

**DEVOIR SURVEILLE N°6 DE
 SCIENCES PHYSIQUES**

*Cette épreuve comporte quatre (4) pages numérotées 1/4, 2/4,3/4 et 4/4.
 Toute calculatrice scientifique est autorisée.*

EXERCICE 1 (5 points)

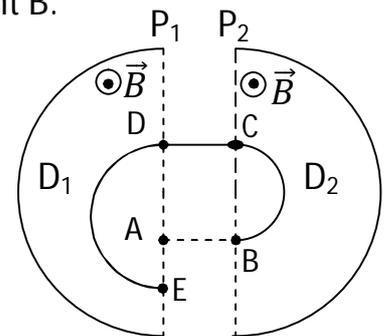
Un cyclotron est un accélérateur de particules chargées. Ce dispositif est constitué de deux zones D_1 et D_2 dans lesquelles règne un champ magnétique vertical dirigé vers le haut. La zone D_1 est limitée à droite par une grille P_1 et la zone D_2 par une grille P_2 . Entre P_1 et P_2 , on peut appliquer une tension dont il est possible d'inverser le signe.

1. On injecte sans vitesse initiale un proton au point A. Il est accéléré entre A et B sous la tension $U_{P_1P_2} = 10^3 \text{ V} = U$. Calculer la vitesse du proton au point B.

On donne: masse du proton

$$m_p = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg};$$

$$\text{Charge élémentaire } e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}.$$



2. Dans la zone D_2 , le proton parcourt le demi-cercle BC.

2.1 Donner l'expression du le rayon du cercle et calculer sa valeur.

2.2 Calculer le temps t mis pour parcourir ce demi-cercle?

3. Entre C et D, le proton est accéléré sous une tension $U_{P_1P_2} = -10^3 \text{ V}$; puis dans la zone D_1 , il parcourt le demi-cercle DE.

3.1 Calculer le rayon de ce demi-cercle.

3.2 Calculer le temps t' mis pour parcourir ce demi-cercle?

4. Entre A et D, on considère que le proton fait un tour. Calculer l'augmentation d'énergie cinétique du proton pour chaque tour en joule et en électronvolt.

5. On veut que le proton atteigne au moins la vitesse de $10^4 \text{ km}\cdot\text{s}^{-1}$. Quel est le nombre minimal de tours qu'il faudra pour y parvenir?

6. En négligeant le temps où le proton est compris entre D_1 et D_2 , calculer :

6.1 Le temps mis pour faire un tour.

6.2 Avec quelle fréquence il faudra inverser le signe de la tension entre les deux grilles.

EXERCICE 2 (5 points)

On utilise le dispositif de la figure ci-contre.

Un courant d'intensité I traverse le circuit électrique. A l'équilibre, la portion du conducteur $M'N$ qui se trouve dans le champ magnétique de l'aimant a une longueur ℓ . ($\ell/2$ de part et d'autre du centre d'inertie G de $M'N$)

On suppose qu'en tout point de cette portion de conducteur le vecteur-champ magnétique est le même : \vec{B} , perpendiculaire au plan de la figure (plan NMM' ; voir figure).

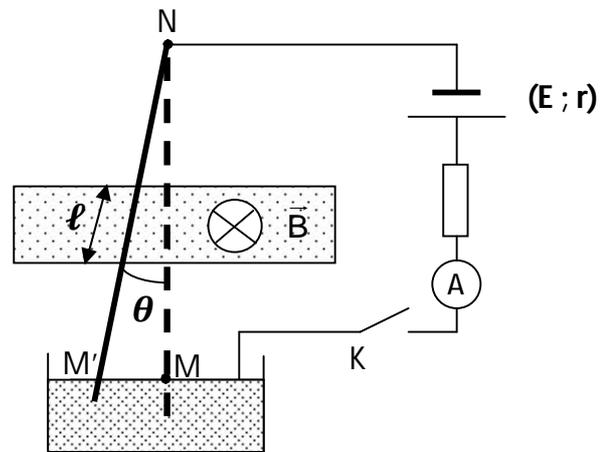
Le conducteur $M'N$ est une tige en cuivre
 De forme cylindrique ; Ses caractéristiques
 Sont les suivantes :

- longueur : $M'N = 20$ cm
- diamètre : $d = 0,4$ cm
- masse volumique du cuivre :

$$\rho = 8900 \text{ kg/m}^3$$

On donne : $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$; $\ell = 5$ cm

$$I = 10 \text{ A} ; B = 0,07 \text{ T}$$



1. Faire le bilan des les forces qui s'exercent sur le conducteur $M'N$ à l'équilibre, lorsqu'il est parcouru par le courant et les représenter. La poussée du mercure sur la tige sera négligée.
2. En appliquant le théorème des moments, déterminer l'angle θ dont a pivoté le conducteur pour atteindre l'équilibre.
3. Sachant que la distance MN est égale à 19 cm, quelle est la plus grande valeur θ_{\max} que peut prendre θ ?
4. En supposant que ℓ et B aient les valeurs données à la question 1, calculer l'intensité du courant qui permet d'obtenir une telle déviation.

