

CLASSE : Terminale

VOIE : Générale

DURÉE DE L'EXERCICE : 3h30

SUJET COMPLET

ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ: PHYSIQUE-CHIMIE

CALCULATRICE AUTORISÉE : Oui « type collège »

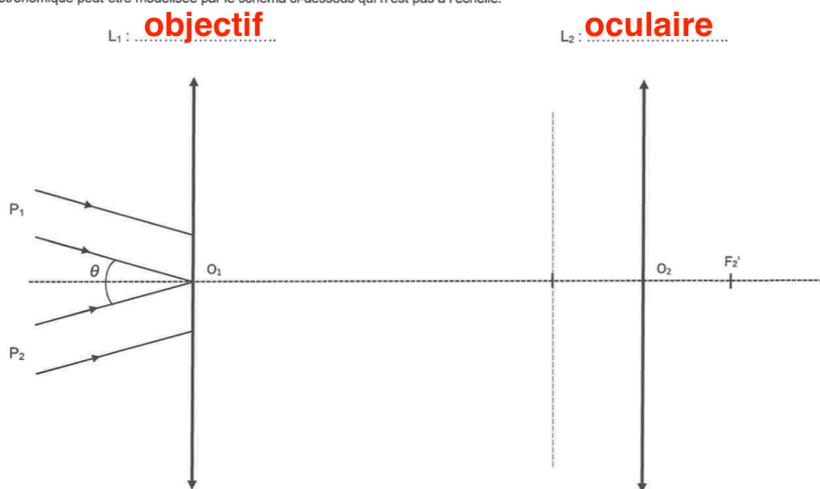
EXERCICE 1 commun à tous les candidats
Observation de la planète Mars (10 points)

Q1.
 L_1 : l'objectif car c'est une lentille convergente possédant une grande distance focale. C'est la lentille placée vers l'objet
 L_2 : l'oculaire car c'est une lentille convergente possédant une petite distance focale. C'est la lentille où on place l'œil.

ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE

EXERCICE I

La lunette astronomique peut-être modélisée par le schéma ci-dessous qui n'est pas à l'échelle.



22-PYCJ2ME1

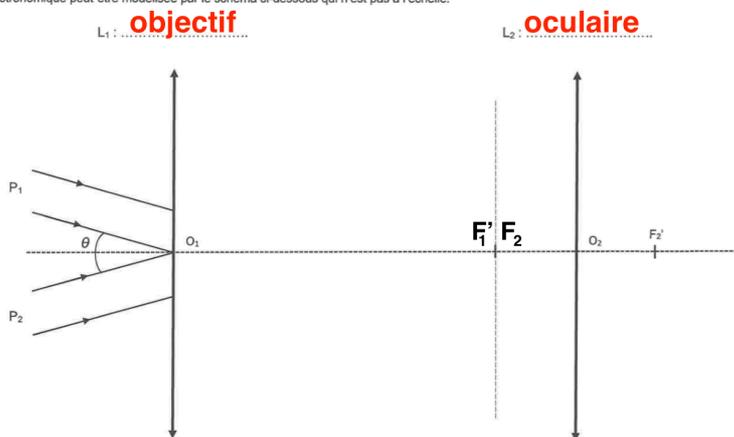
Page 14/15

Q2.
Un système optique est dit afocal s'il donne d'un objet à l'infini une image à l'infini.
Les deux foyers F_1' et F_2 sont confondus.

ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE

EXERCICE I

La lunette astronomique peut-être modélisée par le schéma ci-dessous qui n'est pas à l'échelle.



