

# Corrigé DS n° 3 : Chimie : Dosage - Physique : Interactions

1<sup>ère</sup> spécialité Physique-Chimie - Lycée d'adultes - Poisson Florian

14 décembre 2019

## Chimie : Dosages par étalonnage et par titrage

### Exercice 1 - Alcootest chimique (6 points)

La poudre contenue dans le tube en verre de l'alcootest chimique contient une masse  $m = 5,0$  mg de dichromate de potassium  $K_2CrO_4$  de couleur orange. Pour déterminer la quantité de dichromate de potassium contenue dans l'alcootest, la totalité de la poudre est dissoute dans un volume  $V_S = 50$  mL d'eau distillée. On obtient une solution orange, notée  $S$ .

On donne ci-dessous le spectre d'absorption d'une solution de dichromate de potassium, ainsi que le cercle chromatique.

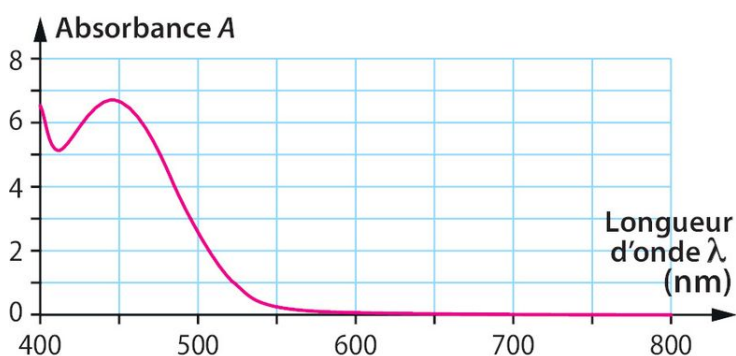


FIGURE 1 – Spectre d'absorption d'une solution de dichromate de potassium

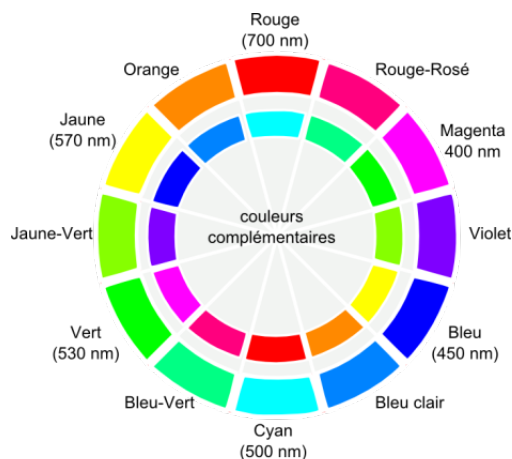


FIGURE 2 – Cercle chromatique

1. (a) A quelle longueur d'onde faut-il régler le spectrophotomètre pour mesurer l'absorbance d'une solution de dichromate de potassium ? Justifier.

Il faut régler le spectrophotomètre au maximum d'absorbance donc à  $\lambda = 450$  nm.

- (b) A l'aide des documents, justifier la couleur orangée de la solution  $S$ .

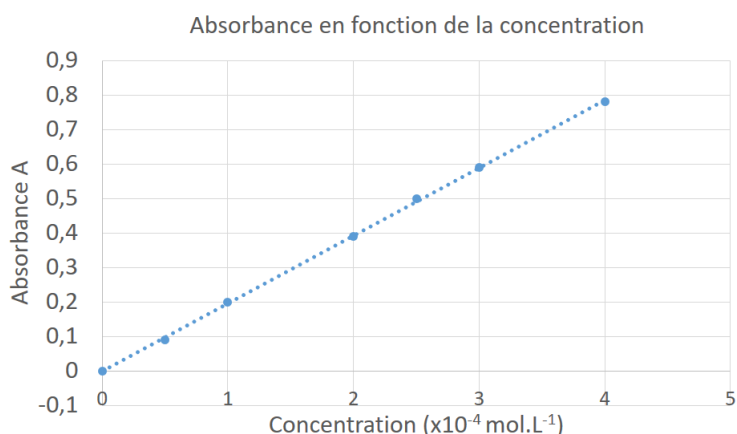
La solution absorbe majoritairement à  $\lambda = 450$  nm, donc à la limite du bleu - bleu clair

d'après le diagramme chromatique. La solution apparaîtra alors de la couleur complémentaire, à savoir le jaune-orange.

