3ème Technique
Année scolaire 2027
Durée : 2 h

Correction du Devoir
Sciences Physiques
N° 1

Prof :
Med Dhafer Bahroun

Chimie : 9 points

Exercice n°1 : (5 points)

Données : M(Zn) = 65 ; M(Fe) = 56 g.mol^{-1} ; V_m = 24 L.mol^{-1}. Classification (pouvoir réducteur décroissant) : **Zn > Fe > H_2 > Cu > Ag**. *Règle :* un réducteur réagit spontanément avec l'oxydant d'un couple situé <u>après</u> lui dans la classification.

I)

I-❶ a) *Lame d'argent dans l'acide chlorhydrique.* (0.25 pt)

Le couple H_3O^+/H_2 est placé **avant** Ag^+/Ag : Ag est moins réducteur que H_2. Les ions H_3O^+ ne peuvent pas oxyder l'argent ⇒ **aucune réaction** (pas de dégagement gazeux, la lame reste intacte).

I-❶ b) *Lame de fer dans une solution de sulfate de cuivre II.* (0.25 pt)

Fe est plus réducteur que Cu : la réaction est **possible**. La lame de fer se recouvre d'un **dépôt rouge-brun de cuivre** ; la solution initialement bleue (Cu^{2+}) se décolore progressivement et devient légèrement verdâtre (apparition de Fe^{2+}).

I-❷ *Cas où la réaction est possible : demi-équations et équation bilan.* (0.5 pt)

Oxydation : $Fe \rightarrow Fe^{2+} + 2\ e^-$

Réduction : $Cu^{2+} + 2\ e^- \rightarrow Cu$

Bilan : $Fe + Cu^{2+} \rightarrow Fe^{2+} + Cu$

II)

II-❶ *Expliquer ce qui se passe.* (0.5 pt)

Zn est plus réducteur que Fe, et Fe plus réducteur que Cu. Seul le **zinc** réagit avec les ions Fe^{2+} : il s'oxyde en Zn^{2+} et les ions Fe^{2+} sont réduits en **fer métallique** (le dépôt de masse m' = 2,24 g). Le **cuivre ne réagit pas** (Cu est moins réducteur que Fe).

II-❷ *Équation de la réaction et couples redox.* (0.5 pt)

$Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2\ e^-$; $Fe^{2+} + 2\ e^- \rightarrow Fe$

$Zn + Fe^{2+} \rightarrow Zn^{2+} + Fe$

Couples redox : **Zn^{2+}/Zn** et **Fe^{2+}/Fe**.

II-❸ *Montrer que le zinc est le réactif limitant.* (0.5 pt)

$n_0(Fe^{2+}) = C \cdot V = 0{,}5 \times 0{,}2 =$ **0,10 mol**.

n(Fe formé) = m'/M(Fe) = 2,24 / 56 = **0,04 mol**.

D'après l'équation (coefficients 1 : 1) : $n(Fe^{2+})$ consommé = n(Fe) = 0,04 mol < 0,10 mol. Il reste donc des ions Fe^{2+} en excès (0,06 mol) : le zinc a été entièrement consommé, il est le **réactif limitant**.

II-❹ *Masse de zinc ; masse de cuivre.* (0.5 pt)

n(Zn) = n(Fe) = 0,04 mol ⇒ $m(Zn) = n \cdot M = 0{,}04 \times 65 =$ **2,60 g**.

Le cuivre n'a pas réagi : m(Cu) = m − m(Zn) = 4,18 − 2,60 = **1,58 g**.

II-❺ *Concentration des ions Zn^{2+} formés.* (0.25 pt)

$n(Zn^{2+}) = n(Zn) = 0{,}04$ mol ⇒ $[Zn^{2+}] = n/V = 0{,}04 / 0{,}2 =$ **0,2 mol.L^{-1}**.

III)

III-❶ *Identification du gaz dégagé.* (0.25 pt)

Le gaz est du **dihydrogène H_2** : en approchant une allumette enflammée de l'orifice du tube à essais, on entend une **légère détonation** (« pop »).

