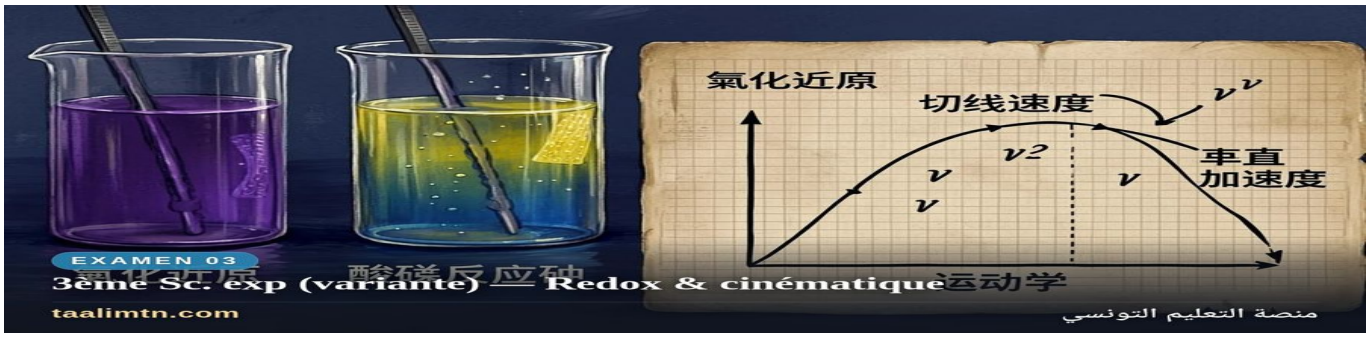

Épreuve : Sciences physiques	Devoir de synthèse n° 1	Durée : 2 heures
Lycée : Lycée de l'Éducation	Niveau : 3ème année secondaire	Section : 3ème Sciences expérimentales (variante)
Date : Samedi 13 décembre 2025	Coefficient : 4	Prof : Équipe pédagogique TA'LIM TN

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 (9 points)

Exercice n° 1 — Oxydoréduction : sulfure d'hydrogène et permanganate (3 pts)

On fait barboter du sulfure d'hydrogène gazeux H_2S dans une solution acidifiée de permanganate de potassium ($K^+ + MnO_4^-$). La couleur violette de l'ion permanganate MnO_4^- disparaît pour donner l'ion Mn^{2+}, et le mélange se trouble par un résidu solide de soufre S, selon l'équation bilan :

$2\ MnO_4^- + 5\ H_2S + 6\ H_3O^+ \rightarrow 2\ Mn^{2+} + 5\ S + 14\ H_2O$

1°/ Calculer le nombre d'oxydation de Mn dans MnO_4^- et celui de S dans H_2S. (1 pt)

2°/ Montrer, à l'aide des nombres d'oxydation, que cette équation correspond à une réaction d'oxydoréduction. (0,75 pt)

3°/ Préciser les couples redox mis en jeu. (0,5 pt)

4°/ Écrire l'équation formelle de chaque couple. (0,75 pt)

Exercice n° 2 — Acide/base : couples d'ions et dosage HNO_3 + NaOH (6 pts)

I- Parmi les entités chimiques suivantes : SO_4^{2-}, $H_2PO_4^-$, NH_3, OH^-, NH_4^+, H_2O, HPO_4^{2-}, PO_4^{3-}, H_3O^+.

1°/ Indiquer, selon Brönsted, celles qui sont des acides. (0,75 pt)

2°/ Indiquer celles qui sont des bases. (0,75 pt)

3°/ Indiquer celles qui, selon les conditions, peuvent être acides ou bases. (0,75 pt)

4°/ Écrire l'équation de la demi-réaction (équation formelle) de chaque couple acide/base que l'on peut former à partir de ces entités. (1,25 pt)

II- On mélange un volume V = 1 L d'une solution d'acide nitrique HNO_3 de concentration molaire C = 0,5 $mol{\cdot}L^{-1}$ avec une masse m = 4 g de soude NaOH. La réaction chimique a pour équation :

$HNO_3 + NaOH \rightarrow (Na^+ + NO_3^-) + H_2O$

1°/ Cette réaction est-elle une réaction acide-base ? Si oui, préciser les couples acide/base mis en jeu. (0,75 pt)

2°/ Préciser lequel des deux réactifs est en excès. (0,5 pt)

3°/ Le volume du mélange restant égal à 1 L, déterminer, à la fin de la réaction supposée totale, les concentrations molaires des ions présents dans la solution. (1,25 pt)

Données : M(Na) = 23 ; M(O) = 16 ; M(H) = 1 $g{\cdot}mol^{-1}$.