22-PYCJ2ME1

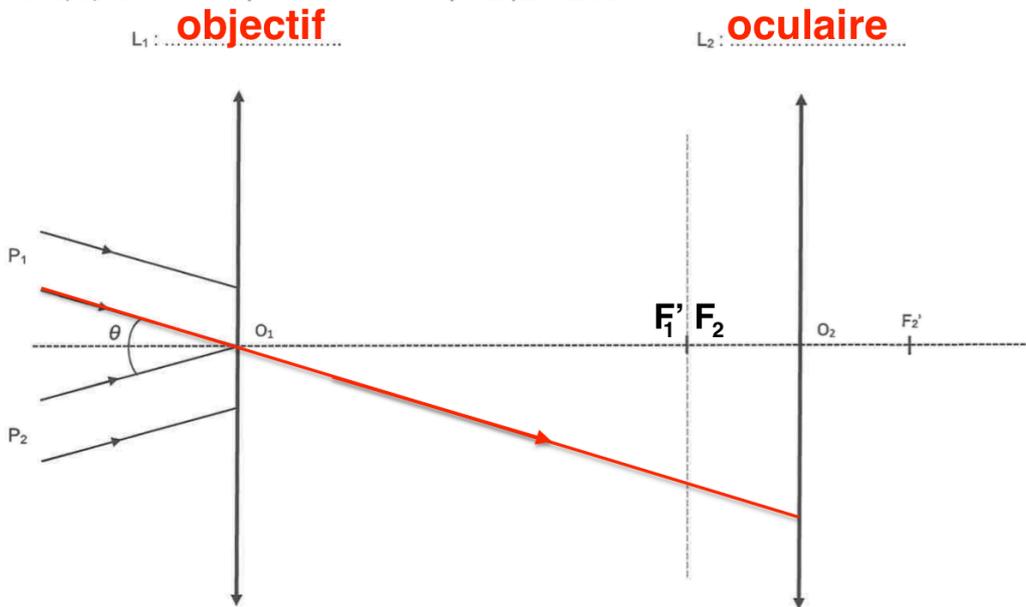
Page 14/15

Q3.
 Le rayon lumineux 3 issu de P_1 pénétrant dans la lunette par le centre optique O_1 de la lentille L_1 n'est pas dévié.

ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE

EXERCICE I

La lunette astronomique peut-être modélisée par le schéma ci-dessous qui n'est pas à l'échelle.

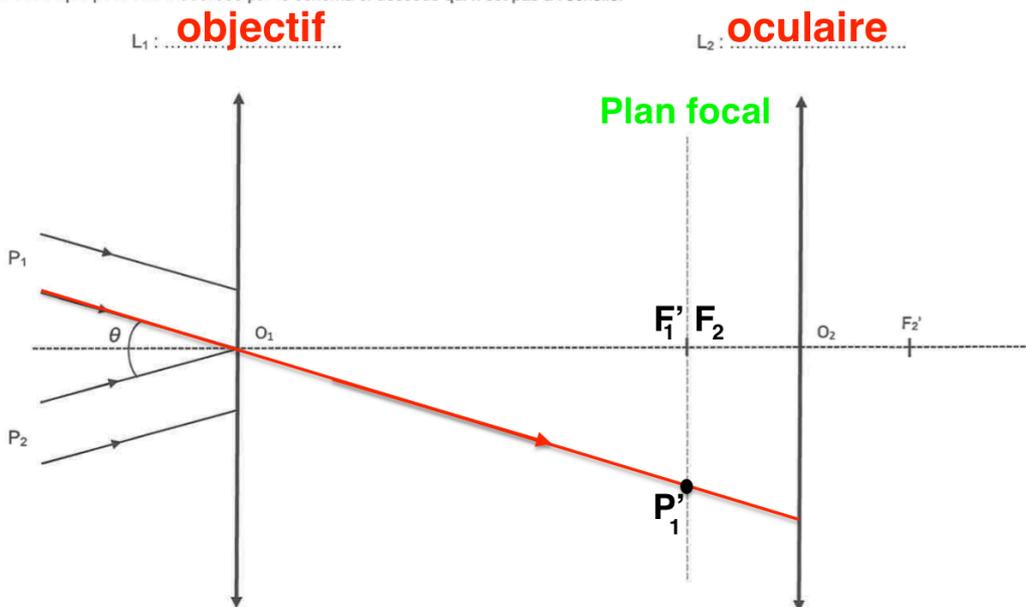


Position de P'_1 image intermédiaire de P_1 : Comme P_1 est à l'infini, son image P'_1 est dans le plan focal image de l'objectif L_1 .

ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE

EXERCICE I

La lunette astronomique peut-être modélisée par le schéma ci-dessous qui n'est pas à l'échelle.

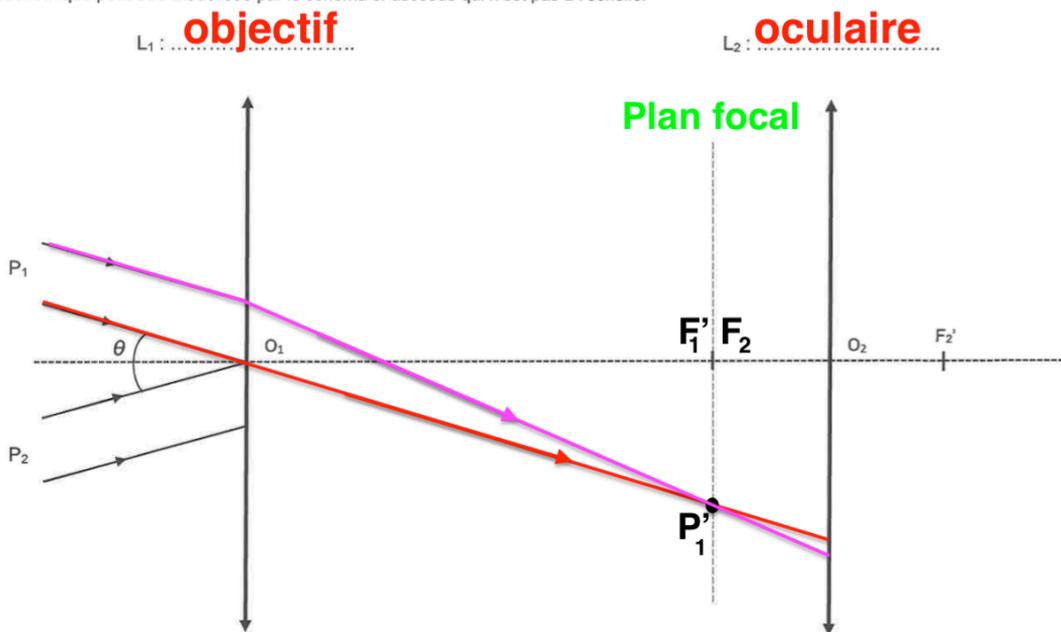


L'autre rayon lumineux issu P_1 est dévié vers P'_1 .

ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE

EXERCICE I

La lunette astronomique peut-être modélisée par le schéma ci-dessous qui n'est pas à l'échelle.