III-❷ *Équation bilan de la réaction redox.* (0.5 pt)

$Fe \rightarrow Fe^{2+} + 2\ e^-$; $2\ H_3O^+ + 2\ e^- \rightarrow H_2 + 2\ H_2O$

$Fe + 2\ H_3O^+ \rightarrow Fe^{2+} + H_2 + 2\ H_2O$

III-❸ *Volume de gaz dégagé.* (0.5 pt)

L'acide est en excès : tout le fer (0,04 mol) réagit. $n(H_2) = n(Fe) = 0{,}04$ mol.

$V(H_2) = n \cdot V_m = 0{,}04 \times 24 =$ **0,96 L**.

III-❹ *Volume minimal V_{min} d'acide.* (0.5 pt)

Pour oxyder tout le fer, il faut $n(H_3O^+) = 2 \cdot n(Fe) = 2 \times 0{,}04 = 0{,}08$ mol.

$V_{min} = n/C = 0{,}08 / 0{,}4 = 0{,}2$ L = **200 mL**.

Exercice n°2 : (4 points)

❶ *Nombres d'oxydation de Cr et Fe.* (1 pt)

- Cr (corps simple) : n.o. = **0**.
- Cr^{3+} (ion monoatomique) : n.o. = **+3**.
- $Cr_2O_7^{2-}$: $2 \cdot$n.o.(Cr) $+ 7 \times (-2) = -2 \Rightarrow 2 \cdot$n.o.(Cr) $= +12 \Rightarrow$ n.o.(Cr) = **+6**.
- Fe^{2+} : n.o. = **+2** ; Fe^{3+} : n.o. = **+3**.

❷ a) *Montrer qu'il s'agit d'une réaction redox.* (1 pt)

Cr passe de **+6** (dans $Cr_2O_7^{2-}$) à **+3** (dans Cr^{3+}) : son n.o. **diminue** ⇒ réduction.

Fe passe de **+2** à **+3** : son n.o. **augmente** ⇒ oxydation.

Une oxydation et une réduction ont lieu simultanément : c'est bien une **réaction d'oxydoréduction**.

b) *Couples redox.* (0.5 pt)

$Cr_2O_7^{2-}/Cr^{3+}$ (oxydant : $Cr_2O_7^{2-}$) et **Fe^{3+}/Fe^{2+}** (réducteur : Fe^{2+}).

c) *Demi-équations d'oxydation et de réduction.* (0.5 pt)

Oxydation : $\mathbf{Fe^{2+} \rightarrow Fe^{3+} + e^-}$

Réduction : $\mathbf{Cr_2O_7^{2-} + 14\ H_3O^+ + 6\ e^- \rightarrow 2\ Cr^{3+} + 21\ H_2O}$

Équilibrage : Cr : 2 = 2 ; O : 7 + 14 = 21 ; H : 42 = 42 ; charges : $-2 + 14 - 6 = +6 = 2 \times (+3)$ ✓.

d) *Équation bilan.* (0.5 pt)

On multiplie l'oxydation par 6 pour égaliser les électrons échangés, puis on additionne :

$\mathbf{Cr_2O_7^{2-} + 6\ Fe^{2+} + 14\ H_3O^+ \rightarrow 2\ Cr^{3+} + 6\ Fe^{3+} + 21\ H_2O}$

e) *Voie sèche ou voie humide ?* (0.5 pt)

C'est une réaction par **voie humide** : elle se produit en **solution aqueuse**, les réactifs sont des ions dissous et l'eau (H_3O^+, H_2O) intervient dans l'équation.

Dhafer

Physique : 11 points

Exercice n°1 : (6 points)

Données : L = 75,36 m ; ℓ = 40 cm = 0,4 m ; R = 5 cm = 0,05 m ; $\mu_0 = 12{,}56.10^{-7}$ USI ; $\|\mathbf{B}_H\| = 3.10^{-5}$ T ; I_1 = 0,03 A ; π = 3,14.

❶ *Nombre de spires par mètre.* (0.5 pt)

Une spire a pour longueur 2πR = 2 × 3,14 × 0,05 = 0,314 m. Nombre de spires : N = L / (2πR) = 75,36 / 0,314 = **240 spires**.

n_1 = N / ℓ = 240 / 0,4 = 600 spires/m ✓.

