

## BACCALAURÉAT SÉRIE S

Épreuve de PHYSIQUE CHIMIE  
Évaluation des Compétences Expérimentales

## Sommaire

I. DESCRIPTIF DU SUJET DESTINÉ AUX ÉVALUATEURS .....	2
II. LISTE DE MATÉRIEL DESTINÉE AUX ÉVALUATEURS ET AUX PERSONNELS DE LABORATOIRE .....	3
III. ÉNONCÉ DESTINÉ AU CANDIDAT .....	4
1. Dispositif de titrage de la solution de permanganate de potassium (10 minutes conseillées) .....	7
2. Mise en œuvre et exploitation du titrage (30 minutes conseillées) .....	8
3. Préparation de la solution permettant le traitement (20 minutes conseillées) .....	8

## I. DESCRIPTIF DU SUJET DESTINÉ AUX ÉVALUATEURS

Tâches à réaliser par le candidat	Le candidat doit : <ul style="list-style-type: none"> <li>titrer une solution de permanganate de potassium ;</li> <li>réaliser une dilution et une mesure d'absorbance.</li> </ul>
Compétences évaluées Coefficients respectifs	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analyser (ANA) : coefficient 2</li> <li>Réaliser (RÉA) : coefficient 3</li> <li>Valider (VAL) : coefficient 1</li> </ul>
Préparation du poste de travail	<p><u>Avant le début des épreuves</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Tous les appareils qui doivent être connectés au secteur le sont.</li> <li>Le blanc du spectrophotomètre a été réalisé avec de l'eau distillée pour une longueur d'onde égale à 530 nm (si c'est un colorimètre qui est utilisé, la longueur d'onde doit être adaptée).</li> </ul> <p><u>Prévoir aussi</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>une solution de permanganate de potassium de concentration massique <math>16 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}</math> pour les candidats ne réalisant pas la dilution.</li> </ul>
Déroulement de l'épreuve. Gestion des différents appels.	<p><u>Minutage conseillé</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>proposition d'un schéma pour titrer la solution de permanganate de potassium (<b>10 minutes</b>).</li> <li>réalisation et exploitation du titrage (<b>30 minutes</b>).</li> <li>préparation de la solution permettant le traitement (<b>20 minutes</b>).</li> </ul> <p><u>Il est prévu trois appels obligatoires et un appel facultatif de la part du candidat</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Lors de l'appel n°1, l'évaluateur vérifie les légendes du schéma et l'explication du repérage de l'équivalence.</li> <li>Lors de l'appel n°2, l'évaluateur vérifie la valeur du volume à l'équivalence obtenue ainsi que les concentrations molaire et massique calculées.</li> <li>Lors de l'appel n°3, l'évaluateur vérifie la démarche</li> </ul> <p>Le reste du temps, l'évaluateur observe le candidat en continu.</p>
Remarques	<p>Les fiches II et III sont à adapter en fonction du matériel utilisé par les candidats au cours de l'année.</p> <p>On considérera que la médirotation des ions <math>\text{MnO}_4^-</math> et <math>\text{Mn}^{2+}</math> ne perturbera que légèrement les résultats du titrage.</p> <p>On veillera à ce que l'ajout de la solution titrante par le candidat ne soit pas trop rapide.</p>

## II. LISTE DE MATÉRIEL DESTINÉE AUX ÉVALUATEURS ET AUX PERSONNELS DE LABORATOIRE

La version modifiable de l'ÉNONCÉ DESTINÉ AU CANDIDAT jointe à la version .pdf vous permettra d'adapter le sujet à votre matériel. Cette adaptation ne devra entraîner EN AUCUN CAS de modifications dans le déroulement de l'évaluation

**Paillasse candidat**

- une calculette type « collègue » ou un ordinateur avec fonction « calculatrice »
- une burette graduée de 25,0 mL
- des pipettes jaugées de 5,0 mL, 10,0 mL, 20,0 mL
- une poire à pipeter
- une éprouvette graduée de 20 ou 25 mL
- une pipette Pasteur
- cinq béchers de 100 mL
- un erlenmeyer de 100 mL
- un agitateur magnétique et son barreau aimanté
- un spectrophotomètre dont le blanc a été réalisé à 530 nm et deux cuves ; le candidat mesure l'absorbance d'une seule solution ; un spectrophotomètre pour quatre candidats est suffisant ou un colorimètre dont le blanc est réalisé à 525 nm
- des fioles jaugées de 50,0 mL et 100,0 mL et leurs bouchons
- un flacon contenant une solution aqueuse de permanganate de potassium acidifiée, étiquetée "*solution de concentration inconnue*"
- un flacon contenant une solution aqueuse de Sel de Mohr comportant des ions fer (II) de concentration molaire  $[Fe^{2+}] = c_2 = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$
- une pissette d'eau distillée
- un bidon de récupération
- une paire de lunettes de protection

