

Composition du 2nd Semestre – Epreuve de Sciences Physiques (4 heures)

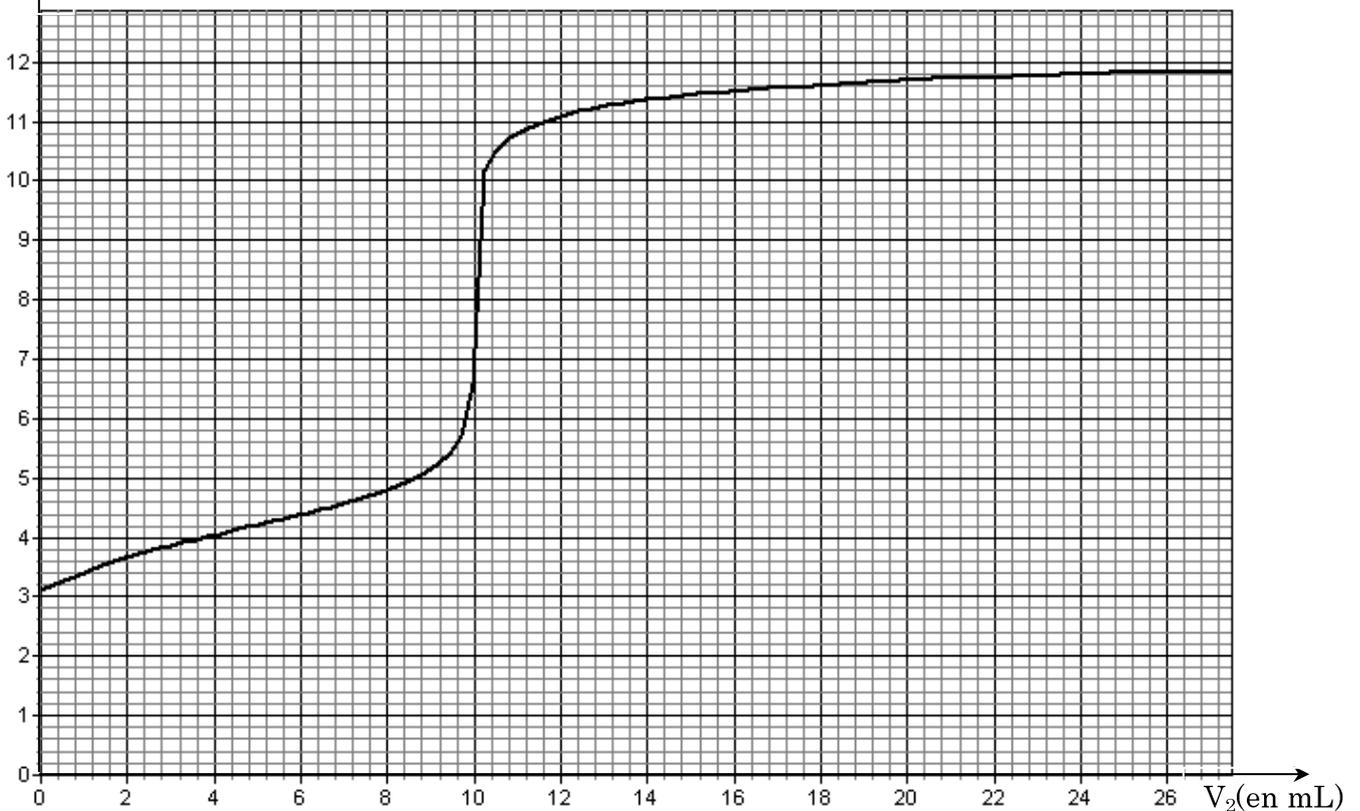
Exercice 1 (5 points)

Une solution aqueuse S_1 d'acide benzoïque de concentration molaire $C_1 = 1,0 \cdot 10^{-2}$ mol/L a un $pH_1 = 3,1$.

Le pK_a du couple acide benzoïque/ion benzoate ($C_6H_5-COOH/C_6H_5-COO^-$) est: $pK_a = 4,2$.