❷ **I_1 = 0,03 A**

a) *Représentation sur la figure 1.* (1 pt)

- $\mathbf{B}_H$: direction sud-nord magnétique, sens vers le sud magnétique (vers le haut), origine O.
- $\mathbf{B}_{S1}$: porté par l'axe du solénoïde. Avec la règle de la main droite (doigts dans le sens du courant, le pouce donne le sens de **B**), le champ à l'intérieur est dirigé **vers la gauche**.
- $\mathbf{B}_r = \mathbf{B}_H + \mathbf{B}_{S1}$: dirigé vers le haut et la gauche.
- L'aiguille s'oriente suivant $\mathbf{B}_r$: son pôle **Nord** pointe dans le sens de $\mathbf{B}_r$ (vers le haut-gauche), son pôle Sud à l'opposé.

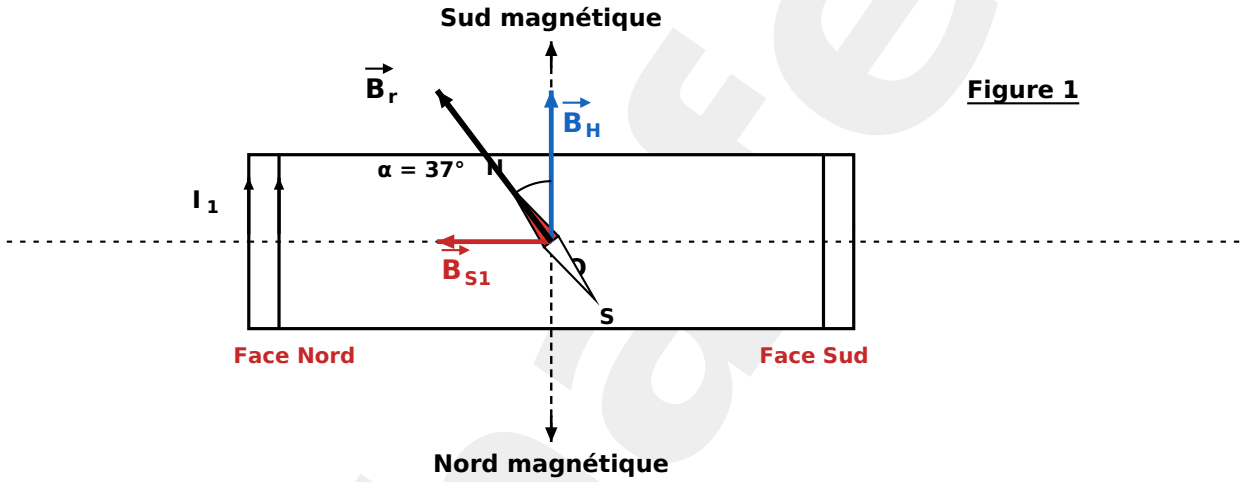


Figure 1

Figure 1 corrigée (échelle : 1 cm ↔ $1{,}5.10^{-5}$ T)

b) *Faces sud et nord du solénoïde.* (0.5 pt)

Le champ $\mathbf{B}_{S1}$ sort par la face de gauche : c'est la **face Nord** ; il rentre par la face de droite : c'est la **face Sud**.

c) *Valeur du champ créé par (S_1).* (0.5 pt)

$B_{S1} = \mu_0 \cdot n_1 \cdot I_1 = 12{,}56.10^{-7} \times 600 \times 0{,}03 =$ **$2{,}26.10^{-5}$ T** ($2{,}2608.10^{-5}$ T).

d) *Angle de déviation α.* (0.5 pt)

Dans le triangle des champs : $\tan \alpha = B_{S1} / B_H = 2{,}2608.10^{-5} / 3.10^{-5} = 0{,}7536 \Rightarrow$ **α ≈ 37°**.

❸ **Aimant droit placé au point P (figure 2)**

Dhafer

a) *Caractéristiques de $\boldsymbol{B}_a$. Représentation.* (0.75 pt)

L'aiguille revient à sa position initiale, donc $\mathbf{B}_r = \mathbf{B}_H \Rightarrow \mathbf{B}_H + \mathbf{B}_{S1} + \mathbf{B}_a = \mathbf{B}_H \Rightarrow \mathbf{B}_a = -\mathbf{B}_{S1}$.

