

1ère spé – Devoir Maison de Physique-Chimie

À effectuer pour la rentrée de septembre

Ce devoir maison est un travail individuel. Ainsi, même si la réflexion en groupes est autorisée, la rédaction des réponses devra être personnelle et propre à chaque élève. Les erreurs et rédactions similaires entre différentes copies pourront être sanctionnées.

Exercice 1 – Titrage des ions fer (II) dans un produit phytosanitaire

La chlorose des végétaux est une pathologie se manifestant par une décoloration des feuilles. Elle peut avoir plusieurs origines, mais la cause la plus courante est le manque de fer, ce qui peut se traiter par des composés contenant l'ion fer (II).

L'étiquette d'un tel produit indique que 1,0 g de ce produit contient une masse $m = 0,06$ g d'ions fer (II). Le but de cet exercice est de vérifier cette information en effectuant un titrage des ions fer (II) par les ions permanganate MnO_4^- (aq).

Problématique : L'indication de l'étiquette est-elle exacte ?

Lisez les documents puis répondez aux questions figurant à leur suite.

Doc.1 – Couples oxydant/réducteur mis en jeu

Les couples oxydant/réducteur intervenant lors du titrage sont les suivants :

- ion permanganate / ion manganèse
 MnO_4^- (aq) / Mn^{2+} (aq)
- ion fer (III) / ion fer (II)
 Fe^{3+} (aq) / Fe^{2+} (aq)

Doc.2 – Caractéristiques de la solution de permanganate utilisée pour le titrage

La solution de permanganate utilisée présente une couleur violette due aux ions permanganate, qui constituent la seule espèce colorée mise en jeu au cours du titrage. Sa concentration en ions permanganate est $[\text{MnO}_4^-] = 2,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

Cette solution est acidifiée de manière à ce que les ions hydrogène H^+ (aq) soient toujours en excès au cours de la réaction.

Doc.3 – Protocole expérimental et résultat

• On dissout 1,0 g du produit phytosanitaire étudié dans 20,0 mL d'eau. La solution obtenue, quasiment incolore, est ensuite placée dans un erlenmeyer.

• À l'aide d'une burette graduée (voir montage document 4), on ajoute de 0,5 mL en 0,5 mL une solution acidifiée de permanganate de potassium (K^+ (aq), MnO_4^- (aq)), tout en agitant à l'aide d'un agitateur magnétique.

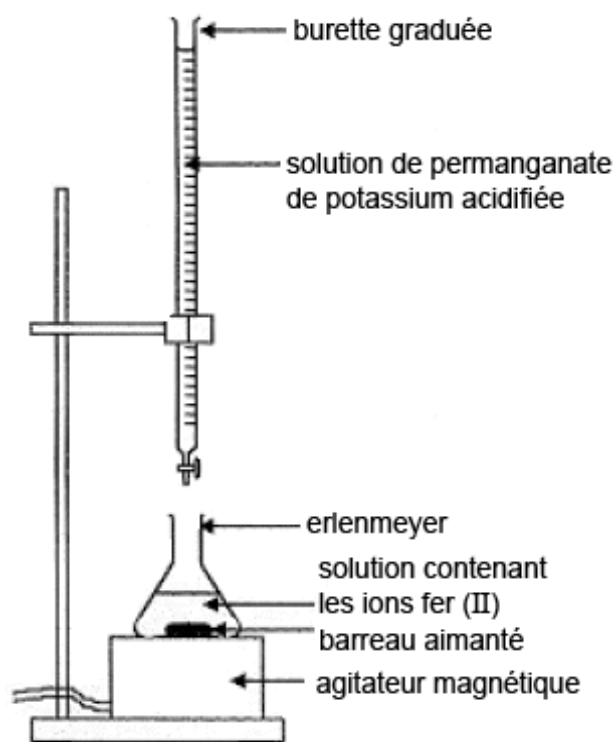
• Lors de l'ajout des premiers millilitres de solution de permanganate de potassium, le milieu réactionnel se colore momentanément en violet, mais la solution reprend rapidement sa couleur initiale.

• On arrête de verser la solution de permanganate de potassium lorsque la coloration violette du milieu persiste.

• Le volume alors versé est repéré sur la burette et noté V_E .

Résultat : On obtient $V_E = 11,0$ mL

Doc.4 – Montage utilisé pour le titrage



Doc.5 – Équivalence lors d'un titrage

L'équivalence correspond à l'instant où tous les réactifs ont été introduits dans le milieu réactionnel en des proportions stœchiométriques. Espèce « titrante » et espèce « titrée » sont alors toutes deux les réactifs limitants. L'équivalence correspond à l'instant où il y a changement de réactif limitant.

Q1) Établissez les demi-équations d'oxydo-réduction relatives aux couples mis en jeu lors du titrage. Déduisez-en l'équation-bilan modélisant la réaction entre les ions fer (II) et les ions permanganate.

Q2) Reproduisez le tableau d'avancement ci-dessous sur votre copie. Complétez-le de manière littérale en fonction de $n_i(MnO_4^-)$ et $n_i(Fe^{2+})$, les quantités initiales respectives en permanganate et ions fer (II), ainsi que de x et x_f , les avancements de la réaction, respectivement à un état quelconque et à l'état final. Comme les ions hydrogène $H^+ (aq)$ sont présents en large excès, leur cas ne sera pas étudié bien qu'ils apparaissent dans le tableau.

État		+	+	→	+	+
initial						
quelconque						
final						

Q3) Déterminez la quantité d'ions permanganate apportée au milieu réactionnel lorsque l'équivalence est atteinte, c'est-à-dire lorsqu'on a ajouté le volume V_E à l'aide de la burette graduée.

