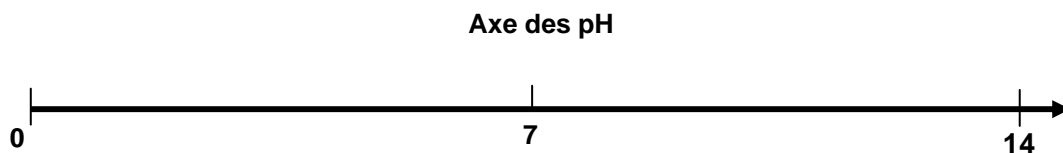


NOM :
 Classe :

ANNEXE DE L'EXERCICE III

A RENDRE AVEC LA COPIE

Document 1 sujet III:



Document 2 sujet III : Tableau d'avancement de la transformation entre l'acide nitreux et le méthanoate de sodium

Équation + = +				
État du système chimique	Avancement (mol)	Quantités de matière (mol)			
		$n(\text{HNO}_{2(aq)})$	$n(\text{HCOO}^-_{(aq)})$
État initial	$x = 0$	n_1	n_2		
État intermédiaire	x				
État d'équilibre	$x = x_{\text{éq}}$				

NOM :
Classe :

ANNEXE de l'exercice IV
A RENDRE AVEC LA COPIE

Courbe $\text{pH} = f(V)$ pour le dosage de l'acide ascorbique par la solution d'hydroxyde de sodium de concentration molaire $C_b = 5,0 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$

