

**SCIENCES PHYSIQUES****Les tables et calculatrices réglementaires sont autorisées.****EXERCICE 1 : (04 points).**

Dans une fiole jaugée de 500 mL, on introduit un volume  $V_0 = 20$  mL d'une solution  $S_0$  d'un monoacide de concentration  $C_0$  inconnue. On complète jusqu'au trait de jauge avec de l'eau distillée.

On dose la solution  $S$  ainsi obtenue à l'aide d'une solution d'hydroxyde de sodium de concentration molaire  $C_b = 0,20$  mol.L<sup>-1</sup>. Le dosage suivi au pH-mètre a permis d'obtenir le tableau de valeurs suivant :

$V_b$ (mL)	2,0	4,0	6,0	8,0	9,0	9,9	10,1	11,0	12,0	14,0	16,0
pH	2,2	2,6	2,8	3,1	3,4	4,4	9,6	10,6	10,9	11,2	11,4

- 1.1** Faire le schéma annoté du dispositif de dosage. **(0,5 pt)**
- 1.2** Tracer la courbe du pH du milieu en fonction du volume  $V_b$  d'hydroxyde de sodium versé **(la courbe est à rendre avec la copie)**. **(01 pt)**
- 1.3** Déterminer graphiquement les coordonnées du point d'équivalence. L'acide dosé est-il un acide faible ? Justifier. **(01 pt)**
- 1.4** Déterminer la concentration  $C_0$  de la solution  $S_0$ . **(0,5 pt)**
- 1.5** Au lieu de suivre le dosage au moyen d'un pH-mètre on utilise un indicateur coloré, l'hélianthine. Le début du virage de l'indicateur se produit pour un pH voisin de 3,3. Quelle erreur relative commet-on sur la concentration de  $S_0$  si on arrête l'addition de la solution d'hydroxyde de sodium dès le début du virage de l'hélianthine ? **(0,5 pt)**
- 1.6** Si on avait dosé 50 mL de la solution  $S$  avec la solution de soude à 0,20 mol.L<sup>-1</sup> quel serait le volume équivalent ? Commenter le résultat. **(0,5 pt)**

**EXERCICE 2 : (04 points).**

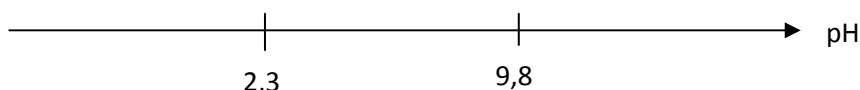
Les acides  $\alpha$  aminés jouent un rôle important dans la vie, en particulier en biochimie. Ce sont les éléments constitutifs des protéines.

**2.1°** L'acide  $\alpha$  aminé A, de formule semi-développée  $\text{CH}_3\text{-CH}(\text{CH}_3)\text{-CH}(\text{NH}_2)\text{-CO}_2\text{H}$  fait partie des vingt principaux acides  $\alpha$  aminés des organismes vivants.

- 2.1.1** Donner, dans la nomenclature officielle, le nom de l'acide  $\alpha$  aminé A. **(0,25 pt)**
- 2.1.2** Donner la représentation de Fischer des deux énantiomères de cet acide  $\alpha$  aminé. **(0,25 pt)**
- 2.2** On réalise la réaction de condensation d'un acide  $\alpha$  aminé B de formule semi-développée  $\text{R-CH}(\text{NH}_2)\text{-CO}_2\text{H}$  sur l'acide  $\alpha$  aminé A (R est un radical alkyl ou un atome d'hydrogène).

On ne tiendra pas compte, dans cette question, de l'isomérisation optique et on ne considèrera que les réactions possibles entre A et B.

