

EXERCICES CH4 COULEURS ET SOLUTION

Exercice 1: sucre dissous Niveau 1

On peut effectuer des injections de solution aqueuse de fructose de formule $C_6H_{12}O_6$, pour prévenir de la déshydratation. De telles solutions sont obtenues en dissolvant une masse $m = 25,0$ g de fructose pour $V = 500,0$ mL de solution finale.

1. Déterminer la quantité de matière de fructose correspondante.
2. En déduire la concentration en quantité de matière de cette solution en fructose.

Exercice 2: Encore du sucre Niveau 1

La concentration molaire du saccharose $C_{12}H_{22}O_{11}$ dans une solution sucrée est égale à $C = 2,50$ mol.L⁻¹.
concentration en quantité de matière.

1. Calculer la quantité de matière n_1 de saccharose dans $V_1 = 150,0$ mL de cette solution.
2. Quel volume de solution sucrée V_2 faut-il prélever pour disposer de $n_2 = 0,300$ mol de saccharose ?

Exercice 3: Ça gratte Niveau 1

Une solution permettant de lutter contre les démangeaisons contient entre autres composés, de la glycine $C_2H_5O_2N$ à raison d'une masse $m = 1,44$ g pour $V = 100,0$ mL de solution.

1. Déterminer la quantité de matière de glycine contenue dans la solution.
2. En déduire la concentration en quantité de matière de glycine dans la solution.

Exercice 4: Solution au sirop Niveau 2

Un sirop de menthe doit sa couleur à deux colorants: le bleu patenté et la tartrazine (colorant jaune) respectivement repérés par les sigles E131 et E102. La concentration du E131 dans ce sirop vaut $C = 7,7 \times 10^{-5}$ mol.L⁻¹.

À 40 mL de ce sirop dans un verre, on ajoute de l'eau. Le volume final de la solution vaut $V' = 250,0$ mL.

Quelle est la concentration en quantité de matière du colorant dans cette solution ?

Exercice 5: Une solution de sulfate de cuivre Niveau 1

On prélève un volume $V_0 = 50,0$ mL d'une solution aqueuse de sulfate de cuivre (II) de concentration $C_0 = 5,0 \times 10^{-2}$ mol.L⁻¹. Ce volume est introduit dans une fiole jaugée de 500,0 mL. On complète avec de l'eau distillée puis on homogénéise.

1. Calculer la quantité de matière de sulfate de cuivre présente dans la pipette de 50,0 mL.
2. Quelle est la concentration de la solution obtenue ?

Exercice 6: Solution antiseptique Niveau 1

Une solution d'éosine est une solution antiseptique et asséchante. Dans un laboratoire pharmaceutique, une solution d'éosine est préparée en introduisant une masse $m = 1,0$ g de poudre d'éosine dans un volume $V = 50,0$ mL d'eau. La formule brute de l'éosine est $C_{20}H_6O_5Br_4Na_2$.

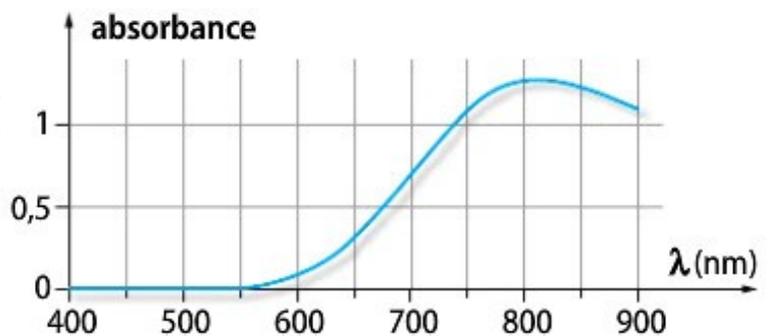
1. Déterminer la masse molaire de l'éosine.
2. Déterminer la quantité de matière introduite en éosine.
3. Déterminer la concentration en quantité de matière de l'éosine dans la solution préparée.
4. Déterminer la concentration en masse ou titre t en éosine dans la solution préparée.
5. Décrire le protocole expérimental de la préparation de la solution d'éosine.

