

Épreuve : Sciences physiques	Devoir de synthèse n° 1	Durée : 2 heures
Lycée : Lycée de l'Éducation	Niveau : 3ème année secondaire	Section : 3ème Sciences expérimentales
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 — Acide/base : acide sulfureux et ions phosphate (4,5 pts)

On considère la réaction entre l'acide sulfureux et les ions phosphate.

1°/ Définir un acide et une base selon Brönsted. (0,5 pt)

2°/ a- Donner la formule de l'acide sulfureux sachant que sa base conjuguée est l'ion HSO_3^-. (0,25 pt)

b- En déduire le couple acide/base correspondant et écrire son équation formelle. (0,5 pt)

3°/ a- Donner la formule de l'ion phosphate sachant que son acide conjugué est l'ion HPO_4^{2-}. (0,25 pt)

b- En déduire le couple acide/base correspondant et écrire son équation formelle. (0,5 pt)

4°/ Écrire l'équation de la réaction entre l'acide sulfureux et les ions phosphate. (0,5 pt)

5°/ On mélange un volume $V_1 = 15$ mL d'une solution de phosphate de sodium (Na_3PO_4) de concentration molaire $C_1 = 0{,}4$ mol·L^{-1} avec un volume $V_2 = 25$ mL d'une solution d'acide sulfureux de concentration molaire $C_2 = 0{,}15$ mol·L^{-1}.

a- Déterminer le réactif en excès. (0,5 pt)

b- Déterminer, à la fin de la réaction supposée totale, les concentrations molaires des ions phosphate PO_4^{3-} et hydrogénosulfite HSO_3^-. (1,5 pt)

Exercice n° 2 — Oxydoréduction : permanganate et oxalate (4,5 pts)

On fait réagir, en milieu acide, un volume $V_1 = 25$ mL d'une solution violette de permanganate de potassium ($K^+ + MnO_4^-$) de concentration molaire $C_1 = 1{,}5\cdot10^{-2}$ mol·L^{-1} avec un volume $V_2 = 15$ mL d'une solution incolore contenant des ions oxalate ($C_2O_4^{2-}$) de concentration molaire $C_2 = 4\cdot10^{-2}$ mol·L^{-1}. Il se forme du dioxyde de carbone CO_2 (gaz) et des ions Mn^{2+} selon l'équation chimique incomplète :

$MnO_4^- + C_2O_4^{2-} + \ldots\ldots \rightarrow Mn^{2+} + CO_2 + \ldots\ldots$

1°/ Montrer que la réaction observée est une réaction d'oxydoréduction. (1 pt)

2°/ Identifier les couples redox mis en jeu. (0,75 pt)

3°/ a- Écrire l'équation formelle de chaque couple. (1 pt)

b- En déduire l'équation équilibrée de la réaction bilan. (0,75 pt)

4°/ Déterminer le volume du gaz CO_2 dégagé. (1 pt)

Données : $V_m = 24$ L·mol^{-1}.

PHYSIQUE (11 points)

Exercice n° 1 — Interaction gravitationnelle : la Terre et la Lune (5 pts)

Texte documentaire — L'homme sur la Lune. Le 21 juillet 1969, Neil Armstrong est le premier homme à poser le pied sur la Lune. Se sentant léger sur le sol lunaire, Armstrong sautille.