- 2.2.1.** Combien de dipeptides peut-on alors obtenir ? Ecrire les équations des réactions mises en jeu. **(0,75 pt)**
- 2.2.2.** Encadrer la liaison peptidique pour chaque dipeptide obtenu. **(0,5 pt)**
- 2.2.3.** Sachant que chaque dipeptide a une masse molaire  $M = 174$  g.mol<sup>-1</sup>, déterminer la formule semi-développée et le nom de l'acide  $\alpha$  aminé B. **(0,75 pt)**
- 2.3** L'acide  $\alpha$  aminé B ressemble beaucoup, quand il est pur, à un corps à structure ionique. Il se présente en effet sous la forme d'un ion bipolaire (amphion ou zwitterion).
- 2.3.1.** Ecrire la formule semi développée de cet ion bipolaire. **(0,25 pt)**
- 2.3.2.** Justifier son caractère amphotère. **(0,25 pt)**
- 2.3.3.** En déduire les couples acide/base qui lui sont associés. **(0,5 pt)**
- 2.3.4.** Les pKa de ces couples acide/base ont pour valeur  $\text{pKa}_1 = 2,3$  et  $\text{pKa}_2 = 9,6$ .
- a). Associer à chaque couple acide/base un pKa. **(0,25 pt)**
- b). Compléter le diagramme ci-dessous en y indiquant les espèces acido-basiques majoritaires de l'acide  $\alpha$  aminé B pour chaque domaine de pH. **(0,25 pt)**



**EXERCICE 3 : (04 points).**

Lors des derniers championnats du monde d'athlétisme qui eurent lieu à Paris en août 2003, le vainqueur de l'épreuve du lancer de poids a réussi un jet à une distance  $D = 21,69$  m.

L'entraîneur de l'un de ses concurrents souhaite étudier ce lancer.

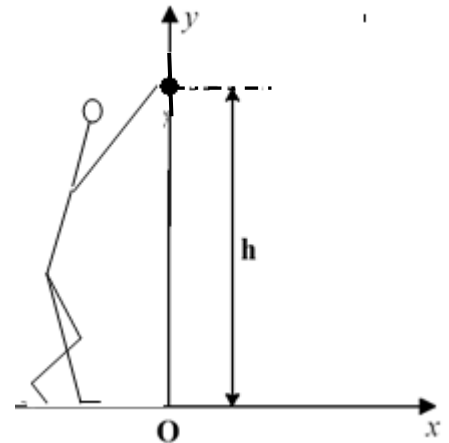
Il cherche à déterminer les conditions initiales avec lesquelles cette performance a pu être réalisée par le vainqueur de l'épreuve.

Il dispose pour cela d'enregistrements relatifs à la vitesse du boulet (nom donné au « poids »).

Pour simplifier, l'étude porte sur le mouvement du centre d'inertie du boulet dans le référentiel terrestre où on définit le repère d'espace  $(O,x,y)$  où :

- Oy est un axe vertical ascendant passant par le centre d'inertie du boulet à l'instant où il quitte la main du lanceur.
- Ox est un axe horizontal au niveau du sol.

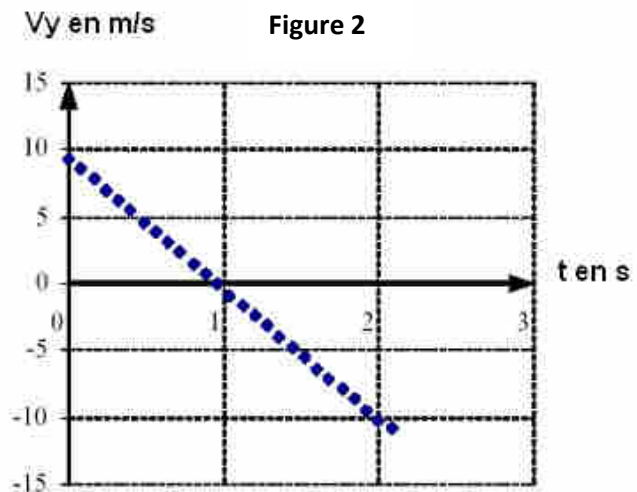
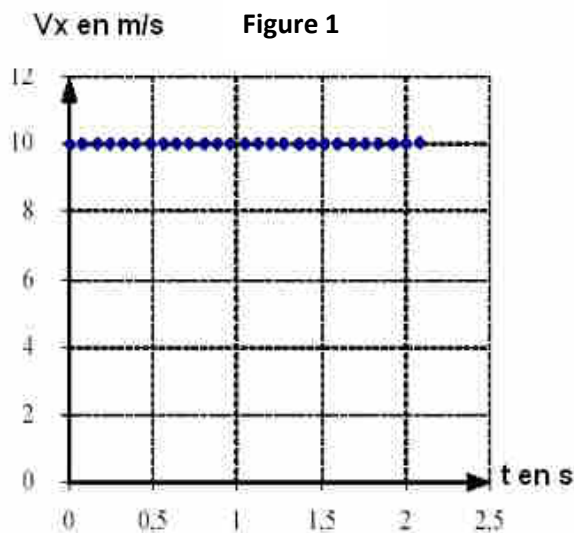
L'origine des temps  $t = 0$  est prise au moment du lancer du boulet où son centre d'inertie est situé à la distance verticale  $h = 2,62$  m du sol.