• Point d'application : O ; • Direction : l'axe du solénoïde (horizontale) ; • Sens : **vers la droite** (opposé à $\mathbf{B}_{S1}$) ; • Valeur : $\mathbf{B_a = B_{S1} = 2{,}26.10^{-5}\ T}$.

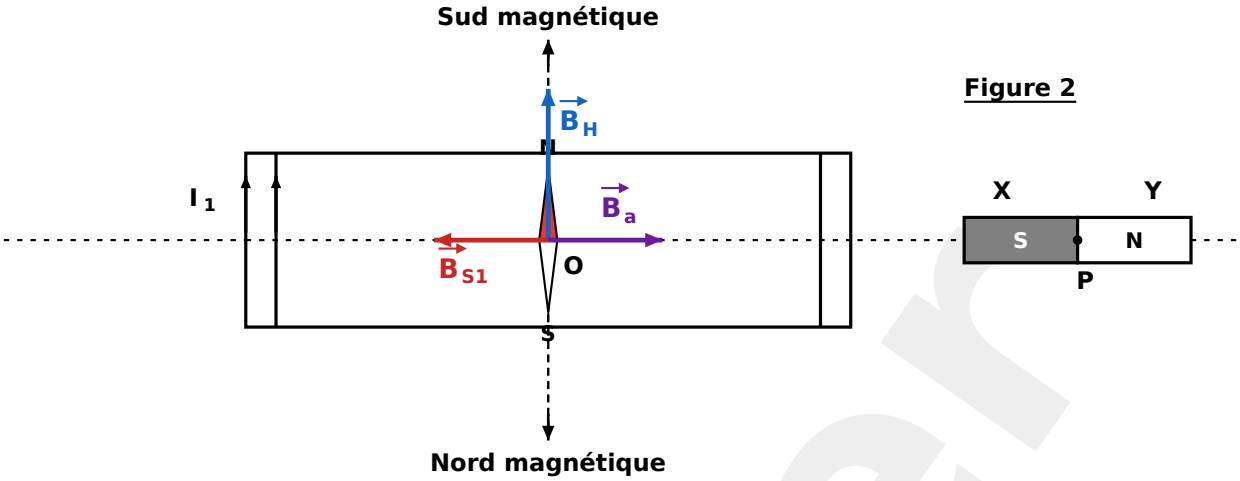


Figure 2 corrigée

b) *Pôles de l'aimant.* (0.25 pt)

À l'extérieur d'un aimant, les lignes de champ vont du pôle Nord vers le pôle Sud. En O, $\mathbf{B}_a$ est dirigé vers l'aimant : les lignes entrent dans l'extrémité X ⇒ **X est le pôle Sud** et **Y le pôle Nord**.

❹ Solénoïdes (S_1) et (S_2) – courants de sens inverses

a) *Montrer que $B_{S1} > B_{S2}$.* (0.5 pt)

$B_{S1} = \mu_0 \cdot n_1 \cdot I_1$ et $B_{S2} = \mu_0 \cdot n_2 \cdot I_1$ avec le même courant. Comme $n_2 < n_1$, on a $\mathbf{B_{S1} > B_{S2}}$.

b) *Représentation sur la figure 3.* (1 pt)

Les courants sont de sens contraires : $\mathbf{B}_{S1}$ est dirigé vers la gauche et $\mathbf{B}_{S2}$ vers la droite, avec $\|\mathbf{B}_{S1}\| > \|\mathbf{B}_{S2}\|$. $\mathbf{B}_R = \mathbf{B}_H + \mathbf{B}_{S1} + \mathbf{B}_{S2}$: sa composante horizontale est dirigée vers la gauche ($B_{S1} - B_{S2}$). L'aiguille dévie du côté de $\mathbf{B}_{S1}$ d'un angle β = 14,1° par rapport à la direction sud-nord.

