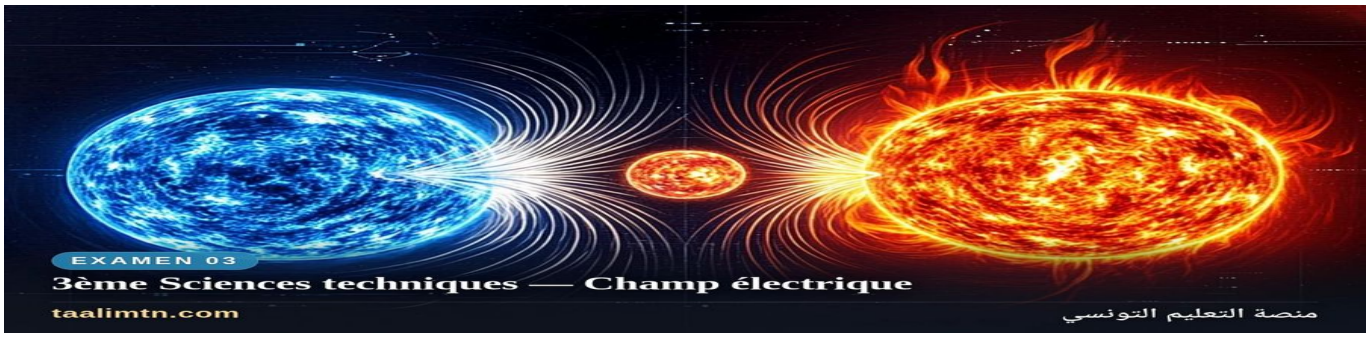

Épreuve : Sciences physiques	Devoir de contrôle n° 1	Durée : 2 heures
Lycée : Lycée de l'Éducation	Niveau : 3ème année secondaire	Section : Sciences techniques
Date : Samedi 29 novembre 2025	Coefficient : 4	Prof : Équipe pédagogique TA'LIM TN

Nom : _____	Prénom : _____	Classe : 3ème _____

L'usage de la calculatrice est autorisé. Une réponse sans justification n'a aucune valeur. L'expression littérale est obligatoire avant toute application numérique.

CHIMIE (7 points)

Exercice n° 1 — Fer et acide chlorhydrique (4 pts)

On introduit une masse m = 0,504 g de poudre de fer dans un récipient contenant un volume V_1 = 150 mL d'une solution aqueuse d'acide chlorhydrique ($H_3O^+ + Cl^-$). On observe un dégagement gazeux qui provoque une légère détonation en présence d'une flamme.

1. Écrire l'équation bilan de la réaction qui se produit. (0,5 pt)

2. Lorsqu'il n'y a plus de dégagement gazeux, il y a disparition totale du fer ; on obtient ainsi un volume V_1 d'une solution (S).

a) Calculer le volume V_g du gaz dégagé. (0,5 pt)

b) Calculer la concentration C de la solution (S) obtenue à la fin de la réaction. (0,5 pt)

3. On divise la solution (S) en deux volumes égaux dans deux béchers (A) et (B) de 75 mL chacun.

Dans (A) : on plonge une lame d'aluminium (Al) ; on observe une réaction.

Dans (B) : on verse une solution aqueuse orangée acidifiée de bichromate de potassium $K_2Cr_2O_7$ de concentration C_2 = 0,05 mol·L^{-1} ; le volume ajouté est V_2 = 5 mL.

a) Écrire l'équation bilan de la réaction qui se produit dans le bécher (A). (0,5 pt)

b) L'équation incomplète de la réaction dans le bécher (B) est : $Cr_2O_7^{2-}$ + … Fe^{2+} + … → … Cr^{3+} + … Fe^{3+} + … Reproduire et compléter cette équation en précisant les couples redox mis en jeu. (1 pt)

c) Montrer que les ions Fe^{2+} ne sont pas tous consommés, puis calculer la nouvelle concentration de la solution en Fe^{2+} dans le bécher (B). (1 pt)

Données : M(Fe) = 56 g·mol^{-1} ; V_m = 22,4 L·mol^{-1}.