- 1) Cette mesure permet-elle d'affirmer que l'acide benzoïque est un acide faible? Justifier.
- 2) Ecrire l'équation bilan de la réaction entre l'acide benzoïque et l'eau.
- 3) Donner l'expression de la constante d'acidité du couple acide benzoïque/ ion benzoate.
- 4) On ajoute à la solution S_1 quelques gouttes d'une solution d'hydroxyde de sodium (soude). Le pH prend alors la valeur $pH_2 = 5,4$.
 - a) Indiquer, sans calcul, quelle est l'espèce chimique prédominante (acide benzoïque ou ion benzoate) dans la solution ainsi obtenue.
 - b) Ecrire l'équation bilan de la réaction acide-base qui se produit lors du mélange de la solution S_1 et de la solution de soude. Déterminer sa constante de réaction. La réaction est-elle totale? Justifier.
- 5) Dans un volume $V_1 = 20,0$ mL de la solution S_1 , on verse progressivement un volume V_2 une solution de soude (hydroxyde de sodium) de concentration $C_2 = 2 \cdot 10^{-2}$ mol/L et on relève régulièrement le pH et on obtient la courbe ci-dessous.
 - a) Donner la définition de l'équivalence acido-basique.
 - b) Déterminer les coordonnées du point équivalent E.
 - c) En déduire la concentration molaire C_1 de la solution S_1 .
 - d) A partir de la courbe retrouver la valeur du pK_a du couple acide benzoïque / ion benzoate.

pH↑ Indiquer la méthode utilisée.



Exercice 2: (3 points)

A la date $t = 0$ on mélange $V_1 = 1,5$ L d'une solution d'éthanoate d'éthyle de formule $CH_3-COO-C_2H_5$ de concentration molaire $C_1 = 0,02$ mol.L⁻¹ avec $V_2 = 1,5$ L d'une solution d'hydroxyde de sodium de concentration $C_2 = 0,02$ mol.L⁻¹.

- 1) Ecrire l'équation-bilan de la réaction entre l'éthanoate d'éthyle et l'hydroxyde de sodium.
- 2) Indiquer le nom de cette réaction et ses propriétés essentielles.
- 3) Par dosage de prélèvements, on détermine la concentration molaire $[OH^-]$ en ions hydroxydes OH^- restants à différentes dates t . On obtient les résultats suivants :

t(min)	2	4	6	8	10	12	14	16
$[OH^-]$ (mmol.L ⁻¹)	7,4	5,4	3,8	3	2,4	2,2	2	1,8
$[C_2H_5OH]$ (mmol.L ⁻¹)								

- a) Calculer la concentration molaire $[OH^-]_0$, des ions hydroxyde dans le mélange à l'instant $t=0$.
- b) Montrer que la concentration molaire volumique de l'éthanol formé à la date t peut s'exprimer: $[C_2H_5OH] = 10 - [OH^-]$ (en mmol.L⁻¹).
- c) Compléter le tableau ci-dessus et tracer la courbe donnant la concentration molaire de l'éthanol formé en fonction du temps.
 Echelle: 1 cm \Rightarrow 1 min en abscisse.
 1 cm \Rightarrow 1 mmol/L en ordonnée.
- d) Déterminer la vitesse instantanée de formation de l'éthanol à la date $t = 7$ min.
- e) En étudiant la courbe, indiquer comment varie la vitesse instantanée de formation de l'éthanol au cours du temps. Justifier cette évolution.

Exercice 3 (4 points)

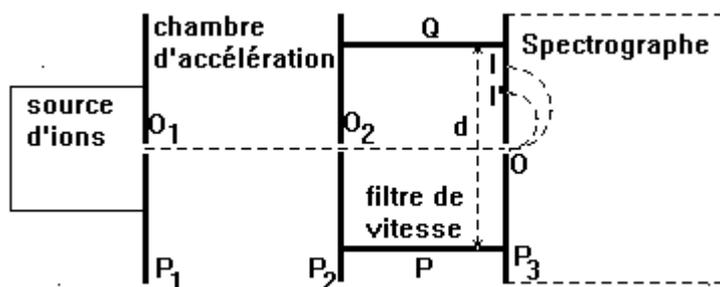
Des ions positifs isotopes du zinc $^{60}Ni^{2+}$ et $^xNi^{2+}$ de même charge $q = 2e$ avec $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C, de masse respective $m = 60u$ et $m' = xu$ avec $u = 1,67 \cdot 10^{-27}$ kg, émis à partir du point O_1 avec une vitesse initiale négligeable, sont accélérés entre O_1 et O_2 par la tension $|U_0| = |U_{P_1P_2}| = 5 \cdot 10^3$ V existant entre les plaques P_1 et P_2 . Ils se déplacent dans le vide suivant la direction horizontale de O_1 vers O_2 . On négligera le poids devant les autres forces.

Accélération des ions :

- 1) Quel est le signe de la tension $U_{P_1P_2}$?
- 2) Calculer la vitesse v de l'isotope $^{60}Ni^{2+}$ en O_2 .
- 3) Si v et v' désignent respectivement les vitesses en O_2 des deux isotopes, établir la relation entre v , v' , m et m' .

Le rapport $\frac{v'}{v} = 1,017$; en déduire la

valeur entière x du nombre de masse de l'ion $^xNi^{2+}$.