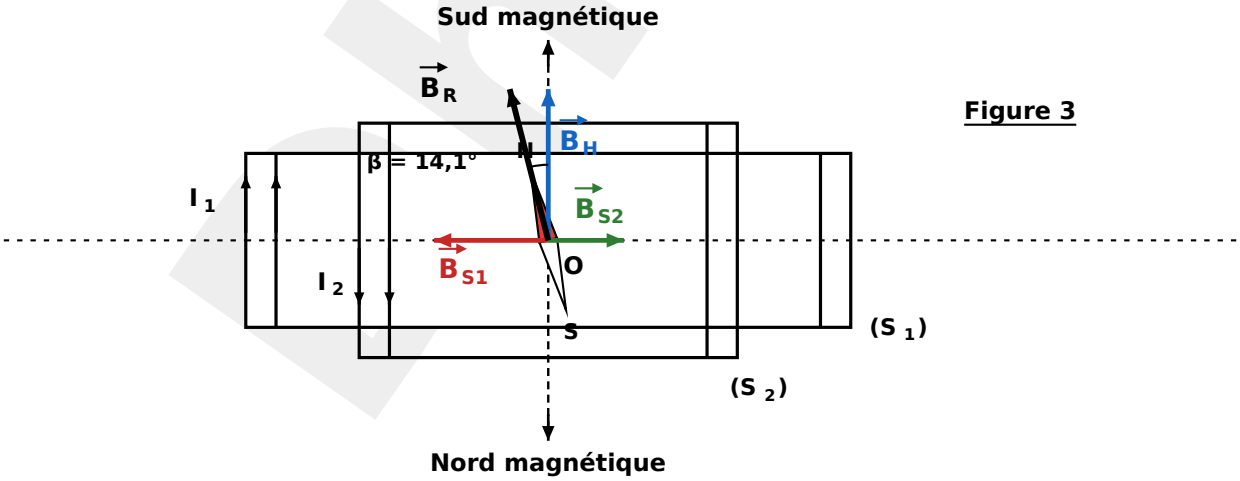


Figure 3 corrigée (échelle : 1 cm ↔ $1{,}5.10^{-5}$ T)

c) *Valeur de n_2.* (0.5 pt)

$\tan\beta = (B_{S1} - B_{S2}) / B_H \Rightarrow B_{S1} - B_{S2} = B_H \cdot \tan\beta = 3.10^{-5} \times \tan 14{,}1° = 3.10^{-5} \times 0{,}2512 = 7{,}536.10^{-6}$ T.

$B_{S2} = B_{S1} - 7{,}536.10^{-6} = 2{,}2608.10^{-5} - 0{,}7536.10^{-5} = 1{,}5072.10^{-5}$ T.

$B_{S2} = \mu_0 \cdot n_2 \cdot I_1 \Rightarrow n_2 = B_{S2} / (\mu_0 \cdot I_1) = 1{,}5072.10^{-5} / (12{,}56.10^{-7} \times 0{,}03) =$ **400 spires/m** (bien inférieur à n_1 = 600 ✓).

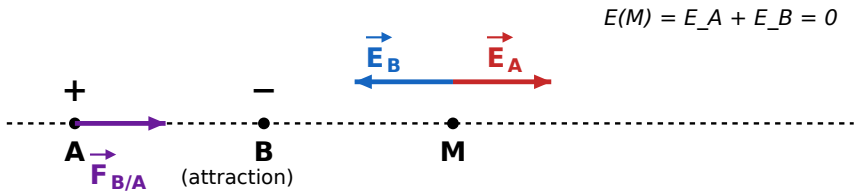
Exercice n°2 : (5 points)

Données : $q_A = +6\ \mu C = 6.10^{-6}$ C ; d = AB = 5 cm = 0,05 m ; BM = 5 cm ⇒ AM = AB + BM = 10 cm ; $K = 9.10^9$ USI ; g = 10 N.kg^{-1}.