Q4) En vous appuyant sur les documents présentés, déterminez quel sont le ou les réactifs limitants avant l'équivalence, après l'équivalence, et à l'équivalence. Justifiez précisément. On rappelle que les ions $H^+ (aq)$ sont toujours présents en excès dans le milieu réactionnel et n'entrent pas en compte.

Q5) Sachant que la réaction étudiée est totale, déduisez de votre réponse précédente la relation à l'équivalence entre l'avancement final x_f et la quantité de matière initiale d'ions fer (II). Déduisez également la relation entre l'avancement final x_f et la quantité de matière initiale d'ions permanganate introduits dans le milieu à l'équivalence.

Q6) En vous aidant de votre réponse à la question 5), déterminez si l'indication portée par l'étiquette est correcte ou non. On tolérera un écart relatif de 2,5%.

Donnée - Masse molaire du fer : $M(Fe) = 55,8 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

Exercice 2 – Modélisation de la trajectoire d'une automobile

Lors d'un essai automobile effectué sur une piste rectiligne, on suit le mouvement du véhicule lors d'un freinage grâce à un capteur permettant de repérer sa position sur l'axe (Ox) au cours du temps (voir schéma ci-dessous).



Figure 1 : Repère utilisé

Durant la phase de freinage, la position du véhicule selon l'axe (Ox) au cours du temps peut être modélisée par la fonction mathématique suivante :

$$x(t) = \alpha \cdot t^2 + \beta \cdot t \quad (\text{relation 1})$$

où t représente le temps en secondes (s).

avec $\alpha = -6,6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$

et

$$\beta = 26,4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

On choisit pour date $t=0 \text{ s}$ le début du freinage.

La fonction vitesse $v(t)$ est la fonction dérivée de la fonction position $x(t)$.

Q1) Indiquez, parmi les expressions suivantes, celle qui correspond à la fonction vitesse du véhicule. Justifiez votre choix :

A) $v(t) = 2 \cdot \alpha \cdot t + \beta$

B) $v(t) = 2 \cdot \alpha \cdot t^2 + \beta \cdot t$

C) $v(t) = 2 \cdot \alpha \cdot t + \beta \cdot t$

Q2) Parmi les courbes v_A , v_B et v_C figurant sur le graphique ci-dessous, déterminez celle qui représente la fonction $v(t)$ du véhicule. Une justification rigoureuse est attendue.

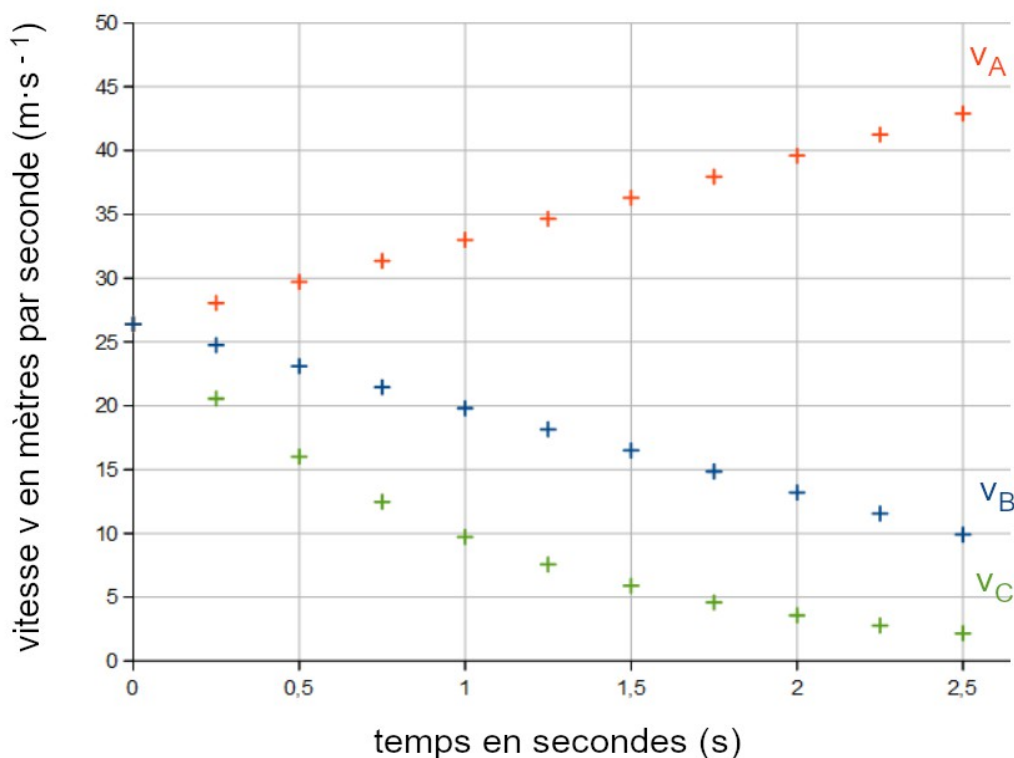


Figure 2 : Vitesse du système en fonction du temps

La fonction accélération $a(t)$ est la fonction dérivée de la fonction vitesse $v(t)$.

Q3) Montrez que l'accélération du véhicule est constante et donnez sa valeur.

Q4) Justifiez que le mouvement étudié est ralenti.

Q5) Déterminez le temps nécessaire au véhicule pour s'arrêter et déduisez-en sa distance de freinage.

Le candidat est invité à prendre des initiatives et à présenter sa démarche même si elle n'a pas abouti. La démarche suivie est évaluée et nécessite donc d'être correctement présentée.