2. On prépare plusieurs solutions diluées d'une solution commerciale de dichromate de potassium. Le tableau suivant donne les concentrations et l'absorbance correspondante pour chacune de ces solutions.

<b>Concentration</b> (en mol.L <sup>-1</sup> )(×10 <sup>-4</sup> )	0	0,50	1,0	2,0	2,5	3,0	4,0
<b>Absorbance A</b>	0	0,090	0,20	0,39	0,50	0,59	0,78

- (a) Tracer sur un graphique la courbe d'étalonnage représentant l'absorbance en fonction de la concentration



- (b) La loi de Beer-Lambert est-elle vérifiée ?

La courbe obtenue est une droite passant par l'origine, cela signifie que l'absorbance est proportionnelle à la concentration de l'espèce absorbante. La loi de Beer-Lambert est donc bien vérifiée.

- (c) On mesure l'absorbance de la solution  $S$  :  $A = 0,67$ .

Déterminer graphiquement la concentration  $C_S$  de la solution  $S$  en dichromate de potassium.

Par lecture graphique, pour  $A = 0,67$ , on trouve une concentration de  $C_S = 3,4 \cdot 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$ .

- (d) En déduire la quantité de matière puis la masse de dichromate de potassium contenu dans l'alcootest et comparer la valeur obtenue à celle annoncée théoriquement.

La quantité de matière vaut  $n = C_S \times V_S = 3,4 \cdot 10^{-4} \times 50 \cdot 10^{-3} = 1,7 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$ .

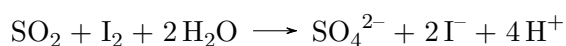
On en déduit la masse  $m = n \times M = 1,7 \cdot 10^{-5} \times 294 = 5,0 \cdot 10^{-3} \text{ g}$ . La valeur obtenue est cohérente avec celle annoncée dans le texte.

Données :  $M(\text{K}_2\text{CrO}_4) = 294 \text{ g.mol}^{-1}$ .

### Exercice 2 - Dosage par titrage colorimétrique (4 points)

Le dioxyde de soufre présent dans le vin blanc est un antioxydant et antibactérien dont la concentration massique ne doit pas dépasser  $210 \text{ mg.L}^{-1}$ . Lorsque la concentration dépasse  $10 \text{ mg.L}^{-1}$ , il est obligatoire d'afficher sur l'étiquette : « contient des sulfites ».

Un volume  $V_1 = 25,0 \text{ mL}$  d'un vin blanc décoloré est titré par une solution aqueuse de diiode de concentration  $c_2 = 2,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$ . La réaction d'oxydoréduction support de ce titrage est la suivante :



La seule espèce colorée est le diiode, de couleur jaune-brune. Le volume équivalent obtenu pour ce titrage est de  $V_E = 11,2$  mL.

1. Identifier l'espèce titrée et l'espèce titrante.

L'espèce titrée est le dioxyde de soufre du vin  $\text{SO}_2$  et l'espèce titrante est le diiode  $\text{I}_2$ .

2. Représenter le montage expérimental d'un titrage.

*cf. cours*

3. Définir l'équivalence et expliquer comment elle est repérée expérimentalement.

L'équivalence d'un titrage est le moment où les réactifs titrant et titré ont été introduits en proportions stoechiométriques. On repère expérimentalement ce moment par colorimétrie. En effet, seul le diiode est coloré parmi les espèces intervenant dans la réaction chimique. Ainsi avant l'équivalence, le diiode est limitant puisque c'est l'espèce titrante, et après l'équivalence il devient en excès. On repère donc l'équivalence lorsqu'une coloration jaune commence à apparaître dans la solution.

4. Déterminer la concentration molaire en dioxyde de soufre présent dans le vin, puis la concentration massique correspondante. Conclure si ce vin contient des sulfites et si il respecte la norme.

A l'équivalence, on a  $\frac{n(\text{SO}_2)}{1} = \frac{n(\text{I}_2)}{1}$  donc  $c_1 V_1 = c_2 V_E$

Soit  $c_1 = \frac{c_2 V_E}{V_1} = \frac{2,00 \cdot 10^{-3} \times 11,2}{25,0} = 8,96 \cdot 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$ .

Pour avoir la concentration massique :  $C_m = c_1 \times M = 8,96 \cdot 10^{-4} \times (2 \times 16,0 + 32,0) = 5,73 \cdot 10^{-2} \text{ g.L}^{-1}$ .

La concentration massique est de  $57,3 \text{ mg.L}^{-1}$ , donc ce vin contient des sulfites mais reste dans les normes.