Exercice 7: Une solution de sulfate de cuivre Niveau 3

1. Le spectre d'absorption d'une solution aqueuse de sulfate de cuivre est donné ci-contre.

À quelle longueur d'onde λ_{\max} faut-il se placer pour effectuer avec précision les mesures d'absorbance ? Justifier.

2. On prépare 4 solutions aqueuses de sulfate de cuivre dont les concentrations en quantité de matières c en soluté apporté et les valeurs d'absorbance A à λ_{\max} sont données ci-dessous.

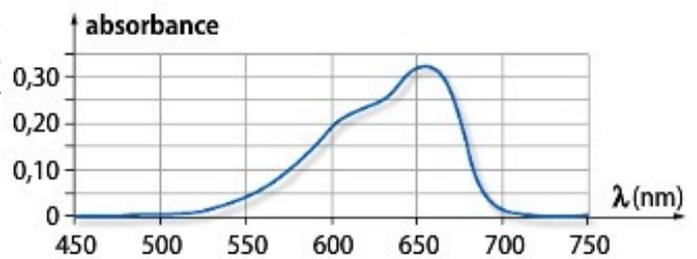


Solution	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄
c (mol.L ⁻¹)	0,200	0,100	0,050	0,010
A à λ _{max}	2,42	1,26	0,52	0,13

- 2.1. Tracer le graphe représentant l'absorbance en fonction de la concentration en quantité de matière.
- 2.2. Quelle est la nature de la courbe obtenue ?
- 2.3. Quelle loi est ainsi mise en évidence ? Justifier.
- 2.4. Déterminer la relation numérique entre A et c.
- 2.5. Le coefficient trouvé sera-t-il supérieur ou inférieur si l'on réalise les mêmes mesures à la longueur d'onde 650 nm ?
- 2.6. Rappeler les étapes à suivre pour réaliser un dosage par étalonnage d'une solution colorée.
- 2.7. L'absorbance d'une solution de bouillie bordelaise contenant du sulfate de cuivre vaut 0,84. En déduire la concentration en quantité de matière de cette solution.

Exercice 8: Dosage du bleu de méthylène Niveau 3

Le collyre est une solution pharmaceutique qui permet de traiter les infections des yeux ou des paupières. Le collyre étudié contient du bleu de méthylène, que l'on veut doser et dont le spectre d'absorption à l'allure suivante :



1. À quelle longueur d'onde faut-il se placer pour réaliser les mesures avec précision ?
2. À partir d'une Solution mère de bleu de méthylène, on prépare une échelle de teintes (ou gamme étalon) dont les concentrations en masse et les mesures d'absorbance sont données dans le tableau suivant :

Solution	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆
Concentration en masse (mg.L ⁻¹)	0,500	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00
Absorbance	0,053	0,128	0,243	0,374	0,488	0,659

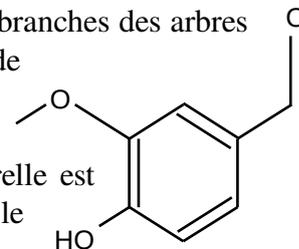
Tracer le graphe représentant l'absorbance en fonction de la concentration en masse.

3. L'absorbance du collyre dilué 100 fois vaut 0,314.
- 3.1. Quelle est la concentration en masse du bleu de méthylène dans la solution de collyre diluée ?
- 3.2. En déduire la concentration en masse du bleu de méthylène dans le collyre commercial.

Exercice 9: VANILLE ET VANILLINE Niveau 3+

La gousse de vanille est le fruit d'une orchidée grimpante ; cette plante s'attache aux branches des arbres à l'aide de racines aériennes et peut atteindre 100 m de long. Les gousses de vanille de la Réunion, de Madagascar et de Tahiti sont réputées.