PHYSIQUE (11 points)

Exercice n° 1 — Champ magnétique : deux aimants perpendiculaires (4 pts)

Deux aimants droits A_1 et A_2 sont placés de façon que leurs axes soient perpendiculaires et se coupent au point O (figure 1). Une aiguille aimantée, mobile autour d'un axe vertical passant par O, prend une orientation déterminée par le champ magnétique résultant en O. On donne $\|B_1\| = 4{\cdot}10^{-3}$ T et $\|B_2\| = 6{\cdot}10^{-3}$ T.

1°/ Représenter sur la figure 1, en respectant l'échelle 1 cm → $2\cdot10^{-3}$ T, les vecteurs champs magnétiques $\mathbf{B}_1$ et $\mathbf{B}_2$. (1 pt)
2°/ Représenter le vecteur champ magnétique résultant $\mathbf{B} = \mathbf{B}_1 + \mathbf{B}_2$. (1 pt)
3°/ Calculer la valeur de $\|\mathbf{B}\|$ ainsi que l'angle $\theta = (\mathbf{B}_1 ; \mathbf{B})$. (2 pts)
Données : $\|\vec{B_1}\| = 4\cdot10^{-3}$ T ; $\|\vec{B_2}\| = 6\cdot10^{-3}$ T ; échelle : 1 cm → $2\cdot10^{-3}$ T.

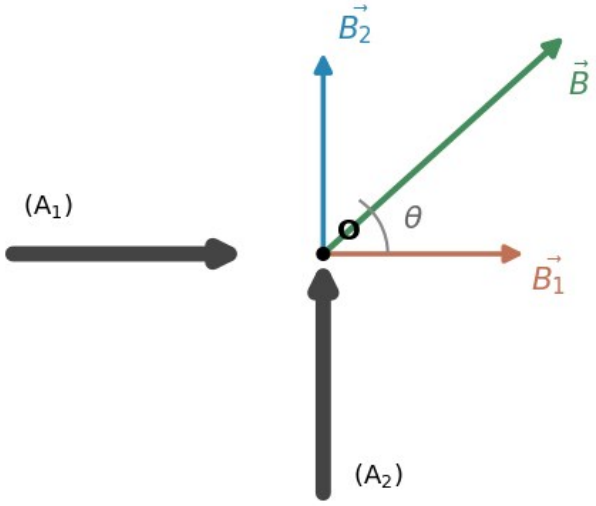

Figure 1 — Deux aimants droits perpendiculaires et champ résultant en O.

Exercice n° 2 — Cinématique : vecteur vitesse et trajectoire parabolique (7 pts)

Relativement à un repère $(O,\vec{i},\vec{j})$, le vecteur vitesse d'un mobile M s'écrit : $\vec{V} = \alpha\cdot\vec{i} + \beta\cdot t\cdot\vec{j}$, où α et β sont des constantes. À chaque instant, le vecteur accélération est $\vec{a} = 4\cdot\vec{j}$ $(m\cdot s^{-2})$. À l'instant t = 0, le mobile part de l'origine O.
1°/ Exprimer le vecteur accélération $\vec{a}$ à partir de $\vec{V}$; en déduire la valeur de β. (1 pt)
2°/ Établir l'expression du vecteur position $\vec{OM}(t)$. (1 pt)
3°/ En prenant $\alpha = 2$ (et la valeur de β trouvée en 1°), montrer que l'équation de la trajectoire s'écrit : $y = x^2/2$. (1 pt)
4°/ À l'instant $t_0 = 0$ s :
a- Donner les caractéristiques du vecteur vitesse $\vec{V}_0$. (0,75 pt)
b- Représenter $\vec{V}_0$ et $\vec{a}$ sur la figure 2. (0,5 pt)
c- Calculer les composantes tangentielle a_T et normale a_N de l'accélération ; en déduire le rayon de courbure R_C de la trajectoire en O. (1,5 pt)
5°/ a- À quel instant t' l'accélération tangentielle est-elle nulle ? (0,5 pt)
b- Représenter, à cet instant, le vecteur vitesse $\vec{V}'$. (0,25 pt)
c- Quelle est alors la valeur du rayon de courbure R'_C ? (0,5 pt)
Données : $\vec{a} = 4\cdot\vec{j}$ $m\cdot s^{-2}$; $\alpha = 2$; M_0 confondu avec O à t = 0.