I- 1°/ L'arrivée sur la Lune est-elle un événement important pour l'humanité ? Justifier par une phrase du texte. (0,25 pt)
2°/ Nommer le satellite de ce voyage et le premier homme ayant posé le pied sur la Lune. (0,5 pt)
II- La Terre et la Lune sont assimilées à des corps à répartition de masse à symétrie sphérique. On néglige l'effet du champ de gravitation du Soleil. On note (T) la Terre, (L) la Lune et (Am) Armstrong. On admet que $\|\vec{g}_T\| = 6\cdot\|\vec{g}_L\|$.
1°/ Calculer la valeur du champ de gravitation $\|\vec{g}_T\|$ créé par la Terre à sa surface. (1 pt)
2°/ En déduire la valeur du champ de gravitation $\|\vec{g}_L\|$ créé par la Lune à sa surface. (0,5 pt)
3°/ Calculer les valeurs des forces gravitationnelles $\|\vec{F}_{T/Am}\|$ et $\|\vec{F}_{L/Am}\|$ exercées sur Armstrong respectivement par la Terre (en A, à la surface terrestre) et par la Lune (en B, à la surface lunaire), puis les représenter sur la figure 1. (1,5 pt)
4°/ Comparer ces deux valeurs et justifier le résultat par une phrase du texte. (0,75 pt)
Données : $G = 6{,}67\cdot10^{-11}$ S.I ; $R_T = 6400$ km ; $M_T = 6\cdot10^{24}$ kg ; $m = 80$ kg ; $\|\vec{g}_T\| = 6\cdot\|\vec{g}_L\|$.



Figure 1 — Terre, Lune et forces gravitationnelles exercées sur Armstrong.

Exercice n° 2 — Champ magnétique : solénoïde, aiguille et aimant (6 pts)

On donne $\|\mathcal{B}_H\| = 2\cdot10^{-5}$ T (composante horizontale du champ magnétique terrestre) et $\mu_0 = 4\pi\cdot10^{-7}$ S.I (on prendra $4\pi \approx 12{,}5$). Un solénoïde d'axe XX' horizontal, de centre O et de longueur L = 0,1 m, comporte N = 200 spires. On place, au centre O, une petite aiguille aimantée mobile autour d'un axe vertical (figure 2).
1°/ L'axe du solénoïde est perpendiculaire au plan du méridien magnétique. On fait passer un courant d'intensité I = 20 mA dans le solénoïde.
a- Calculer la valeur du vecteur champ magnétique $\mathcal{B}_C$ créé par le courant au point O. (1 pt)
b- Représenter $\mathcal{B}_C$ et la position de l'aiguille sur la figure 2. (1 pt)
c- En déduire l'angle α que fait l'aiguille avec l'axe XX'. (1 pt)
2°/ On superpose en O un aimant droit créant un champ magnétique $\mathcal{B}_a$ perpendiculaire à $\mathcal{B}_C$, de valeur $\|\mathcal{B}_a\| = 3\cdot10^{-5}$ T.
a- Représenter les vecteurs $\mathcal{B}_C$ et $\mathcal{B}_a$ en O. (0,5 pt)
b- Calculer la valeur du champ résultant $\mathcal{B} = \mathcal{B}_C + \mathcal{B}_a$. (0,75 pt)
c- Calculer l'angle θ = ($\mathcal{B}_C$; $\mathcal{B}$). (0,75 pt)
3°/ Quelle valeur faut-il donner à l'intensité I pour que l'aiguille s'oriente à 45° de l'axe XX' (axe toujours perpendiculaire au méridien) ? (1 pt)
Données : $\|\vec{B}_H\| = 2\cdot10^{-5}$ T ; $\mu_0 = 4\pi\cdot10^{-7}$ ($4\pi \approx 12{,}5$) ; L = 0,1 m ; N = 200 spires ; I = 20 mA.

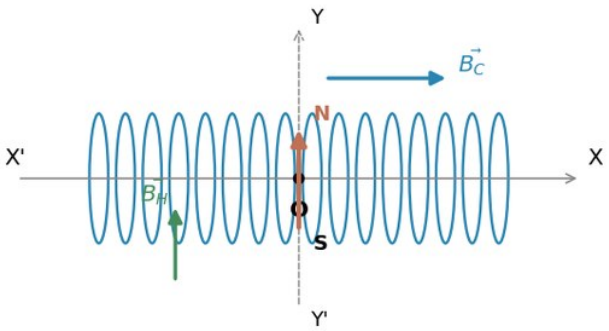

Figure 2 — Solénoïde d'axe XX' et aiguille aimantée au centre O.

CORRIGÉ — Examen 01

CHIMIE

Exercice 1 — Exercice n° 1 — Acide/base : acide sulfureux et ions phosphate

1°/ Selon Brönsted, un acide est une entité chimique susceptible de céder un proton H^+ ; une base est une entité susceptible de capter un proton H^+.