**Remarques pour la préparation des solutions**

- La solution aqueuse de permanganate de potassium acidifiée étiquetée "*solution de concentration inconnue*" a une concentration massique en permanganate de potassium  $t_1 = 0,18 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ . Cette solution doit être suffisamment acidifiée avec de l'acide sulfurique afin de limiter la formation de  $MnO_2$ . Pour préparer 1,0 L de solution, on pourra utiliser 50 mL d'acide sulfurique à 95 %. Cette solution doit être fraîchement préparée pour réaliser le titrage.
- La solution aqueuse de Sel de Mohr comportant des ions fer (II) de concentration molaire  $c_2 = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  a une concentration massique  $t_2 = 3,9 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ . Cette solution doit être fraîchement préparée pour réaliser le titrage.

**Paillasse professeur**

- une réserve contenant la solution aqueuse de permanganate de potassium acidifiée de concentration inconnue
- une réserve contenant la solution aqueuse de Sel de Mohr comportant des ions fer (II) de concentration molaire  $c_2 = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$
- une solution de permanganate de potassium acidifiée de concentration molaire  $c_3 = 1,0 \times 10^{-4} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$
- une réserve contenant de l'eau distillée
- un bidon de récupération

**Documents mis à disposition des candidats**

- notice d'utilisation simplifiée du spectrophotomètre ou du colorimètre
- si c'est le colorimètre qui est choisi, refaire les mesures d'absorbance des solutions diluées de la courbe d'étalonnage et modifier en conséquence le document 4

## III. ÉNONCÉ DESTINÉ AU CANDIDAT

NOM :	Prénom :
Centre d'examen :	n° d'inscription :

Ce sujet comporte six feuilles individuelles sur lesquelles le candidat doit consigner ses réponses.  
Le candidat doit restituer ce document avant de sortir de la salle d'examen.

Le candidat doit agir en autonomie et faire preuve d'initiative tout au long de l'épreuve.  
En cas de difficulté, le candidat peut solliciter l'examinateur afin de lui permettre de continuer la tâche.  
L'examinateur peut intervenir à tout moment, s'il le juge utile.  
**L'utilisation d'une calculatrice ou d'un ordinateur autres que ceux fournis n'est pas autorisée**

**CONTEXTE DU SUJET**

Le permanganate de potassium est un solide ionique de formule  $\text{KMnO}_4$  qui se présente sous la forme de cristaux violets. Lorsqu'il est dissous dans l'eau, il forme une solution aqueuse violette comportant des ions potassium de formule  $\text{K}^+$  (aq) et des ions permanganate de formule  $\text{MnO}_4^-$  (aq).

De telles solutions sont utilisées pour l'antisepsie de la peau, des muqueuses et des plaies superficielles. À certaines concentrations, elles permettent de traiter diverses infections des poissons d'ornement dues à des parasites.

Un étudiant en chimie, aquariophile, remarque que certains de ses poissons ont un comportement anormal. Ils se frottent contre le décor de l'aquarium et ont leurs opercules grands ouverts. Après quelques recherches, il comprend que ces poissons sont atteints de gyrodactylose.

**Document 1 : Traitement de la gyrodactylose**

Le responsable de cette maladie est un parasite nommé gyrodactylus. C'est un ver parasite invisible à l'œil nu, de forme cylindrique. Comme avec presque tous les parasites des poissons, les gyrodactylus peuvent exister chez les poissons sains mais ils se développent dans des situations de stress ou de fatigue.

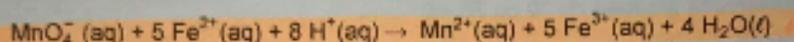
La gyrodactylose se soigne avec du formol ou avec une solution de permanganate de potassium de 13 à 18 mg par litre en bains flash de 30 minutes.