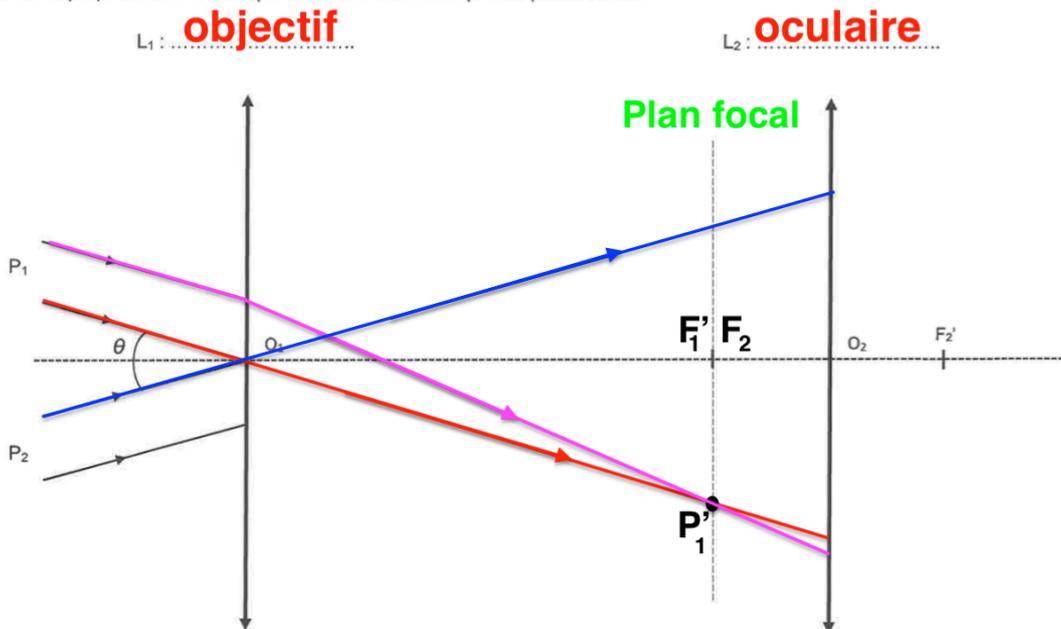


Même démarche pour P_2

ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE

EXERCICE I

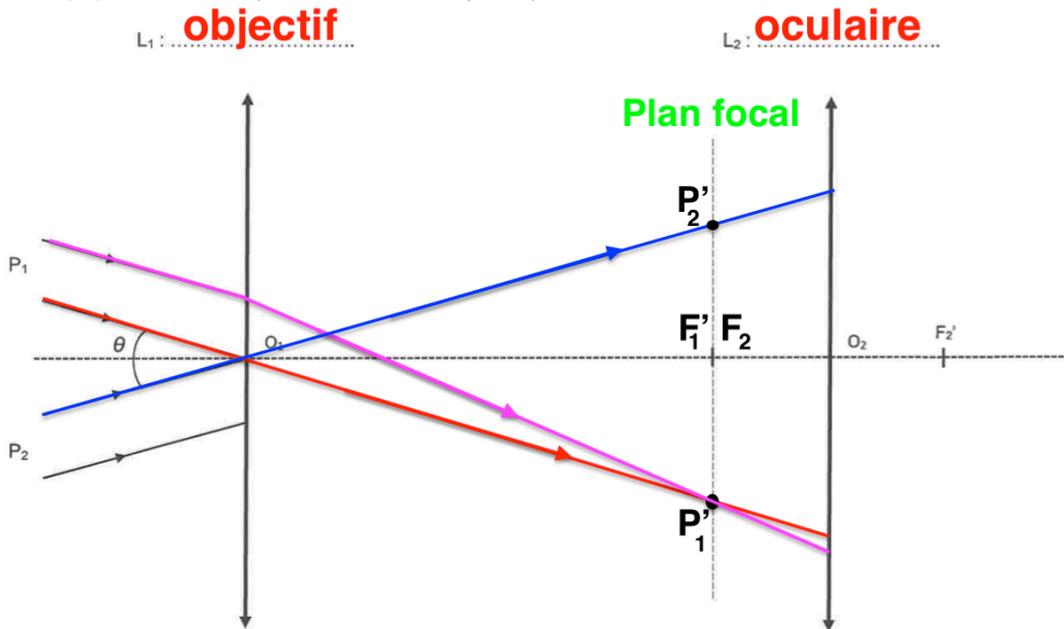
La lunette astronomique peut-être modélisée par le schéma ci-dessous qui n'est pas à l'échelle.



ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE

EXERCICE I

La lunette astronomique peut-être modélisée par le schéma ci-dessous qui n'est pas à l'échelle.