2°/ a- L'acide sulfureux a pour formule H_2SO_3 (sa base conjuguée étant HSO_3^-, il lui cède un H^+).

b- Couple : H_2SO_3/HSO_3^-. Équation formelle : $H_2SO_3 \rightleftharpoons HSO_3^- + H^+$.

3°/ a- L'ion phosphate a pour formule PO_4^{3-} (son acide conjugué étant HPO_4^{2-}).

b- Couple : HPO_4^{2-}/PO_4^{3-}. Équation formelle : $HPO_4^{2-} \rightleftharpoons PO_4^{3-} + H^+$.

4°/ Réaction acide-base (transfert de proton de l'acide sulfureux vers l'ion phosphate) : $H_2SO_3 + PO_4^{3-} \rightarrow HSO_3^- + HPO_4^{2-}$.

5°/ a- $n(PO_4^{3-}) = C_1 \cdot V_1 = 0{,}4 \times 0{,}015 = 0{,}006$ mol ; $n(H_2SO_3) = C_2 \cdot V_2 = 0{,}15 \times 0{,}025 = 0{,}00375$ mol. La stœchiométrie est 1:1 ; or $0{,}00375 < 0{,}006$, donc l'acide sulfureux H_2SO_3 est le réactif limitant et les ions phosphate sont en excès.

b- Volume total $V = V_1 + V_2 = 0{,}040$ L. À la fin : $n(PO_4^{3-})$ restant $= 0{,}006 - 0{,}00375 = 0{,}00225$ mol $\rightarrow [PO_4^{3-}]f = 0{,}00225/0{,}040 = 5{,}6 \cdot 10^{-2}$ mol·L^{-1}. $n(HSO_3^-)$ formé $= n(H_2SO_3)$ consommé $= 0{,}00375$ mol $\rightarrow [HSO_3^-]f = 0{,}00375/0{,}040 = 9{,}4 \cdot 10^{-2}$ mol·L^{-1}. (On forme aussi $n(HPO_4^{2-}) = 0{,}00375$ mol $\rightarrow [HPO_4^{2-}]f = 9{,}4 \cdot 10^{-2}$ mol·L^{-1}.)

Exercice 2 — Exercice n° 2 — Oxydoréduction : permanganate et oxalate

1°/ Le manganèse passe du nombre d'oxydation +VII dans MnO_4^- à +II dans Mn^{2+} (il capte des électrons : réduction) ; le carbone passe de +III dans $C_2O_4^{2-}$ à +IV dans CO_2 (il cède des électrons : oxydation). Il y a transfert d'électrons : c'est une réaction d'oxydoréduction.

2°/ Couples mis en jeu : MnO_4^-/Mn^{2+} (oxydant) et $CO_2/C_2O_4^{2-}$ (réducteur).

3°/ a- $MnO_4^- + 8\ H^+ + 5\ e^- \rightarrow Mn^{2+} + 4\ H_2O$ (réduction) ; $C_2O_4^{2-} \rightarrow 2\ CO_2 + 2\ e^-$ (oxydation).

b- On combine (×2 la première, ×5 la seconde) : $2\ MnO_4^- + 5\ C_2O_4^{2-} + 16\ H^+ \rightarrow 2\ Mn^{2+} + 10\ CO_2 + 8\ H_2O$.

4°/ $n(MnO_4^-) = C_1 \cdot V_1 = 1{,}5 \cdot 10^{-2} \times 0{,}025 = 3{,}75 \cdot 10^{-4}$ mol ; $n(C_2O_4^{2-}) = C_2 \cdot V_2 = 4 \cdot 10^{-2} \times 0{,}015 = 6 \cdot 10^{-4}$ mol. Pour consommer tout MnO_4^- il faudrait $(5/2) \cdot n(MnO_4^-) = 9{,}375 \cdot 10^{-4}$ mol d'oxalate, soit plus que disponible : l'oxalate est donc limitant. D'après la stœchiométrie ($5\ C_2O_4^{2-} \rightarrow 10\ CO_2$), $n(CO_2) = 2 \cdot n(C_2O_4^{2-}) = 1{,}2 \cdot 10^{-3}$ mol. $V(CO_2) = n \cdot V_m = 1{,}2 \cdot 10^{-3} \times 24 = 2{,}88 \cdot 10^{-2}$ L = 28,8 mL.