La vanille naturelle développe un parfum complexe formé de plusieurs centaines de composés aromatiques différents. La note dominante de l'arôme de la vanille naturelle est donnée par la molécule de vanilline ou 4-hydroxy-3-méthoxybenzaldéhyde, de formule brute $C_8H_8O_3$ et de formule topologique ci-jointe.



Données :

- Données physico-chimiques

Espèce chimique	Vanilline (HVan)	Alcool vanillique (AVan)
Formule brute	$C_8H_8O_3$	$C_8H_{10}O_3$
Masse molaire moléculaire	152,0 g.mol ⁻¹	154,0 g.mol ⁻¹
Solubilité dans l'eau	Peu soluble sous sa forme acide. Soluble sous sa forme basique.	Peu soluble sous sa forme acide. Soluble sous sa forme basique.

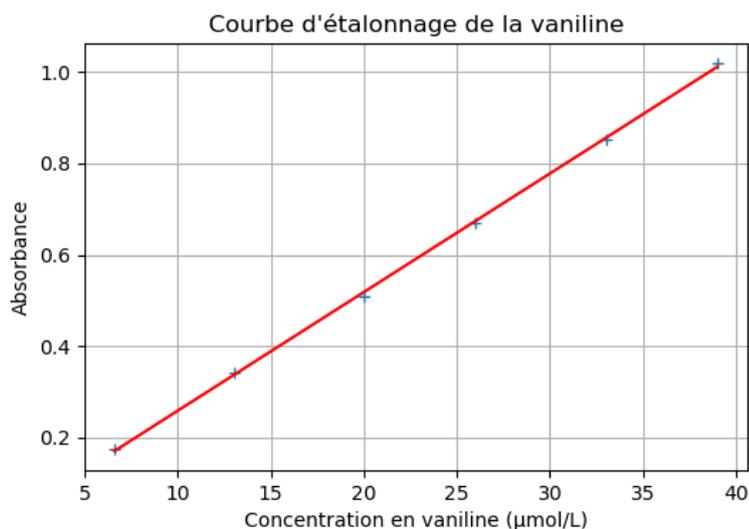
Dosage spectrophotométrique de la vanilline dans un sachet de sucre vanillé

Sur l'étiquette du sachet de sucre vanillé, il est précisé l'information suivante :

« 4% en masse de gousse de vanille ». On souhaite vérifier cette information.

Protocole de préparation de la gamme étalon

- Dans une fiole jaugée de 1,00 L, introduire 100 mg de vanilline pure.
- Dissoudre complètement la vanilline et compléter jusqu'au trait de jauge avec une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium. On obtient une solution mère notée F_0 .
- Dans une fiole jaugée de 100,0 mL, introduire 1,00 mL de F_0 et compléter jusqu'au trait de jauge avec la solution d'hydroxyde de sodium. On note F_1 la solution fille obtenue.
- Préparer de même des solutions filles F_2 à F_6 en prélevant respectivement des volumes égaux à 2,0 ; 3,0 ; 4,0 ; 5,0 et 6,0 mL de F_0 .
- Mesurer l'absorbance A des six solutions pour une longueur d'onde de 348 nm. À cette longueur d'onde, seule la vanilline absorbe.



Protocole de préparation de l'échantillon de sucre vanillé

- Dans une fiole jaugée de 500 mL, introduire 1,0 g de sucre vanillé.
- Dissoudre complètement le sucre et compléter jusqu'au trait de jauge avec la solution d'hydroxyde de sodium.
- Mesurer l'absorbance de la solution de sucre vanillé pour une longueur d'onde de 348 nm.