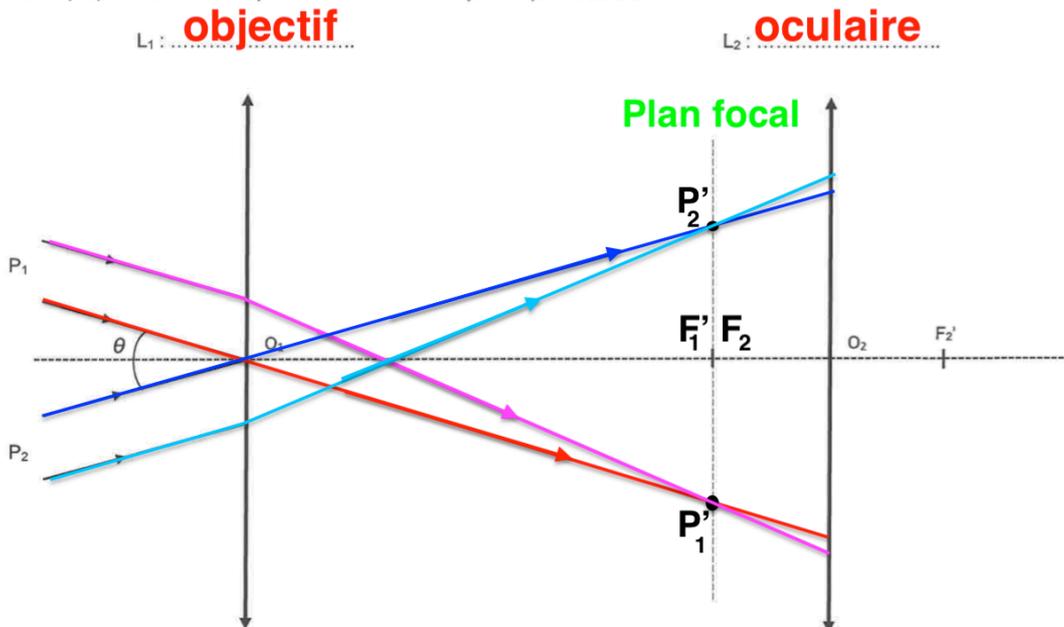
22-PYCJ2ME1

Page 14/15

ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE

EXERCICE I

La lunette astronomique peut-être modélisée par le schéma ci-dessous qui n'est pas à l'échelle.



22-PYCJ2ME1

Page 14/15

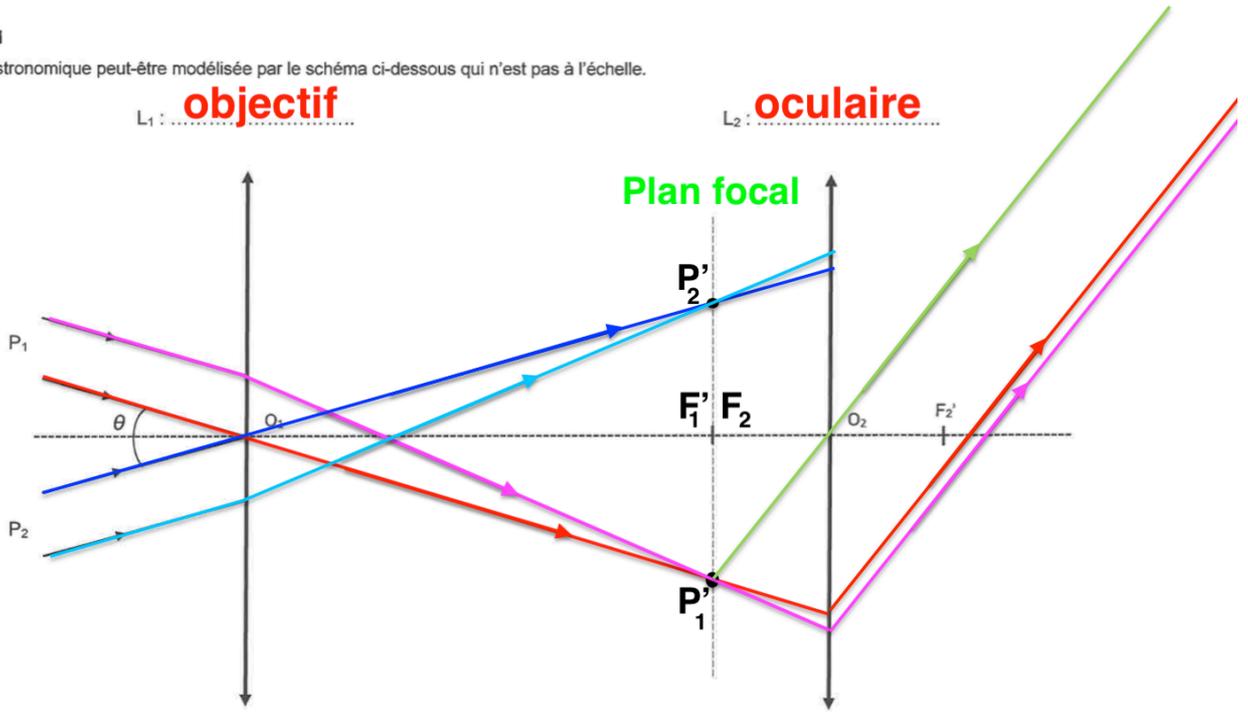
Pour les rayons émergents de la lentille L_2 :