Exercice n° 2 — Classification et dosage (3 pts)

On donne le classement suivant (pouvoir réducteur croissant vers la droite) :

Ag < H < Mg

Dans un volume V = 500 mL d'une solution aqueuse (S) d'acide chlorhydrique ($H_3O^+ + Cl^-$) de concentration molaire C, on introduit, sans variation de volume, un mélange en poudre d'argent et de magnésium (Mg) de masse m = 4,5 g. Par test d'identification à la fin de la réaction, on constate qu'un seul des deux métaux a réagi et que sa masse est totalement consommée. On récupère un volume V_g = 0,6 L d'un gaz qui détone en présence d'une flamme.

1. a) Dire, en justifiant, lequel des deux métaux a réagi. (0,5 pt)

b) Écrire l'équation chimique de la réaction qui a eu lieu. (0,5 pt)

c) Calculer la masse m_1 du métal qui a réagi ; en déduire la masse m_2 de l'autre métal. (0,5 pt)

2. À la fin de la réaction, on mesure le pH de la solution (S) ; on trouve pH = 1.

a) Calculer la quantité de matière initiale d'ions H_3O^+ : $n_0(H_3O^+)$ présente dans V de la solution (S). (1 pt)

b) En déduire la concentration molaire C de la solution (S) d'acide chlorhydrique. (0,5 pt)

Données : M(Mg) = 24 ; M(Ag) = 108 g·mol^{-1} ; V_m = 24 L·mol^{-1} ; couples : Ag^{+}/Ag ; Mg^{2+}/Mg.

PHYSIQUE (13 points)

Exercice n° 1 — Pendule électrique et tiges chargées (6,5 pts)

Les parties I et II sont indépendantes. Donnée : K = 9·10^{9} S.I ; $\|\vec{g}\|$ = 10 N·kg^{-1}.

I. On considère un pendule électrique formé d'un fil isolant inextensible, de masse négligeable et de longueur L. L'extrémité inférieure porte une boule ponctuelle (b) de masse m = 1 g et portant une charge q = −2·10^{-4} C. Éloigné de tout champ électrique, ce pendule prend une position d'équilibre verticale. Placé dans un champ électrique uniforme $\vec{E}$ incliné, ce pendule prend une nouvelle position d'équilibre faisant un angle α = 60° avec la verticale (figure 1).

1. Qu'est-ce qu'une ligne de champ électrique ? (0,5 pt)

2. a) Nommer les forces exercées sur la boule (b). (0,75 pt)

b) Écrire la condition d'équilibre et représenter ces forces sur la figure 1. (1 pt)

c) Orienter les lignes de champ sur la figure 1 ; justifier. (0,5 pt)

3. Calculer la valeur du vecteur champ $\vec{E}$. (1 pt)

II. Deux tiges T_1 et T_2 sont disposées verticalement à l'aide d'un support (figure 2). Sur l'extrémité supérieure A de T_1 on place une charge ponctuelle Q_1 et sur l'extrémité inférieure B de T_2 une autre charge ponctuelle $Q_2 < Q_1$, avec Q_1 et Q_2 de même signe. Au milieu I du segment [AB], de longueur AB = 4 cm, la petite boule (C) de charge q_C = 0,24 µC et de masse m = 0,72 g est en équilibre.

1. a) Représenter, en justifiant, la force électrique résultante $\vec{F}$ agissant sur la boule (C). (0,75 pt)

b) Donner les caractéristiques du vecteur champ électrique résultant $\vec{E}$ au point I. (1 pt)

c) En déduire les signes de Q_1 et Q_2. (0,5 pt)

2. Sachant que $|Q_1| + |Q_2|$ = 8 nC, calculer Q_1 et Q_2. (1 pt)

Données : K = 9·10^{9} ; $\|\vec{g}\|$ = 10 ; m = 1 g, q = −2·10^{-4} C, α = 60° ; q_C = 0,24 µC, m = 0,72 g, AB = 4 cm, $|Q_1| + |Q_2|$ = 8 nC.

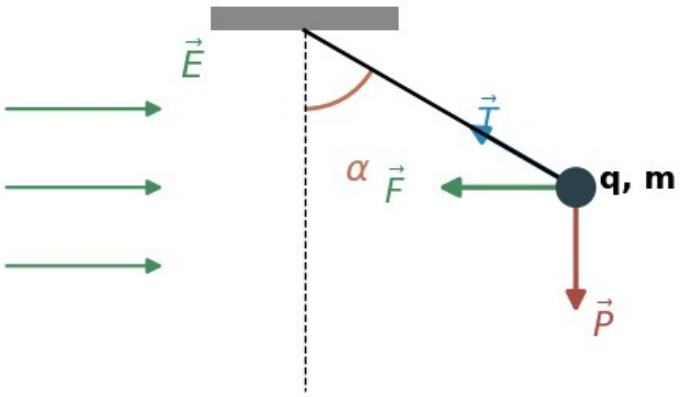

Figure 1 — Pendule électrique dans un champ uniforme.