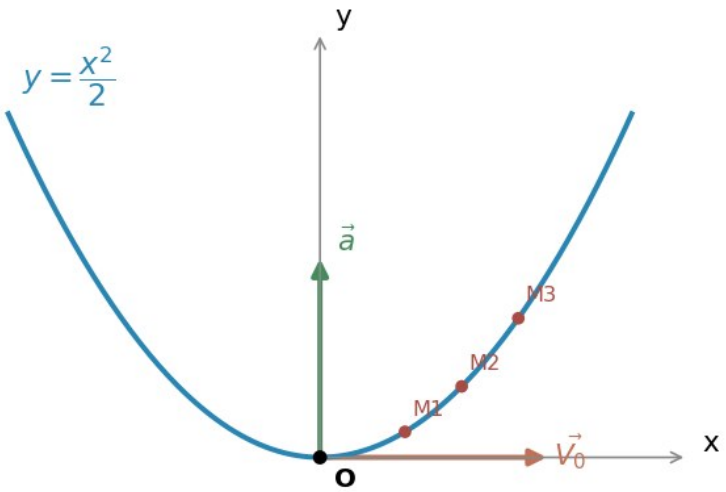

Figure 2 — Trajectoire parabolique $y = x^2/2$, vecteurs V_0 et $\vec{a}$ en O.

CORRIGÉ — Examen 03

CHIMIE

Exercice 1 — Exercice n° 1 — Oxydoréduction : sulfure d'hydrogène et permanganate

1°/ Dans MnO_4^- : Mn + 4×(−2) = −1 ⇒ n.o.(Mn) = +VII. Dans H_2S : S + 2×(+1) = 0 ⇒ n.o.(S) = −II.

2°/ Le manganèse passe de +VII (MnO_4^-) à +II (Mn^{2+}) : il capte 5 électrons (réduction). Le soufre passe de −II (H_2S) à 0 (S) : il cède 2 électrons (oxydation). Il y a transfert d'électrons : la réaction est bien une oxydoréduction.

3°/ Couples : MnO_4^-/Mn^{2+} (oxydant) et S/H_2S (réducteur).

4°/ $MnO_4^- + 8\ H^+ + 5\ e^- \rightarrow Mn^{2+} + 4\ H_2O$; $H_2S \rightarrow S + 2\ H^+ + 2\ e^-$.

Exercice 2 — Exercice n° 2 — Acide/base : couples d'ions et dosage HNO_3 + NaOH

I-1°/ Acides : H_3O^+, NH_4^+, $H_2PO_4^-$, HPO_4^{2-}, H_2O.

2°/ Bases : OH^-, NH_3, PO_4^{3-}, HPO_4^{2-}, H_2O, $H_2PO_4^-$.

3°/ Ampholytes (acides ou bases selon les conditions) : H_2O (couples H_3O^+/H_2O et H_2O/OH^-), $H_2PO_4^-$ (couples $H_3PO_4/H_2PO_4^-$ et $H_2PO_4^-/HPO_4^{2-}$), HPO_4^{2-} (couples $H_2PO_4^-/HPO_4^{2-}$ et HPO_4^{2-}/PO_4^{3-}).

4°/ Demi-réactions : $H_3O^+ \rightleftharpoons H_2O + H^+$; $H_2O \rightleftharpoons OH^- + H^+$; $NH_4^+ \rightleftharpoons NH_3 + H^+$; $H_2PO_4^- \rightleftharpoons HPO_4^{2-} + H^+$; $HPO_4^{2-} \rightleftharpoons PO_4^{3-} + H^+$.

II-1°/ Oui, réaction acide-base (transfert de proton de HNO_3 vers OH^-). Couples : HNO_3/NO_3^- (acide) et H_2O/OH^- (base).

2°/ $n(HNO_3) = C \cdot V = 0{,}5 \times 1 = 0{,}5$ mol ; $n(NaOH) = m/M = 4/40 = 0{,}1$ mol ($M(NaOH) = 23+16+1 = 40$ g·mol^{-1}). Stœchiométrie 1:1 ⇒ NaOH est limitant et HNO_3 est en excès.