**3.1 Exploitation des enregistrements.**

L'entraîneur a obtenu les graphes, en fonction du temps, des composantes horizontale  $v_x$  et verticale  $v_y$  du vecteur-vitesse instantanée (figures 1 et 2 ci-dessous).

Pour chacun des graphes, les dates correspondant à deux points successifs sont séparées par le même intervalle de temps.



**NB : Ces courbes ne sont pas à rendre avec la copie. On expliquera simplement l'exploitation qui en est faite pour répondre aux questions.**

**3.1.1** En utilisant la figure 1, déterminer :

- a) la composante  $v_{0x}$  du vecteur-vitesse du centre d'inertie du boulet à l'instant de date  $t = 0$  s. **(0,25 pt)**
- b) la nature du mouvement de la projection du centre d'inertie du boulet sur l'axe Ox. **(0,25 pt)**

**3.1.2** En utilisant la figure 2, déterminer :

- a) la composante  $v_{0y}$  du vecteur-vitesse à l'instant de date  $t = 0$  s. **(0,25 pt)**
- b) la nature du mouvement de la projection du centre d'inertie du boulet sur l'axe OY. **(0,25 pt)**

**3.1.3** Exprimer les composantes  $v_{0x}$  et  $v_{0y}$  en fonction de la valeur  $V_0$  du vecteur-vitesse initiale et de l'angle  $\alpha$  de ce vecteur avec l'horizontale. **(0,5 pt)**

**3.1.4.** En déduire la valeur de  $V_0$  et celle de l'angle  $\alpha$ . **(01 pt)**

**3.2 Etude théorique du mouvement.**

**3.2.1** Par application du théorème du centre d'inertie, dans le référentiel terrestre supposé galiléen, déterminer le vecteur-accélération du centre d'inertie du boulet lors du mouvement. **(0,25 pt)**

**3.2.2** En déduire les équations, en fonction du temps, des composantes  $V_x$  et  $V_y$  du vecteur-vitesse instantanée  $\vec{V}$ . Ces équations sont-elles en accord avec les graphes des figures 1 et 2 ? **(0,5 pt)**

**3.2.3** Etablir les équations horaires  $x(t)$  et  $y(t)$  du mouvement. En déduire l'équation de la trajectoire. Représenter cette trajectoire et le vecteur-vitesse  $\vec{V}_0$  au point de départ du boulet. (0,75 pt)

On prendra :  $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$

**EXERCICE 4 : (04 points).**

Les bobines sont des composants électriques de très grande utilité sur lesquels le fabricant mentionne les caractéristiques ( $L$ ,  $N$ ,  $I_{max}$ ), pour une utilisation optimale et sécuritaire.  $L$  et  $N$  représentent respectivement l'inductance et le nombre de spires de la bobine tandis que  $I_{max}$  correspond à l'intensité maximale du courant électrique qui peut traverser la bobine.