Résultats expérimentaux

Solutions filles	F_1	F_2	F_3	F_4	F_5	F_6	sucre vanillé
Concentration (en $\mu\text{mol.L}^{-1}$)		13	20	26	33	39	
Absorbance A	0,175	0,342	0,510	0,670	0,851	1,020	0,241

1. Montrer que la concentration de la solution mère F_0 est de $6,6 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$

2. En déduire la concentration de la solution fille F_1 .

3. Montrer à l'aide des résultats expérimentaux que la masse de vanilline présente dans 1,00 g de sucre vanillé est d'environ 0,7 mg.

Toute démarche du candidat, même non aboutie, sera prise en compte.

4. Sachant qu'un gramme de gousse de vanille peut contenir de 5 à 25 mg de vanilline, vérifier si la mention sur l'étiquette est acceptable.

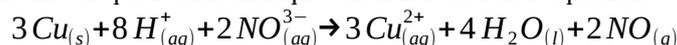
Exercice 10: QUELLE TENEUR EN CUIVRE DANS UNE PIÈCE DE 5 CENTIMES D'EURO ? Niveau 4



La pièce de 5 centimes d'euro est composée d'un centre en acier (constitué essentiellement de fer et de carbone) entouré de cuivre. Elle a un diamètre de 21,25 mm, une épaisseur de 1,67 mm et une masse de 3,93 g.

On cherche par une méthode spectrophotométrique à déterminer la teneur en cuivre d'une telle pièce.

Le cuivre, de masse molaire $63,5 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$, est un métal qui peut être totalement oxydé en ions cuivre (II) par un oxydant puissant tel que l'acide nitrique selon la réaction d'équation :



Les ions cuivre (II) formés se retrouvent intégralement dissous en solution ; le monoxyde d'azote NO est un gaz peu soluble.

En pratique, on dépose une pièce de 5 centimes dans un erlenmeyer de 100 mL, on place cet erlenmeyer sous la hotte et on met en fonctionnement la ventilation.

Équipé de gants et de lunettes de protection, on verse dans l'erlenmeyer 20 mL d'une solution d'acide nitrique d'une concentration environ égale à $7 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$.

La pièce est alors assez vite oxydée et on obtient une solution notée S_1 .

On transfère intégralement cette solution S_1 dans une fiole jaugée de 100 mL et on complète cette dernière avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge. On obtient une solution S_2 qui contient également des ions fer (III) provenant de la réaction entre l'acide nitrique et le fer contenu dans le centre d'acier de la pièce.

L'absorbance de la solution S_2 à 800 nm est mesurée, elle vaut 0,575.

1. Étalonnage.

1.1. Déterminer, en argumentant votre réponse, les couleurs attendues pour une solution d'ions cuivre(II) et pour une solution d'ions fer (III). Pour quelle raison choisit-on de travailler à une longueur d'onde de 800 nm ?

1.2. On fait subir à différents échantillons de métal cuivre pur le même traitement que celui décrit ci-dessus pour la pièce. On obtient alors des solutions d'ions cuivre (II) dont on mesure l'absorbance à 800 nm.

Montrer, en utilisant le document 2 et en complétant **l'ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE**, que la loi de Beer-Lambert est vérifiée pour ces solutions d'ions cuivre (II).

2. Détermination de la teneur en cuivre dans la pièce.

2.1. Déterminer la masse de cuivre contenue dans la pièce de 5 centimes d'euro.

2.2. En déduire la teneur (ou « pourcentage massique ») en cuivre dans la pièce.

3. Incertitude.

10 groupes d'élèves ont déterminé expérimentalement la masse de cuivre présente dans 10 pièces de 5 centimes de même masse. Leurs résultats sont les suivants :

Groupe	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Masse de cuivre (mg)	260	270	265	263	264	265	262	261	269	267

3.1. Déterminer, grâce aux valeurs trouvées par les élèves, l'incertitude élargie (pour un niveau de confiance de 95 %) sur la mesure de la masse de cuivre dans une pièce.