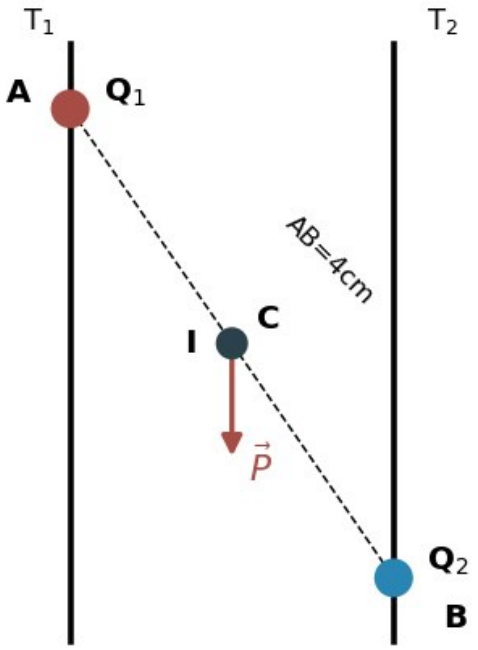

Figure 2 — Tiges verticales et boule (C) au milieu de [AB].

Exercice n° 2 — Champ électrique résultant sur la médiatrice (6,5 pts)

Deux charges ponctuelles Q_1 et Q_2 sont placées respectivement en A et B tels que AB = 6 cm. Une boule (B) de masse m = 0,1 g porte une charge q = −0,1 µC et est en équilibre au point M situé sur la médiatrice de [AB] à la distance IM = 4 cm du point I milieu du segment [AB] (figure 3).

1. Donner la définition du champ électrique. (0,25 pt)

2. a) Représenter, sans souci d'échelle, le vecteur force électrique résultant $\vec{F}$ exercé sur la charge q par Q_1 et Q_2. (0,75 pt)

b) Écrire la condition d'équilibre de la boule (B). (0,25 pt)

c) Déterminer les caractéristiques de la force électrique résultante $\vec{F}$. (0,75 pt)

d) En déduire celles du vecteur champ électrique résultant $\vec{E}$ au point M. (0,75 pt)

3. a) Représenter le vecteur champ électrique résultant $\vec{E}$ ainsi que les vecteurs champs $\vec{E}_1$ et $\vec{E}_2$ créés respectivement par Q_1 et Q_2 au point M. (0,75 pt)

b) Préciser le signe de Q_1 et de Q_2. (0,5 pt)

4. a) Exprimer la valeur de E_1 puis celle de E_2 en fonction de la valeur de E et de l'angle $\alpha = (\widehat{MI}\ ;\ \widehat{MB})$. (1 pt)

b) Montrer que $|Q_1| = |Q_2|$. (0,75 pt)

c) Déterminer la valeur algébrique de la charge Q_1. (1 pt)

Données : $K = 9{\cdot}10^9$; $\|\vec{g}\| = 10$; AB = 6 cm ; IM = 4 cm ; q = −0,1 µC ; m = 0,1 g.

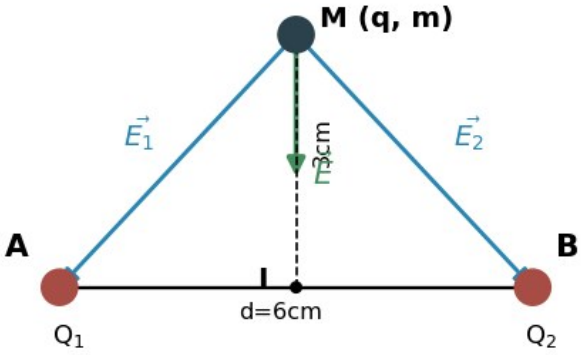

Figure 3 — Charges Q_1 et Q_2, boule M sur la médiatrice de [AB].

CORRIGÉ — Examen 03

CHIMIE

Exercice 1 — Exercice n° 1 — Fer et acide chlorhydrique

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

2. a) $n(Fe) = 0{,}504/56 = 9\cdot10^{-3}$ mol = $n(H_2)$. $V_g = n\cdot V_m = 9\cdot10^{-3} \times 22{,}4 = 0{,}202$ L $\approx 0{,}20$ L = 201,6 mL.

b) $C(Fe^{2+}) = n/V = 9\cdot10^{-3}/0{,}15 = 0{,}06$ mol·L^{-1}.