<http://aquariophilie-passio.bbconcept.net/t4-fiche-maladie-gyrodactylose>

**Le but de cette épreuve est de préparer, à partir d'une solution de permanganate de potassium, une solution qui permettra de traiter les poissons atteints de gyrodactylose en bain flash.**

DOCUMENTS MIS À DISPOSITION DU CANDIDATDocument 2 : Réaction entre les ions permanganate et les ions fer (II)

Les ions permanganate sont très oxydants. Ils réagissent avec les ions fer (II) selon une réaction rapide et totale. Cette réaction en milieu acide est modélisée par l'équation chimique suivante :



Pour que les réactifs soient introduits dans les proportions stœchiométriques de l'équation de la réaction ci-dessus, la quantité de matière d'ions permanganate introduite doit être égale au cinquième de la quantité de matière d'ions fer (II) :

$$n_{\text{MnO}_4^-} = \frac{1}{5} \cdot n_{\text{Fe}^{2+}}$$

La couleur violette de la solution peut être attribuée à l'ion permanganate  $\text{MnO}_4^- (\text{aq})$ .

Document 3 : Relation entre concentration molaire et concentration massique

Soit  $c$  la concentration molaire, exprimée en  $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , d'une espèce chimique en solution, et  $t$  la concentration massique exprimée en  $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$  de cette espèce en solution.

La concentration massique  $t$  s'exprime :

$$t = M \cdot c$$

avec  $M$  la masse molaire de l'espèce chimique exprimée en  $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ .

Masse molaire du permanganate de potassium :  $M_{\text{KMnO}_4} = 158 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

Document 4 : Courbe d'étalonnage

Pour des solutions diluées, l'absorbance est proportionnelle à la concentration de l'espèce colorée en solution.

À la longueur d'onde de  $\lambda = 530 \text{ nm}$ , on obtient la courbe suivante pour des solutions aqueuses de permanganate de potassium de différentes concentrations :



**Matériel mis à disposition du candidat**

- une calculette type « collège » ou un ordinateur avec fonction « calculatrice »
- une burette graduée de 25,0 mL
- des pipettes jaugées de 5,0 mL, 10,0 mL, 20,0 mL
- une poire à pipeter
- une éprouvette graduée de 20 ou 25 mL
- une pipette Pasteur
- cinq béchers de 100 mL
- un erlenmeyer de 100 mL
- un agitateur magnétique et son barreau aimanté
- un spectrophotomètre dont le blanc a été réalisé à 530 nm et deux cuves, ou un colorimètre dont le blanc a été réalisé à 525 nm
- des fioles jaugées de 50,0 mL et 100,0 mL et leurs bouchons
- un flacon contenant une solution aqueuse de permanganate de potassium acidifiée, étiquetée "**solution de concentration inconnue**"
- un flacon contenant une solution aqueuse de Sel de Mohr comportant des ions fer (II) à la concentration molaire  $[\text{Fe}^{2+}] = c_2 = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
- une pissette d'eau distillée
- un bidon de récupération
- une paire de lunettes de protection
- une notice simplifiée du spectrophotomètre ou du colorimètre

TRAVAIL À EFFECTUER

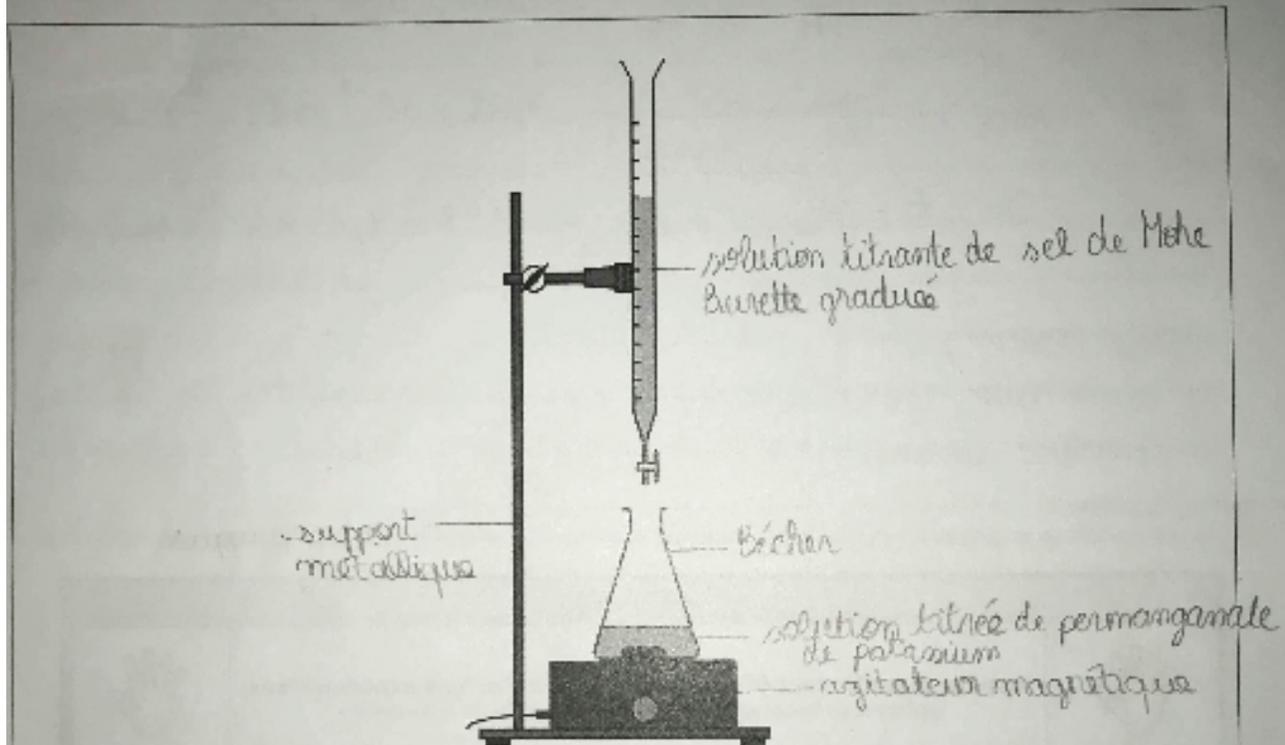
## 1. Dispositif de titrage de la solution de permanganate de potassium (10 minutes conseillées)