3°/ HNO_3 (acide fort) et NaOH (base forte) entièrement dissociés. La neutralisation consomme 0,1 mol de H_3O^+ et 0,1 mol de OH^-. Finalement : $[H_3O^+] = (0{,}5 - 0{,}1)/1 = 0{,}4$ mol·L^{-1} ; $[Na^+] = 0{,}1/1 = 0{,}1$ mol·L^{-1} ; $[NO_3^-] = 0{,}5/1 = 0{,}5$ mol·L^{-1} ; $[OH^-] \approx 0$ (négligeable devant $[H_3O^+]$).

PHYSIQUE

Exercice 1 — Exercice n° 1 — Champ magnétique : deux aimants perpendiculaires

1°/ $\mathbf{B}_1$ et $\mathbf{B}_2$ perpendiculaires en O. À l'échelle 1 cm → $2 \cdot 10^{-3}$ T : $\mathbf{B}_1$ mesure 2 cm, $\mathbf{B}_2$ mesure 3 cm (représentation sur la figure).

2°/ $\mathbf{B} = \mathbf{B}_1 + \mathbf{B}_2$ est la diagonale du rectangle construit sur $\mathbf{B}_1$ et $\mathbf{B}_2$ (règle du parallélogramme).

3°/ $\|\mathbf{B}\| = \sqrt{(\|\mathbf{B}_1\|^2 + \|\mathbf{B}_2\|^2)} = \sqrt{((4 \cdot 10^{-3})^2 + (6 \cdot 10^{-3})^2)} = \sqrt{52} \cdot 10^{-3} = 7{,}21 \cdot 10^{-3}$ T. $\tan\theta = \|\mathbf{B}_2\|/\|\mathbf{B}_1\| = 6/4 = 1{,}5 \Rightarrow \theta = \arctan(1{,}5) = 56{,}3°$.

Exercice 2 — Exercice n° 2 — Cinématique : vecteur vitesse et trajectoire parabolique

1°/ $\vec{a} = d\vec{V}/dt = \beta \cdot \vec{j}$. Identifiant avec $\vec{a} = 4\vec{j}$, on obtient $\beta = 4$ m·s^{-2}.

2°/ $\vec{OM}(t) = \int \vec{V}\, dt = (\alpha \cdot t)\vec{i} + (\beta \cdot t^2/2)\vec{j} + \vec{OM}(0)$. Comme $M_0 = O$ à $t = 0$: $\vec{OM}(t) = \alpha \cdot t\vec{i} + (\beta \cdot t^2/2)\vec{j} = 2t\vec{i} + 2t^2\vec{j}$.

3°/ $x = \alpha \cdot t = 2t \Rightarrow t = x/2$. $y = \beta \cdot t^2/2 = 2t^2 = 2 \cdot (x/2)^2 = x^2/2$. L'équation de la trajectoire est bien $y = x^2/2$ (parabole).

4°/ a- À $t = 0$: $\vec{V}_0 = \alpha\vec{i} + 0 = 2\vec{i}$ m·s^{-1} ; $\|\vec{V}_0\| = 2$ m·s^{-1}, horizontale selon (Ox).

b- $\vec{V}_0$ horizontal vers la droite ; $\vec{a} = 4\vec{j}$ vertical vers le haut (figure 2).

c- $a_T = (\vec{a} \cdot \vec{V})/\|\vec{V}\|$. À $t = 0$: $\vec{V}_0 = 2\vec{i}$, donc $\vec{a} \cdot \vec{V}_0 = 0 \Rightarrow a_T = 0$; $a_N = \sqrt{(\|\vec{a}\|^2 - a_T^2)} = \|\vec{a}\| = 4$ m·s^{-2}. $R_C = \|\vec{V}_0\|^2/a_N = 2^2/4 = 1$ m.

5°/ a- $a_T = (\vec{a} \cdot \vec{V})/\|\vec{V}\| = 0 \Rightarrow t' = 0$ s (l'accélération tangentielle est nulle à l'origine).

b- À $t' = 0$, $\vec{V}' = \vec{V}_0 = 2\vec{i}$ (horizontal, vers la droite).

c- $R'_C = \|\vec{V}'\|^2/a_N = 4/4 = 1$ m.