5. a résistance du circuit est $R_c = 0,29 \Omega$ et la résistance interne du générateur est $r = 0,1 \Omega$; calculer la f.é.m. du générateur qui alimente le circuit.

EXERCICE 3 (5 points)

On se propose de déterminer à partir de deux solutions différentes le pKa du couple acide méthanoïque /ion méthanoate.

On dispose pour cela d'une solution aqueuse d'acide méthanoïque et d'une solution aqueuse de méthanoate de sodium.

1. Le pH de la solution aqueuse d'acide méthanoïque est égal à 2,9. Pour cette solution, le rapport $\frac{[HCOO^-]}{[HCOOH]}$ vaut 0,13.

- 1.1 Ecrire l'équation-bilan de la réaction de l'acide méthanoïque avec l'eau.
1.2 Calculer le pKa du couple acide méthanoïque /ion méthanoate. La valeur trouvée sera notée pK_{a1} .

2. Le pH de la solution aqueuse de méthanoate de sodium ($HCOO^- + Na^+$) de concentration $C_2 = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ est égal à 7,9.

2.1

2.1.1 Ecrire l'équation-bilan de la réaction de l'ion méthanoate avec l'eau

2.1.2 Faire l'inventaire des espèces chimiques présentes dans la solution aqueuse de méthanoate de sodium.

2.2 Calculer :

2.2.1 les concentrations molaires de toutes les espèces chimiques.

2.2.2 le pKa du couple acide méthanoïque /ion méthanoate. On notera pK_{a2} , la valeur trouvée.

2.3 Comparer pK_{a1} et pK_{a2} .

3. Le pKa du couple acide méthanoïque /ion méthanoate est égal à 3,8.

On désire préparer 350 mL d'une solution S de pH = 3,8.

Pour cela on dispose de solutions de concentration différentes :

S_1 : solution aqueuse d'acide méthanoïque de concentration $C_1 = 2 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$.

S_2 : solution aqueuse de méthanoate de sodium de concentration $C_2 = 5 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$.

- 3.1 Proposer un mode opératoire permettant de préparer la solution S.
- 3.2 Calculer les volumes des solutions utilisées.
- 3.3 Donner les propriétés de la solution S.

EXERCICE 4 (5 points)

Tournez la page S.V.P

Votre professeur de Sciences Physiques vous propose de faire l'étude d'un produit commercial qui, selon le fabricant, contient essentiellement de l'ammoniac.

1. Il prélève 10 mL de ce produit de concentration inconnue C_B qu'il dose par pH-métrie avec une solution d'acide chlorhydrique $10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$. Les mesures sont consignées dans le tableau ci-dessous.

$V_A(\text{mL})$	0	1	2	3	4	5	6	7	7,5	8	8,5	9,5	10	13	16	18
pH	11,0	10,0	9,7	9,4	9,2	9,0	8,7	8,4	8,0	5,3	2,5	2,1	2,0	1,7	1,5	1,4

- 1.1 Faire un schéma annoté du dispositif expérimental.
- 1.2 Tracer la courbe $\text{pH} = f(V_A)$
 Échelle : 1 cm \leftrightarrow 1 mL ; 1,5 cm \leftrightarrow 1 unité de pH
- 1.3 À partir de la courbe, montrer que l'ammoniac est une base faible.
2. Exploitation de la courbe $\text{pH} = f(V_A)$.
 - 2.1 Déterminer le point d'équivalence E.
 - 2.2 En déduire la valeur de la concentration molaire volumique de l'ammoniac C_B .
 - 2.3 Déterminer la demi-équivalence et pKa du couple $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$.
 - 2.4 Quelle est la nature du mélange à l'équivalence ? Justifier.
3. Calculer la concentration massique volumique en ammoniac en g/L en vue d'étiqueter le produit.

Données : $M_H = 1 \text{ g.mol}^{-1}$; $M_N = 14 \text{ g.mol}^{-1}$.