- On trace un rayon issu de P'_1 passant par O_2 . Ce rayon ne sera pas dévié.
- De plus nous savons que l'image d'un objet situé dans le plan focal objet d'une lentille se forme à l'infini. Ainsi les rayons émergents de la lentille L_2 issue de P'_1 seront parallèles à ce rayon tracé.

ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE

EXERCICE I

La lunette astronomique peut-être modélisée par le schéma ci-dessous qui n'est pas à l'échelle.

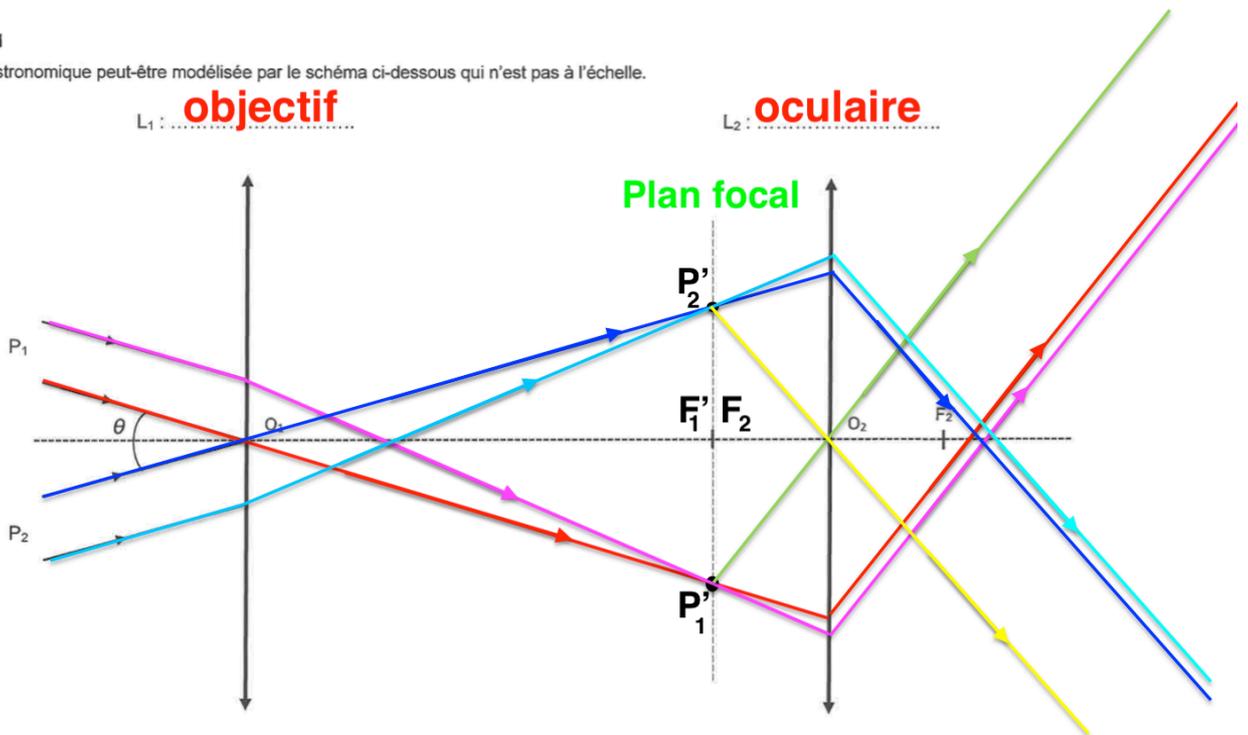


Même démarche pour P'_2

ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE

EXERCICE I

La lunette astronomique peut-être modélisée par le schéma ci-dessous qui n'est pas à l'échelle.