❶ Champ électrique nul au point M

a) *Signe de q_B.* (0.5 pt)

E(M) = $\mathbf{E}_A + \mathbf{E}_B = \mathbf{0}$ ⇒ $\mathbf{E}_A$ et $\mathbf{E}_B$ sont opposés. $q_A > 0$: $\mathbf{E}_A$ s'éloigne de A (vers la droite en M). $\mathbf{E}_B$ doit donc être dirigé vers la gauche, c'est-à-dire **vers B** : un champ dirigé vers la charge ⇒ $\mathbf{q_B < 0}$.



b) *Valeur de q_B.* (1 pt)

$\|\mathbf{E}_A\| = \|\mathbf{E}_B\|$ ⇒ $K \cdot q_A / AM^2 = K \cdot |q_B| / BM^2$ ⇒ $|q_B| = q_A \times (BM / AM)^2 = 6.10^{-6} \times (5/10)^2 = 1{,}5.10^{-6}$ C.
$\mathbf{q_B = -1{,}5\ \mu C}$.

c) *Caractéristiques de $\boldsymbol{F}_{B/A}$.* (1 pt)

• Point d'application : A ; • Direction : la droite (AB) ; • Sens : **de A vers B** (les charges sont de signes opposés ⇒ attraction) ;

• Valeur : $F = K \cdot q_A \cdot |q_B| / d^2 = 9.10^9 \times 6.10^{-6} \times 1{,}5.10^{-6} / (0{,}05)^2 = 8{,}1.10^{-2} / 2{,}5.10^{-3} = \mathbf{32{,}4\ N}$.

❷ Charge q = −0,6 µC ($m = 3.10^{-4}$ kg) en équilibre entre deux plaques

a) *Champ électrique uniforme.* (0.5 pt)

Un champ électrique est **uniforme** dans une région de l'espace si le vecteur **E** y a, en tout point, la **même direction, le même sens et la même valeur** (lignes de champ parallèles et équidistantes), comme entre deux plaques parallèles chargées.

b) *Schéma et justification.* (1 pt)

La charge est soumise à son poids **P** (vertical, vers le bas) et à la force électrique **F** = q**E**. À l'équilibre : **P** + **F** = **0** ⇒ **F** est verticale **vers le haut**. Comme q < 0, **F** et **E** sont de sens contraires ⇒ **E** est vertical **vers le bas**. Les lignes de champ vont de la plaque positive vers la plaque négative : **(P_1) (en haut) est chargée positivement et (P_2) (en bas) négativement.**

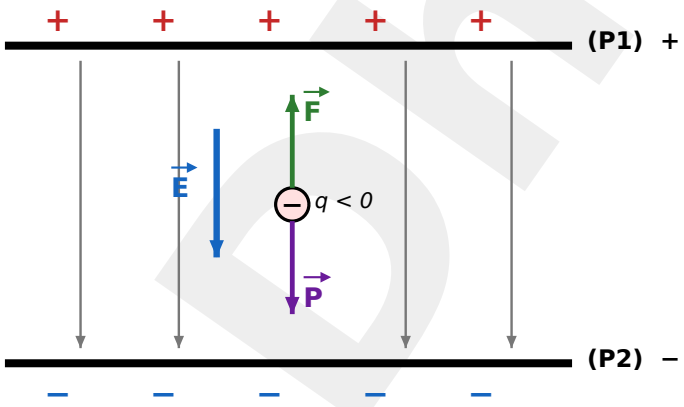


Schéma corrigé de l'exercice 2 (❷ b)

c) *Valeur de E.* (1 pt)

À l'équilibre : P = F ⇒ $m \cdot g = |q| \cdot E$ ⇒ $E = m \cdot g / |q| = 3.10^{-4} \times 10 / 0{,}6.10^{-6} = 3.10^{-3} / 6.10^{-7} = \mathbf{5000\ V.m^{-1}}$ (5.10^3 N.C^{-1}).

Dhafer

Récapitulatif des résultats

Question	Résultat
Chimie Ex.1 : n(Fe) ; m(Zn) ; m(Cu)	0,04 mol ; 2,60 g ; 1,58 g
Chimie Ex.1 : $[Zn^{2+}]$; $V(H_2)$; V_min	0,2 mol/L ; 0,96 L ; 200 mL
Chimie Ex.2 : n.o. de Cr dans $Cr_2O_7^{2-}$	+6
Physique Ex.1 : n_1 ; B_S1 ; α	600 spires/m ; $2{,}26.10^{-5}$ T ; 37°
Physique Ex.1 : B_S2 ; n_2	$1{,}51.10^{-5}$ T ; 400 spires/m
Physique Ex.2 : q_B ; F_B/A	−1,5 µC ; 32,4 N
Physique Ex.2 : E	5000 V/m

Dhafer