PHYSIQUE

Exercice 1 — Exercice n° 1 — Interaction gravitationnelle : la Terre et la Lune

I-1°/ Oui : « C'est un moment historique. » (phrase du texte).

I-2°/ Satellite : Apollo XI ; premier homme : Neil Armstrong.

II-1°/ $\|\vec{g}_T\| = G \cdot M_T / R_T^2 = 6{,}67 \cdot 10^{-11} \times 6 \cdot 10^{24} / (6{,}4 \cdot 10^6)^2 = 9{,}77$ N·kg^{-1}.

2°/ $\|\vec{g}_L\| = \|\vec{g}_T\|/6 = 9{,}77/6 = 1{,}63$ N·kg^{-1}.

3°/ $\|\vec{F}_{T/Am}\| = m \cdot \|\vec{g}_T\| = 80 \times 9{,}77 = 781{,}6$ N ; $\|\vec{F}_{L/Am}\| = m \cdot \|\vec{g}_L\| = 80 \times 1{,}63 = 130{,}3$ N. ($\vec{F}_{T/Am}$ est verticale, dirigée vers le centre de la Terre ; $\vec{F}_{L/Am}$ est verticale, dirigée vers le centre de la Lune ; représentation sur la figure 1.)

4°/ $\|\vec{F}_{T/Am}\| \approx 6 \cdot \|\vec{F}_{L/Am}\|$: Armstrong est environ six fois plus attiré par la Terre que par la Lune (à leur surface), d'où la sensation de légèreté sur la Lune — « se sentant léger sur le sol lunaire, Armstrong sautille ».

Exercice 2 — Exercice n° 2 — Champ magnétique : solénoïde, aiguille et aimant

1°/ a- $\|\vec{B}_C\| = \mu_0 \cdot N \cdot I / L = (12{,}5 \cdot 10^{-7}) \times 200 \times 0{,}020 / 0{,}1 = 5 \cdot 10^{-5}$ T.

b- $\vec{B}_C$ est porté par l'axe XX' du solénoïde (sens donné par la règle de la main droite) ; l'aiguille s'aligne avec le champ résultant $\vec{B}_H + \vec{B}_C$ (représentation figure 2).

c- L'axe XX' étant perpendiculaire au méridien magnétique, $\vec{B}_C \perp \vec{B}_H$. $\tan \alpha = \|\vec{B}_C\|/\|\vec{B}_H\| = 5 \cdot 10^{-5}/2 \cdot 10^{-5} = 2{,}5 \rightarrow \alpha = \arctan(2{,}5) = 68{,}2°$.

2°/ a- $\vec{B}_C$ et $\vec{B}_a$ perpendiculaires en O (représentation à l'échelle).

b- $\|\vec{B}\| = \sqrt{(\|\vec{B}_C\|^2 + \|\vec{B}_a\|^2)} = \sqrt{((5 \cdot 10^{-5})^2 + (3 \cdot 10^{-5})^2)} = \sqrt{34} \cdot 10^{-5} = 5{,}83 \cdot 10^{-5}$ T.

c- $\tan \theta = \|\vec{B}_a\|/\|\vec{B}_C\| = 3/5 = 0{,}6 \rightarrow \theta = \arctan(0{,}6) = 31°$.

3°/ Pour $\alpha = 45°$: $\tan 45° = 1 = \|\vec{B}_C\|/\|\vec{B}_H\| \rightarrow \|\vec{B}_C\| = \|\vec{B}_H\| = 2 \cdot 10^{-5}$ T. D'où $I = \|\vec{B}_C\| \cdot L / (\mu_0 \cdot N) = 2 \cdot 10^{-5} \times 0{,}1 / (12{,}5 \cdot 10^{-7} \times 200) = 8 \cdot 10^{-3}$ A = 8 mA.