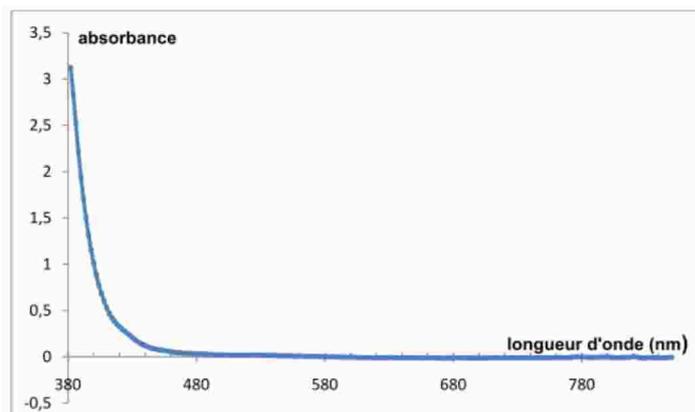
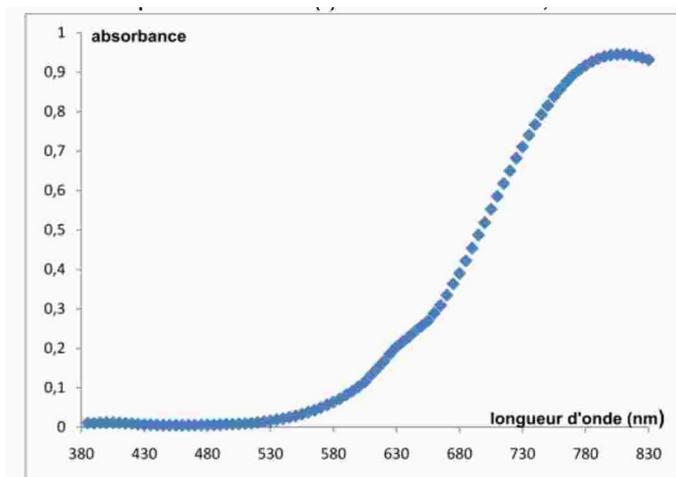
3.2. En déduire l'intervalle dans lequel devrait se situer le résultat du mesurage de la masse de cuivre avec un niveau de confiance de 95 %.

Document 1 : Spectres d'absorption des ions cuivre (II) et fer (III) dans l'eau.

On donne ci-dessous les spectres d'absorption d'une solution d'ions cuivre (II) et d'une solution d'ions fer (III), ainsi qu'un tableau reliant longueur d'onde d'absorption et couleur complémentaire. Le « blanc » a été fait avec de l'eau pure.

Solution aqueuse d'ions cuivre (II) Cu^{2+} de concentration $7,5 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$

Solution aqueuse d'ions fer (III) Fe^{3+} de concentration $5,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$



couleur absorbée	violet	bleu	vert	jaune	orange	Rouge
longueur d'onde d'absorption (nm)	400-424	424-491	491-575	575-585	585-647	647-850
couleur complémentaire	jaune-vert	jaune	pourpre	bleu	vert-bleu	bleu-vert

Document 2 : Courbe d'étalonnage.

Tableau donnant l'absorbance A à 800 nm de solutions aqueuses contenant des ions cuivre (II), obtenues à partir de divers échantillons de métal cuivre pur :

Masse de l'échantillon de cuivre (mg)	0	25,1	50,6	103,8	206,2	300,6
Concentration (mol.L^{-1})	0	$3,95 \times 10^{-3}$	$7,97 \times 10^{-3}$	$1,63 \times 10^{-2}$	$3,25 \times 10^{-2}$	$4,74 \times 10^{-2}$
Absorbance	0	0,055	0,121	0,231	0,452	0,649

Document 3 : Incertitude sur un mesurage.