Filtre de vitesse :

Arrivés en O_2 , les ions pénètrent dans un filtre de vitesse constitué par :

- deux plaques horizontales P et Q distantes de $d = 20$ cm entre lesquelles on établit une différence de potentiel $U = V_P - V_Q = 1,68 \cdot 10^3$ V.

- un dispositif adéquat crée dans l'espace situé entre les deux plaques un champ magnétique \vec{B} perpendiculaire aux vitesses v et v' ainsi qu'au champ électrique \vec{E} .

- 4) Quel doit être le sens du champ magnétique \vec{B} pour que les ions $^{60}Ni^{2+}$, arrivant en O_2 avec la vitesse v , traversent le dispositif en ligne droite?
- 5) Exprimer B en fonction de v , U , d . Calculer B .
- 6) Quelle doit être la valeur B' du champ magnétique pour que les ions $^xNi^{2+}$ traversent le dispositif sans subir de déviation?

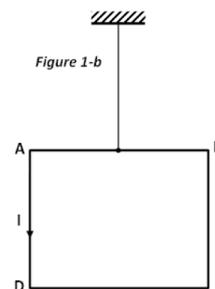
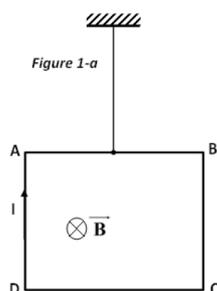
Spectrographe de masse :

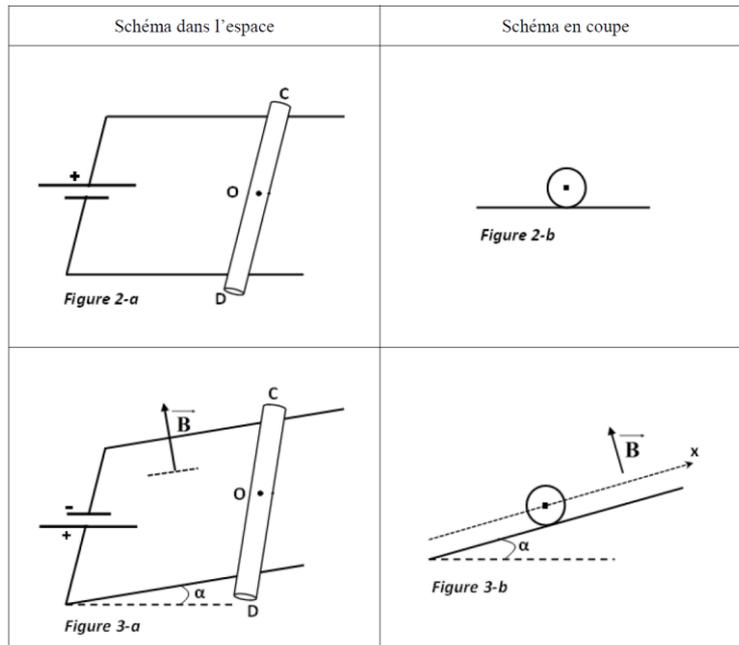
En faisant varier la valeur du champ magnétique dans le filtre de vitesse, on peut faire passer par le point O l'un ou l'autre des isotopes. Les ions pénètrent alors dans un champ magnétique \vec{B}_0 d'intensité $B_0 = 0,5 \text{ T}$.

- 7) Quel doit être le sens de ce champ \vec{B}_0 pour que les ions soient déviés vers les points I et I'?
- 8) Donner l'expression du rayon R de la trajectoire de l'ion $^{60}\text{Ni}^{2+}$. Calculer R.
- 9) La distance entre les points d'impact I et I' sur la plaque P_3 est $II' = a = 2 \text{ mm}$. Exprimer le nombre de masse x de l'ion $^x\text{Ni}^{2+}$ en fonction de a et R et calculer sa valeur numérique.

Exercice 4 (4 points)