**4-1.** Un groupe d'élèves, sous la supervision de leur professeur, se propose de vérifier quelques caractéristiques d'une bobine de leur laboratoire. Cette bobine est assimilée à un solénoïde de longueur  $\ell = 0,5 \text{ m}$ , comportant  $N$  spires de rayon  $R = 5 \text{ cm}$ . Pour ce faire, ils disposent la bobine horizontalement, son axe ( $\Delta$ ) étant orthogonal au plan méridien magnétique. Au centre de cette bobine est placée une petite aiguille aimantée horizontale mobile autour d'un axe vertical ( $\Delta'$ ).

Le groupe d'élèves lance un courant électrique d'intensité  $I$  dans le solénoïde et constate que l'aiguille dévie d'un angle  $\alpha$ .

**4-1-1.** Faire un schéma où seront représentés la bobine en indiquant le sens du courant, le vecteur champ magnétique  $\vec{B}_C$  créé par le courant, le vecteur  $\vec{B}_H$  composante horizontale du champ magnétique terrestre, la position finale de l'aiguille et l'angle  $\alpha$ . (0,75 pt)

**4-1-2.** Exprimer  $\tan \alpha$  en fonction de  $B_H$ ,  $N$ ,  $I$ ,  $\ell$  et  $\mu_0$  (perméabilité magnétique du vide) (0,5 pt)

**4-2.** Le groupe fait varier l'intensité  $I$  du courant dans le circuit et mesure la valeur de l'angle  $\alpha$  pour chaque valeur de  $I$ . Les résultats obtenus permettent de tracer la courbe  $\tan \alpha = f(I)$ . (figure 1)

**4-2-1.** Déterminer à partir de cette courbe la relation entre  $\tan \alpha$  et  $I$

**NB : Il n'est pas demandé de rendre la courbe avec la copie.** (0,5 pt)

**4-2-2.** En déduire la valeur de  $N$  que l'on notera  $N_0$ . (0,25 pt)

On donne :  $\mu_0 = 4 \pi 10^{-7} \text{ SI}$  ;  $B_H = 2.10^{-5} \text{ T}$

**4-2-3.** Déterminer l'inductance  $L$  du solénoïde (on prendra  $N = 1195$  spires). (0,75 pt)

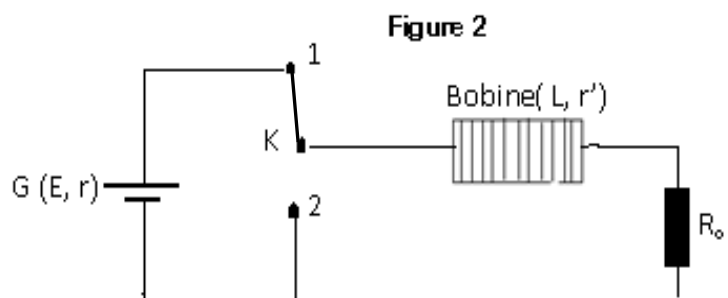
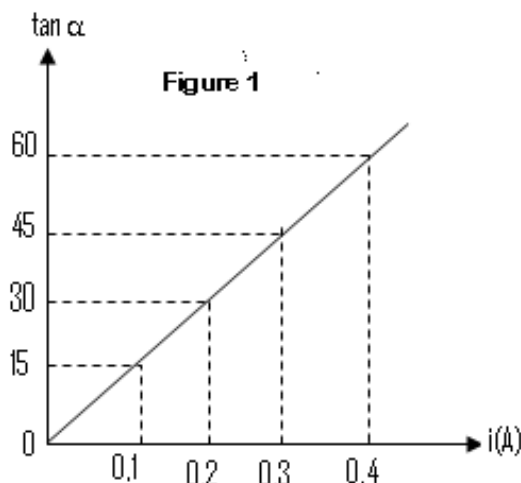
**4-3.** Afin d'étudier le comportement de la bobine dans un circuit, les élèves réalisent avec ce solénoïde le montage ci-après (figure 2). La bobine est branchée en série avec un résistor de résistance  $R_0 = 10 \Omega$ . Ils utilisent un générateur de courant continu  $G$  ( $E = 12 \text{ V}$  ;  $r = 5 \Omega$ ). La résistance interne du solénoïde est  $r' = 5 \Omega$ . Le nombre de spires est  $N = 1195$  spires. L'interrupteur est dans la position 1.