Données :  $M(\text{S}) = 32,0 \text{ g.mol}^{-1}$ ,  $M(\text{O}) = 16,0 \text{ g.mol}^{-1}$

## Physique : Interactions et Champs

### Exercice 3- De la Terre à la Lune (8 points)

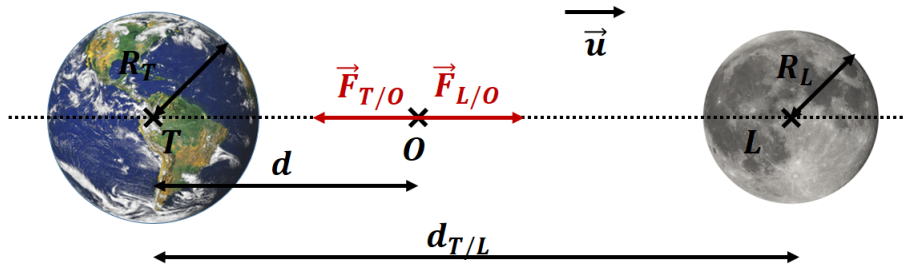
Dans l'un de ses célèbres romans intitulé De la Terre à la Lune, Jules Verne (1828-1905) relate les aventures de trois héros ayant pris place à l'intérieur d'un énorme projectile qu'un gigantesque canon, baptisé Colombiad, propulse en direction de la Lune. Lors de ce périple, Jules Verne fait allusion à un **point neutre**, situé à une distance  $d = 350\,000$  km du centre de la Terre où les forces gravitationnelles exercées par la Terre et la Lune sur le projectile se compensent. On admettra que le voyage s'effectue en ligne droite.

1. On s'intéresse tout d'abord au projectile lorsqu'il est situé à la surface de la Terre avant son lancement.

(a) Faire un schéma représentant la Terre de centre  $T$  et de rayon  $R_T$ , la Lune de centre  $L$  et de rayon  $R_L$  et le projectile, assimilé à un point  $O$ .

(b) Exprimer la force d'attraction gravitationnelle exercée par la Terre sur le projectile  $\vec{F}_{T/O}$  puis calculer la valeur de l'intensité de cette force lorsque le projectile est situé à la surface de la Terre.

$$\vec{F}_{T/O} = -G \frac{m M_T}{d^2} \vec{u}$$



$$\begin{aligned}
 F_{T/O} &= G \frac{mM_T}{d^2} \\
 &= 6,67 \cdot 10^{-11} \times \frac{5,98 \cdot 10^{24} \times 9625}{(6380 \cdot 10^3)^2} \\
 &= 9,43 \cdot 10^4 \text{ N}
 \end{aligned}$$

- (c) Exprimer la force d'attraction gravitationnelle exercée par la Lune sur le projectile  $\vec{F}_{L/O}$  puis calculer la valeur de l'intensité de cette force lorsque le projectile est situé à la surface de la Terre.

$$\begin{aligned}
 \vec{F}_{L/O} &= G \frac{mM_L}{(d_{T/L} - d)^2} \vec{u} \\
 F_{L/O} &= G \frac{mM_L}{(d_{T/L} - d)^2} \\
 &= 6,67 \cdot 10^{-11} \times \frac{7,35 \cdot 10^{22} \times 9625}{(384 \cdot 10^6 - 6380 \cdot 10^3)^2} \\
 &= 3,31 \cdot 10^{-1} \text{ N}
 \end{aligned}$$

- (d) Comparer les valeurs de ces forces. Que peut-on conclure ?

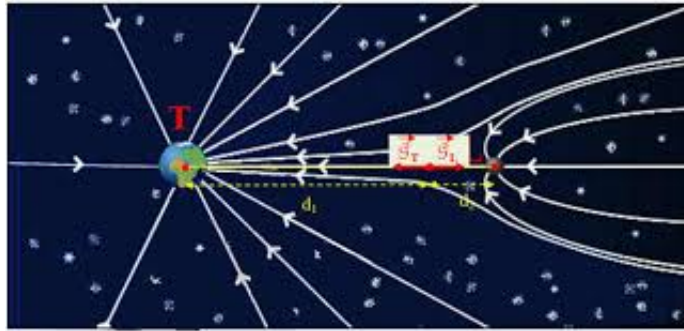
$$\frac{F_{T/O}}{F_{L/O}} = \frac{9,43 \cdot 10^4}{3,31 \cdot 10^{-1}} = 2,85 \cdot 10^5$$

La force d'attraction gravitationnelle de la Terre sur le projectile est donc largement supérieure à celle de la Lune sur le projectile qui peut donc être négligée lorsque le projectile est situé à la surface de la Terre.