Le dispositif ci-dessous permet de titrer la solution de permanganate de potassium par la solution de sel de Mohr contenant les ions fer (II),  $Fe^{2+}$ .

Porter une légende sur ce schéma.

Préciser comment l'équivalence sera repérée.

Le volume de la prise d'essai à titrer est  $V_1 = 20,0 \text{ mL}$ .



L'équivalence sera repérée lorsque la solution de permanganate de potassium sera de couleur roselette.

## APPEL n°1



Appeler le professeur pour lui présenter votre travail ou en cas de difficulté



## 2. Mise en œuvre et exploitation du titrage (30 minutes conseillées)

Mettre en œuvre le titrage et déterminer la valeur de la concentration molaire, puis celle de la concentration massique (en  $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ) de la solution de permanganate de potassium.

$$V_{\text{éq}} = 7,0 \text{ mL}$$

$$n_{\text{MnO}_4^-} = \frac{1}{5} n_{\text{Fe}^{2+}} = \frac{m}{SM} = \frac{0,98}{392 \times 5} = 5,0 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

$$\text{donc } c_{\text{MnO}_4^-} = \frac{n_{\text{MnO}_4^-}}{V_{\text{éq}}} = \frac{5,0 \times 10^{-4}}{2,0 \times 10^{-3}} = 2,5 \times 10^{-2} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$$

$$\text{Or } t = M_{\text{KMnO}_4} \times c_{\text{MnO}_4^-} = 158 \times 2,5 \times 10^{-2} = 39,5 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$$

## APPEL N°2



Appeler le professeur pour lui présenter les résultats expérimentaux  
ou en cas de difficulté



## 3. Préparation de la solution permettant le traitement (20 minutes conseillées)

## 3.1 Solution de permanganate de potassium et soin des poissons malades

Proposer une démarche permettant, avec le matériel disponible, de préparer une solution adaptée au traitement des poissons malades à partir de la solution de permanganate de potassium.

$$t = 39,5 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1} = 39,5 \times 10^3 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$$

Or  $t$  doit être compris entre 15 et 18  $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$

Donc il faut donc diluer cette solution avec  
un facteur de dilution d'environ 1000.

Proposer une méthode permettant de vérifier, sans faire de titrage mais à l'aide du matériel à disposition, la valeur de la concentration massique de la solution préparée.

On a  $t = 11,3 \times 10^3 \text{ mg L}^{-1}$

On mesure l'absorbance de la solution

On compare la concentration massique correspondant à A grâce au doc 4, avec t

## APPEL n°3



Appeler le professeur pour lui présenter la démarche  
ou en cas de difficulté



3.2 Mettre en œuvre la démarche établie précédemment et déterminer la valeur de la concentration massique de la solution préparée.

→ chercher absorbance

→ regarder document 4

→ chercher t

## APPEL FACULTATIF



Appeler le professeur en cas de difficulté