3. a) $2\ Al + 3\ Fe^{2+} \rightarrow 2\ Al^{3+} + 3\ Fe$.

b) $Cr_2O_7^{2-} + 6\ Fe^{2+} + 14\ H^+ \rightarrow 2\ Cr^{3+} + 6\ Fe^{3+} + 7\ H_2O$. Couples : $Cr_2O_7^{2-}/Cr^{3+}$ (réduction) et Fe^{3+}/Fe^{2+} (oxydation).

c) Bécher (B) : $n(Fe^{2+}) = C\cdot V = 0{,}06 \times 0{,}075 = 4{,}5\cdot10^{-3}$ mol. $n(Cr_2O_7) = C_2\cdot V_2 = 0{,}05 \times 0{,}005 = 2{,}5\cdot10^{-4}$ mol. $n(Fe^{2+})$ réagit = $6\cdot n(Cr_2O_7) = 1{,}5\cdot10^{-3}$ mol < $4{,}5\cdot10^{-3}$: Fe^{2+} n'est pas entièrement consommé. $n(Fe^{2+})$ restant = $4{,}5\cdot10^{-3} - 1{,}5\cdot10^{-3} = 3\cdot10^{-3}$ mol. $V_{total} = 75 + 5 = 80$ mL. $[Fe^{2+}]_{final} = 3\cdot10^{-3}/0{,}08 = 0{,}0375$ mol·L^{-1}.

Exercice 2 — Exercice n° 2 — Classification et dosage

1. a) Le magnésium réagit (Mg > H > Ag : Mg est plus réducteur que H, donc réduit H_3O^+ ; Ag ne l'est pas).

b) $Mg + 2\ H_3O^+ \rightarrow Mg^{2+} + H_2 + 2\ H_2O$.

c) $n(Mg) = V_g/V_m = 0{,}6/24 = 0{,}025$ mol ; $m_1 = m(Mg) = 0{,}025 \times 24 = 0{,}6$ g ; $m_2 = m(Ag) = 4{,}5 - 0{,}6 = 3{,}9$ g.

2. a) pH = 1 ⇒ $[H_3O^+] = 10^{-1} = 0{,}1$ mol·L^{-1} ; $n_0(H_3O^+) = [H_3O^+]\cdot V = 0{,}1 \times 0{,}5 = 0{,}05$ mol.

b) Vérification : $n(H_3O^+)$ consommé = $2\cdot n(Mg) = 2\times0{,}025 = 0{,}05$ mol = n_0 (Mg entièrement consommé ✓). $C = n_0/V = 0{,}05/0{,}5 = 0{,}1$ mol·L^{-1}.

PHYSIQUE

Exercice 1 — Exercice n° 1 — Pendule électrique et tiges chargées

I.1. Une ligne de champ électrique est une courbe tangente en chacun de ses points au vecteur champ électrique $\vec{E}$ en ce point.

2. a) Forces sur (b) : poids $\vec{P}$, tension $\vec{T}$ du fil, force électrique $\vec{F} = q\cdot\vec{E}$.

b) Condition d'équilibre : $\vec{P} + \vec{T} + \vec{F} = \vec{0}$. Représentation sur la figure.

c) $q < 0 \Rightarrow \vec{F} = q\cdot\vec{E}$ est opposée à $\vec{E}$: les lignes de champ sont orientées dans le sens contraire de $\vec{F}$ (donc vers la gauche si $\vec{F}$ pointe à droite).

3. Projection : $F = P\cdot\tan(\alpha) = m\cdot g\cdot\tan(60°) = 10^{-3}\times10\times1{,}732 = 1{,}73\cdot10^{-2}$ N. $\|\vec{E}\| = F/|q| = 1{,}73\cdot10^{-2}/(2\cdot10^{-4}) = 86{,}6$ N·C^{-1}.