On rappelle les différentes formules intervenant dans la détermination de l'incertitude sur le résultat du mesurage d'un ensemble de n valeurs $\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$:

$$\text{Écart-type : } \sigma_{n-1} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

$$\text{Incertitude-type sur la moyenne : } u(\bar{x}) = \frac{\sigma_{n-1}}{\sqrt{n}}$$

$$\text{Incertitude élargie sur la moyenne : } U(\bar{x}) = k \cdot u(\bar{x}),$$

avec : $k = 1$ pour un niveau de confiance de 68 % ;
 $k = 2$ pour un niveau de confiance de 95 % ;
 $k = 3$ pour un niveau de confiance de 98 % ;

Construire une courbe avec python

```
#import des modules, bibliothèques qui vont bien
# matplotlib permet le tracer
# numpy manipule les données, tableau de valeurs
```

```
import matplotlib.pyplot as plt
```

```
import numpy as np
```

```
# liste contenant les abscisses et les ordonnées
```

```
x=[0,1,2,3,4,5,6,7,8,9]
```

```
y=[0,2,4,6,8,10,12,14,16,18]
```

```
# construis la courbe
```

```
plt.plot(x,y,'r')
```

```
# ajout une grille
```

```
plt.grid()
```

```
# ajout d'un titre
```

```
plt.title("Évolution de y en fonction de x")
```

```
# ajout des noms sur les axes
```

```
plt.xlabel("abscisse en unité")
```

```
plt.ylabel("ordonnée en unité")
```

```
# affiche la courbe
```

```
plt.show()
```

```
# équation de la fonction affine du type  $y=m.x+p$ 
```

```
m,p=np.polyfit(x,y,1)
```

```
print ("le coeeficient directeur est ",m)
```

```
print ("l'ordonnées à l'origine est",p)
```

```
# tracer la courbe précédente sur le graphique. Cette courbe porte le nom de courbe de tendance, on la note f(x)
```

```
plt.plot(x,y,'r')
```

```
# création de la fonction  $f(x)=m.x+p$ 
```

```
f=np.poly1d([m,p])
```

```
plt.plot(x,f(x),'b')
```

```
# ajout une grille
```

```
plt.grid()
```

```
# ajout d'un titre
```

```
plt.title("Évolution de y en fonction de x")
```

```
# ajout des noms sur les axes
```

```
plt.xlabel("abscisse en unité")
```

```
plt.ylabel("ordonnée en unité")
```

```
# affiche la courbe
```

```
plt.show()
```

CORRECTION EXO

Exercice 1. sucre dissous

$$1. M(C_6H_{12}O_6) = M(\text{fruc}) = 6M_C + 12M_H + 6M_O = 180 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1} \quad n(\text{fruc}) = \frac{m}{M(\text{fruc})} = 0,134 \text{ mol}$$

$$2. C = \frac{n(\text{fruc})}{V} = 0,28 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$$

Exercice 2. Encore du sucre

$$1^\circ) C = \frac{n}{V_1} \rightarrow n = C \cdot V_1 = 0,375 \text{ mol}$$

$$2^\circ) C = \frac{n}{V_2} \rightarrow V_2 = \frac{n}{C} = 0,12 \text{ L}$$

Exercice 3. ça gratte !

$$1^\circ) M(C_2H_5O_2N) = M(\text{gly}) = 2M_C + 5M_H + 2M_O + M_N = 75 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1} \quad n(\text{gly}) = \frac{m}{M(\text{gly})} = 0,0192 \text{ mol}$$

$$2^\circ) C = \frac{n(\text{gly})}{V} = 0,192 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$$

Exercice 4. solution de sirop

$$1^\circ) C_{\text{mère}} V_{\text{mère}} = C_{\text{filles}} V_{\text{filles}} \rightarrow C_{\text{filles}} = \frac{C_{\text{mère}} \cdot V_{\text{mère}}}{V_{\text{filles}}} = \frac{7,7 \times 10^{-5} \times 40 \times 10^{-3}}{250 \times 10^{-3}} = 1,2 \cdot 10^{-5} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$$