- I. On considère une spire de forme rectangulaire **ABCD**, traversée par un courant électrique d'intensité **I**, maintenue verticalement par un fil isolant tendu et entièrement placé dans un champ magnétique uniforme \vec{B} (voir *figure 1-a*).
 - 1) a) Représenter le vecteur force de Laplace appliquée à chaque segment rectiligne **[AB]**, **[BC]**, **[CD]** et **[DA]**.
 b) Quelle est globalement l'action de ces 4 forces de Laplace sur cette spire ?
 - 2) On change la direction du vecteur champ magnétique \vec{B} afin qu'il soit parallèle aux segments **[AB]** et **[DC]** et orienté de la gauche vers la droite.
 - a) Représenter, sur la *figure 1-b*, le vecteur champ magnétique \vec{B} et le vecteur force de Laplace appliqué à chaque segment.
 - b) Quel est alors le mouvement de la spire ?
- II. Une tige homogène **CD**, de masse **m = 20 g**, est maintenue en équilibre sur des rails parallèles, distants de **l = 20 cm**. (**CD** est perpendiculaire aux rails). La tige **CD** est parcourue par un courant électrique et plongée dans un champ magnétique uniforme de valeur $\|\vec{B}\| = 0,1 \text{ T}$. Les frottements sont supposés négligeables. On donne $\|\vec{g}\| = 10 \text{ N.kg}^{-1}$.
 - 1) Le plan des rails est horizontal, \vec{B} est horizontal et parallèle aux rails (voir *figure 2-a*).
 - a) Préciser, sur la *figure 2-b*, la direction et le sens du vecteur champ magnétique pour que la force de Laplace soit verticale et dirigée vers le haut.
 - b) Quelle doit être la valeur minimale de l'intensité I du courant électrique pour que la tige puisse se soulever ?
 - 2) Le plan des rails est incliné d'un angle $\alpha = 30^\circ$ par rapport à l'horizontale, \vec{B} est perpendiculaire au plan des rails. On inverse le sens du courant électrique et on fixe sa valeur à **I' = 4 A** (voir *figure 3-a*), on remarque que la tige **CD** reste immobile sur les rails.
 - a) En supposant que les frottements sont négligeables, représenter, sur la *figure 3-b*, les forces qui s'exercent sur la tige **CD**.
 - b) Montrer qu'en réalité le contact rails-tige se fait avec des forces de frottements équivalents à une force \vec{f} dont on précisera son sens et sa valeur.





Exercice 5(4pts)

Une bobine (L, r) est associée à un conducteur ohmique de résistance (r') comme indiqué sur la figure (1). On note $R = r + r'$. A l'aide d'un système d'acquisition informatisé, on enregistre les variations en fonction du temps de l'intensité du courant qui traverse la bobine, lorsqu'on ferme l'interrupteur (K) à la date $t = 0$, voir figure ci-contre. On donne $E = 6 \text{ V}$.

- 1) a) Que peut-on dire de l'effet de la bobine sur l'établissement du courant ?
- b) Etablir l'expression de l'intensité I , du courant en régime permanent, en fonction des grandeurs E et R .
- c) Montrer que la valeur de la résistance totale du circuit est $R = r + r' = 120 \Omega$.

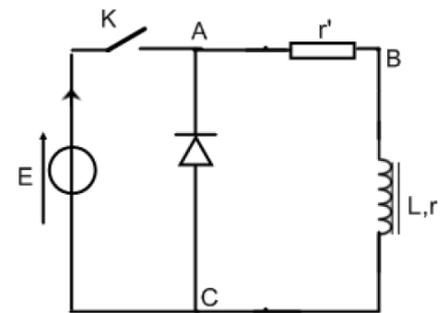
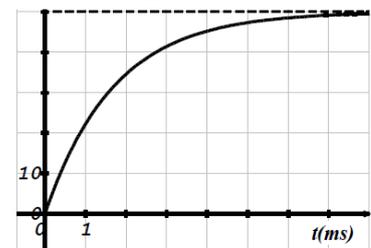
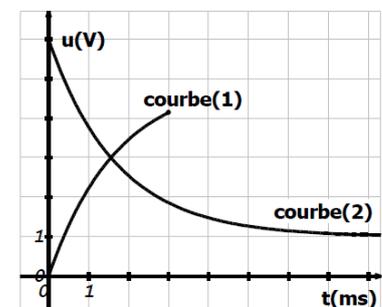


Fig 1

- 2) La constante de temps du dipôle (L, R) est $\tau = \frac{L}{R}$
 - a) Justifier cette appellation de τ .
 - b) Déterminer graphiquement la valeur de la constante de temps par deux méthodes différentes.
 - c) En déduire la valeur de L .
- 3) a) Etablir l'équation différentielle vérifiée par l'intensité du courant i .
- b) Vérifier que $i = \frac{E}{R} (1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$ est solution de cette équation différentielle.



- 4) L'évolution de la tension u aux bornes de la bobine ainsi que celle de la tension u' aux bornes du conducteur ohmique r' au cours du temps sont données par la figure ci-contre.



- a) Associer chaque courbe à la tension qu'elle représente. Justifier.
 - b) Déterminer les valeurs des résistances r et r' .
 - c) Compléter la courbe (1).
- 5) A $t = 10 \text{ ms}$, on ouvre l'interrupteur K :
 - a) Justifier l'utilisation de la diode.
 - b) Représenter les courbes traduisant $u(t)$ et $u'(t)$. Justifier.