II.1. a) (C) est en équilibre sous $\vec{P}$ (vers le bas), $\vec{F_1}$ (de Q_1 sur q_C) et $\vec{F_2}$ (de Q_2 sur q_C). Si Q_1, Q_2, q_C > 0 : $\vec{F_1}$ (de A vers le bas, répulsive) et $\vec{F_2}$ (de B vers le haut, répulsive). La résultante $\vec{F}$ est verticale.

b) $\vec{E}$ est vertical, dirigé vers le bas (même sens que $\vec{F}$ car q_C > 0), de valeur $\|\vec{E}\| = (K\cdot|q_C|/IA^2)\cdot(|Q_1|+|Q_2|)$ avec IA = IB = 2 cm. Plus précisément $F = P \Rightarrow \|\vec{E}\| = m\cdot g/|q_C| = 0{,}72\cdot10^{-3}\times10/0{,}24\cdot10^{-6} = 3\cdot10^4$ N·C^{-1}.

c) q_C > 0 et (C) en équilibre : la force de Q_2 (en bas, vers le haut) doit compenser $P + F_1$; donc Q_1 et Q_2 sont de même signe que q_C, soit $Q_1 > 0$ et $Q_2 > 0$.

2. Projection verticale (IA = IB = r = 2 cm) : $F_2 - F_1 = P \Rightarrow K\cdot|q_C|\cdot(|Q_2| - |Q_1|)/r^2 = m\cdot g \Rightarrow |Q_2| - |Q_1| = m\cdot g\cdot r^2/(K\cdot|q_C|) = 0{,}72\cdot10^{-3}\times10\times(0{,}02)^2/(9\cdot10^9\times0{,}24\cdot10^{-6}) = 2{,}88\cdot10^{-6}/2160 = 1{,}33\cdot10^{-9}$ C = 1,33 nC. Avec $|Q_1|+|Q_2| = 8$ nC : $|Q_2| = (8+1{,}33)/2 = 4{,}67$ nC ; $|Q_1| = (8-1{,}33)/2 = 3{,}33$ nC.

Exercice 2 — Exercice n° 2 — Champ électrique résultant sur la médiatrice

1. Le champ électrique $\vec{E}$ en un point M est défini par la force électrique $\vec{F} = q\cdot\vec{E}$ qu'exerce le champ sur une charge q placée en M.

2. a) q < 0 : $\vec{F}$ est opposée à $\vec{E}$. À l'équilibre $\vec{F}$ compense $\vec{P}$, donc $\vec{F}$ est verticale vers le haut ⇒ $\vec{E}$ est verticale vers le bas (vers [AB]).

b) $\vec{P} + \vec{F} = \vec{0}$.

c) $\|\vec{F}\| = m\cdot g = 0{,}1\cdot10^{-3}\times10 = 10^{-3}$ N, verticale vers le haut.

d) $\|\vec{E}\| = \|\vec{F}\|/|q| = 10^{-3}/10^{-7} = 10^4$ N·C^{-1}, verticale vers le bas.

3. a) $\vec{E_1}$ et $\vec{E_2}$ symétriques par rapport à la médiatrice ; $\vec{E} = \vec{E_1} + \vec{E_2}$ vertical vers le bas.

b) q < 0 et $\vec{E_1}$, $\vec{E_2}$ pointent vers A et B (vers les charges) ⇒ Q_1 et Q_2 sont négatifs.

4. a) AM = BM = $\sqrt{((AB/2)^2 + IM^2)} = \sqrt{(3^2 + 4^2)} = 5$ cm. $\cos\alpha = IM/AM = 4/5$. $\|\vec{E}_1\| = K\cdot|Q_1|/AM^2$; projection sur la médiatrice : $\|\vec{E}_1\|\cdot\cos\alpha = \|\vec{E}\|/2 \Rightarrow \|\vec{E}_1\| = \|\vec{E}\|/(2\cos\alpha)$; de même pour $\|\vec{E}_2\|$.

b) Par symétrie (M sur la médiatrice, AM = BM) : $\|\vec{E}_1\| = \|\vec{E}_2\| \Rightarrow |Q_1| = |Q_2|$.

c) $\|\vec{E}\| = 2\cdot K\cdot|Q|\cdot IM/AM^3 \Rightarrow |Q| = \|\vec{E}\|\cdot AM^3/(2\cdot K\cdot IM) = 10^4\times(0{,}05)^3/(2\times9\cdot10^9\times0{,}04) = 10^4\times1{,}25\cdot10^{-4}/(7{,}2\cdot10^8) = 1{,}25/7{,}2\cdot10^8\cdot10^4 = 1{,}74\cdot10^{-9}$ C = 1,74 nC. $Q_1 = Q_2 < 0 \Rightarrow Q_1 = -1{,}74$ nC.