Exercice 5. une solution de sulfate de cuivre

$$1. C_0 = \frac{n}{V_0} \rightarrow n = C_0 \cdot V_0 = 5,0 \times 10^{-2} \times 50,0 \times 10^{-3} = 2,5 \times 10^{-3} \text{ mol} = 2,5 \text{ mmol}$$

$$2. C_{\text{mère}} V_{\text{mère}} = C_{\text{filles}} V_{\text{filles}} \rightarrow C_{\text{filles}} = \frac{C_{\text{mère}} \cdot V_{\text{mère}}}{V_{\text{filles}}} = \frac{5,0 \times 10^{-2} \times 50 \times 10^{-3}}{500 \times 10^{-3}} = 5,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$$

Exercice 6. solution antiseptique

$$1. M(\text{eosine}) = 20M_C + M_H + 5M_O + 4M_{Br} + 2M_{Na} = 692 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$$

$$2. n = \frac{m}{M(\text{éosine})} = 1,45 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$3. C = \frac{n}{V} = \frac{1,45 \times 10^{-3}}{50 \times 10^{-3}} = 0,029 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$$

$$4. t = c_m = \frac{m}{V} = \frac{1}{50 \times 10^{-3}} = 20 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$$

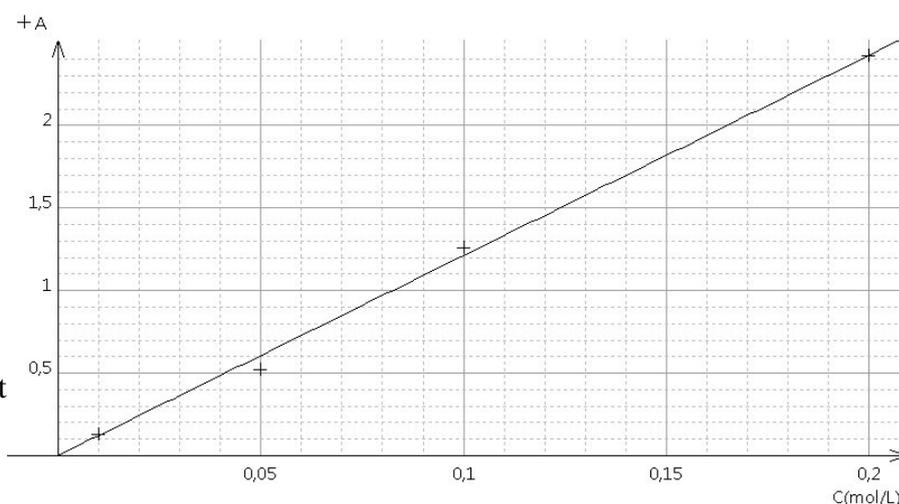
5. voir dans le cours

Exercice 7. une solution de sulfate de cuivre

1. On choisit la longueur d'onde correspondant au maximum d'absorbance. Soit pour $\lambda = 800 \text{ nm}$

2.

- a)
- b) il s'agit d'une droite affine passant par l'origine
- c) oui car c'est une droite passant par l'origine



d) calcul du coefficient directeur k

choisir 2 points : A(0 ; 0) et B(0,2 mol/L ; 2,4)

$$k = \frac{y_B - y_A}{x_B - x_A} = \frac{2,4 - 0}{0,2 - 0} = 24 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$$

e) Il aurait été inférieur car par le graph de l'exo l'absorbance est plus faible pour les autres longueurs d'onde