**4-3-1.** Déterminer l'intensité  $I_0$  du courant dans le circuit en régime permanent. (0,25 pt)

**4-3-2.** En un temps très bref et à  $t = 0$ , on bascule l'interrupteur de la position (1) à la position (2).

a) Etablir l'équation différentielle à laquelle obéit l'intensité  $i$  du courant dans le circuit. (0,5 pt)

b) Vérifier que  $i = A e^{-t/\tau}$  est solution de cette équation différentielle,  $A$  et  $\tau$  étant des constantes à exprimer en fonction des caractéristiques des composants du circuit. Donner l'allure de la courbe  $i = f(t)$ . (0,5 pt)



**EXERCICE 5 : (04 points)**

Actuellement des techniques telles que la scintigraphie sont utilisées en médecine grâce à des substances radioactives comme le technétium.

Le technétium, se fixant préférentiellement sur les lésions osseuses du squelette, peut être détecté par une gamma-caméra. Ce dernier fournit par la suite une image du squelette appelée scintigraphie osseuse. Tous les noyaux du technétium sont radioactifs.

**5-1.** L'isotope 97 du technétium  ${}_{43}^{97}\text{Tc}$ , de demi-vie 90,1 jours, est synthétisé en bombardant un noyau de molybdène 96,  ${}_{42}^{96}\text{Mo}$  avec un noyau de deutérium  ${}^A_Z\text{X}$ .

**5-1.1** Qu'appelle-t-on noyaux isotopes ? **(0, 25 pt)**

**5-1-2.** Ecrire l'équation de la réaction de synthèse du technétium  ${}_{43}^{97}\text{Tc}$  à partir du molybdène  ${}_{42}^{96}\text{Mo}$  en précisant les valeurs de A et Z sachant qu'il se forme en même temps un neutron.

A quel élément chimique appartient le deutérium ? **(0, 75 pt)**

**5-2.** L'isotope 99 du technétium  ${}_{43}^{99}\text{Tc}$  présente la particularité et l'avantage de pouvoir être produit sur place par désintégration du molybdène 99,  ${}_{42}^{99}\text{Mo}$ .

Une infirmière prépare une dose de technétium 99,  ${}_{43}^{99}\text{Tc}$ . Deux heures après, son activité étant égale à 79,5 % de sa valeur initiale, elle l'injecte à un patient.

**5-2-1.** Ecrire l'équation de la réaction nucléaire permettant d'obtenir le technétium 99 à partir du molybdène 99. Préciser le type de désintégration dont il s'agit. **(0, 5 pt)**

**5-2-2.** Définir l'activité d'une source radioactive et établir la relation entre l'activité, la constante radioactive et le nombre de noyaux présents. **(0, 5 pt)**

**5-2-3.** Déterminer la valeur de la période radioactive du technétium 99. **(0, 75 pt)**

**5-2-4.** L'activité maximale des doses administrées en  ${}_{43}^{99}\text{Tc}$  ne doit pas dépasser  $10^9$  Bq. Quelle est la masse maximale de technétium 99 que doit contenir la dose préparée ? **(0, 75 pt)**

**5-3.** Le médecin porte son choix sur le produit qui disparaît le plus vite. Lequel des deux isotopes du technétium va-t-il choisir ? Justifier la réponse. **(0, 5 pt)**

Données :  $1 \text{ u} = 931,5 \text{ MeV}/c^2 = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ .

Particule ou noyau	${}_{27}^{60}\text{Co}$	${}_{28}^{60}\text{Ni}$	électron	${}_{43}^{99}\text{Tc}$
Masse en u	59,934	59,931	$5,486 \cdot 10^{-4}$	98,882

**FIN DU SULET**