2. On s'intéresse à présent à la situation où le projectile se trouve quelque part entre la Terre et la Lune.

- (a) Montrer que le point neutre auquel fait allusion Jules Verne est nécessairement situé entre la Terre et la Lune, sur la droite joignant les centres de ces deux astres. Représenter la situation sur un schéma en faisant apparaître les forces gravitationnelles exercées par la Terre et la Lune sur le projectile.

D'après le principe d'inertie, pour atteindre ce point neutre, il faut que les deux forces d'interaction gravitationnelle exercées par la Terre et la Lune sur le projectile se compensent. Ainsi les vecteurs forces doivent être de même direction, de même intensité mais de sens contraire. Il faut donc que les points  $T$ ,  $O$  et  $L$  soient alignés et que  $O$  soit situé sur le segment  $[TL]$ .



- (b) Représenter quelques lignes des champs gravitationnels de la Terre et de la Lune, en particulier celle passant par les centres des deux astres et le projectile.
- (c) En notant  $d$  la distance séparant le projectile du centre de la Terre, exprimer les intensités des forces exercées par la Terre et la Lune sur le projectile en fonction des paramètres du problème.

*cf. questions 1.b et 1.c*

- (d) Retrouver alors la valeur de la distance  $d$  à laquelle se trouve le point neutre dont parle Jules Verne.

Au point neutre, d'après le principe d'inertie, on a  $F_{T/O} = F_{L/O}$  donc :

$$G \frac{mM_T}{d^2} = G \frac{mM_L}{(d_{T/L} - d)^2}$$

$$\frac{M_T}{d^2} = \frac{M_L}{(d_{T/L} - d)^2}$$

$$\frac{(d_{T/L} - d)^2}{d^2} = \frac{M_L}{M_T}$$

$$\frac{d_{T/L} - d}{d} = \sqrt{\frac{M_L}{M_T}}$$

$$\frac{d_{T/L}}{d} - 1 = \sqrt{\frac{M_L}{M_T}}$$

$$d = \frac{d_{T/L}}{\sqrt{\frac{M_L}{M_T}} + 1}$$

L'application numérique nous donne  $d = 3,5 \cdot 10^5$  km.

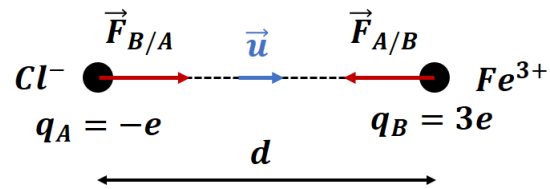
Données :

- distance moyenne Terre-Lune (centre à centre) :  $d_{T/L} = 384\,000$  km
- masse et rayon de la Terre :  $M_T = 5,98 \cdot 10^{24}$  kg ;  $R_T = 6380$  km
- masse et rayon de la Lune :  $M_L = 7,35 \cdot 10^{22}$  kg ;  $R_L = 1737$  km
- masse du projectile :  $m = 9625$  kg
- constante de gravitation universelle :  $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$  N.m<sup>2</sup>.kg<sup>-2</sup>

#### Exercice 4- Force électrostatique entre deux ions (3 points)

Une solution de chlorure de Fer III est constituée d'ions chlorure  $\text{Cl}^-$  et d'ions ferriques  $\text{Fe}^{3+}$ .

1. Représenter sur un schéma un ion chlorure et un ion ferrique séparés d'une distance  $d$ . Représenter les forces électrostatiques qu'exercent ces ions l'un sur l'autre.



2. Exprimer en fonction de la charge élémentaire  $e$  la charge  $q_A$  de l'ion chlorure  $\text{Cl}^-$ , et la charge  $q_B$  de l'ion ferrique  $\text{Fe}^{3+}$ .

$$q_A = -e \text{ et } q_B = +3e$$

3. Calculer l'intensité de la force électrostatique  $F$  exercée par l'ion ferrique sur l'ion chlorure pour une distance  $d = 200 \text{ nm}$

$$F_{B/A} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{|q_A q_B|}{d^2} = 1,7 \cdot 10^{-14} \text{ N}$$

Données :  $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 8,99 \cdot 10^9 \text{ SI}$ ;  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$