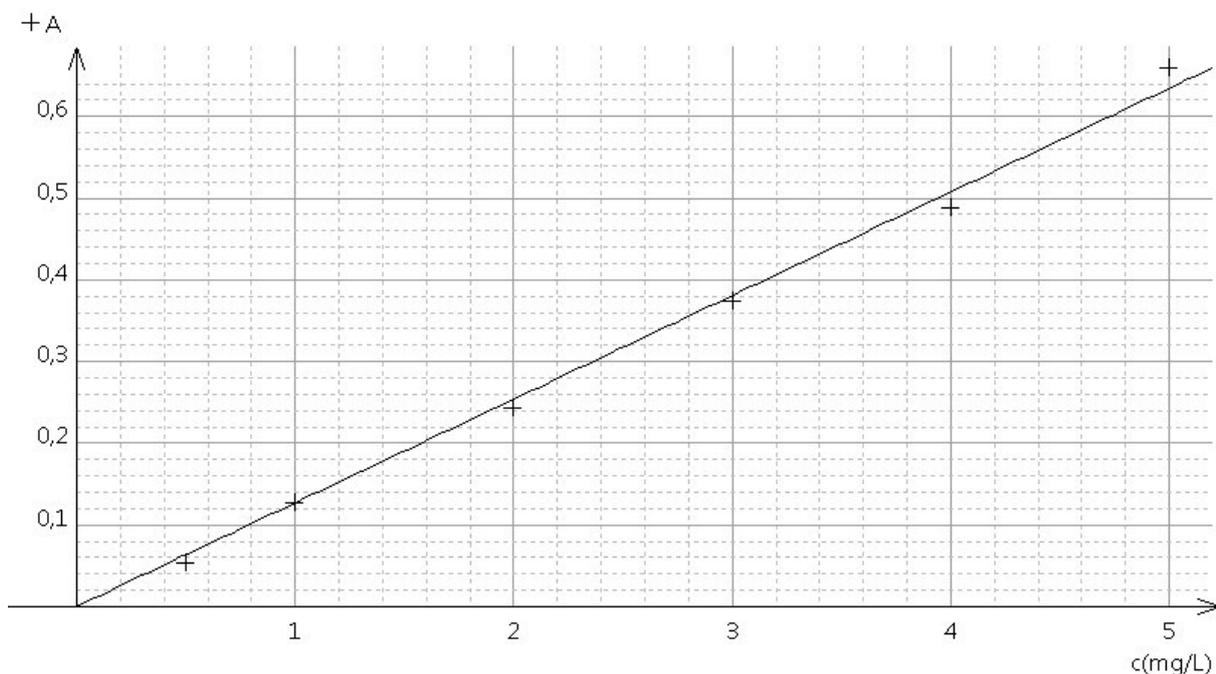
f) Méthode pour le dosage par étalonnage :

- préparer des solutions filles par dilution d'une solution mère et calculer leur concentration(abscisse)
- mesurer l'absorbance de chaque solution filles préparée.(ordonnée)
- construire le graphique $A=f(C)$

g) par lecture graphique, $c=0,07 \text{ mol/L}$

Exercice 8. Dosage du bleu de méthylène

1. On choisit la longueur d'onde correspondant au maximum d'absorbance. Soit pour $\lambda=660 \text{ nm}$



2.

3. a) par lecture graphique on obtient $c=2,2 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$

b) la solution commerciale est 100 fois plus concentrée de par l'énoncé de la question donc

c) $C_{\text{com}}=220 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$

programme de l'exercice 9

voici le programme python permettant la construction de la courbe d'étalonnage de l'exercice 9

```
import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np
c=[6.6,13,20,26,33,39]
A=[0.172,0.342,0.510,0.670,0.851,1.020]
coeff=np.polyfit(c,A,1) # calcul du coefficient directeur et de l'ordonnée à l'origine de la droite passant au plus près des points.
f=np.poly1d(coeff) # fonction permettant le tracé de la courbe de tendance
plt.plot(c,A,'+')
plt.xlabel("Concentration en vaniline (µmol/L)")
plt.ylabel("Absorbance")
plt.title("Courbe d'étalonnage de la vaniline")
```

```
plt.grid()  
plt.plot(c,f(c),'r') # tracé de la courbe rouge  
plt.savefig('vaniline.png',dpi=100)  
plt.show()
```