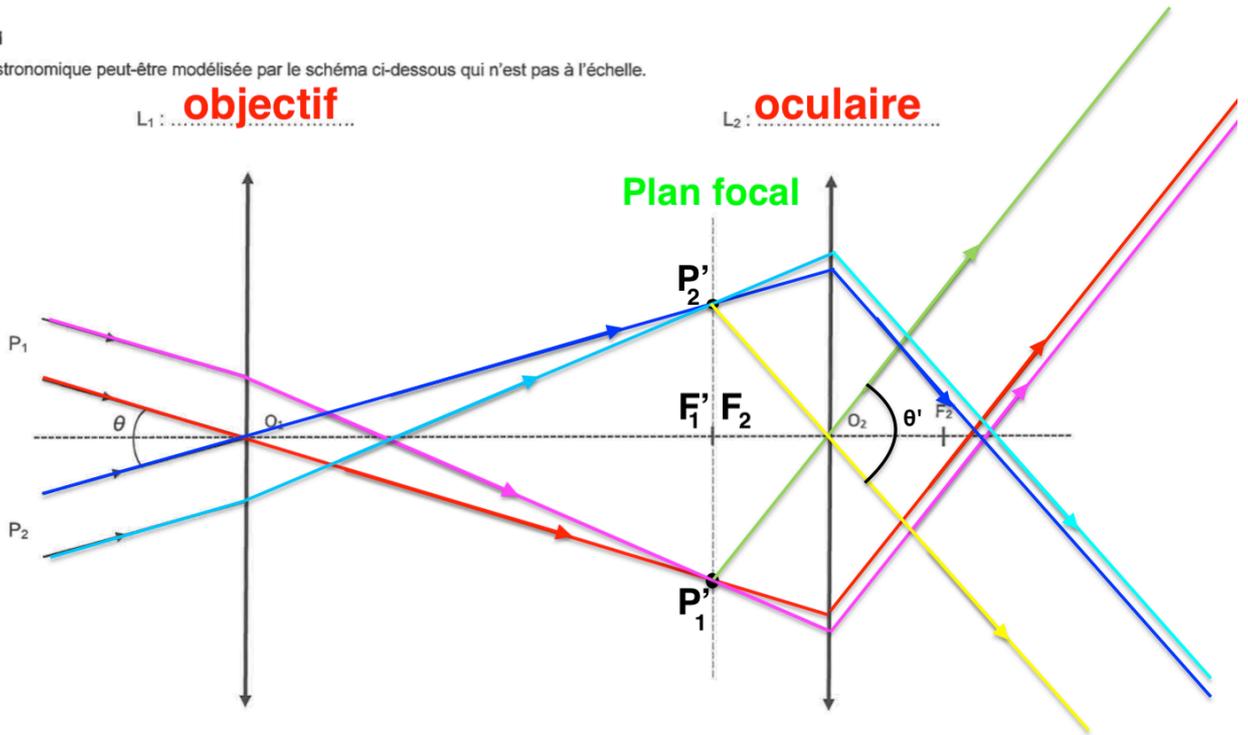


On place θ'

ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE

EXERCICE I

La lunette astronomique peut-être modélisée par le schéma ci-dessous qui n'est pas à l'échelle.



Q4.

$$G = \frac{f_1'}{f_2'}$$

$$G = \frac{900}{20}$$

$$G = 45$$

Q5.

$$\theta = 4,9 \cdot 10^{-5} \text{ rad}$$

$$\varepsilon = 2,9 \cdot 10^{-4} \text{ rad}$$

$$\theta < \varepsilon$$

L'œil ne peut donc différencier deux points : l'observateur voit alors un point lumineux.

Q6.

$$G = \frac{\theta'}{\theta}$$

$$\frac{\theta'}{\theta} = G$$

$$\theta' = G \times \theta$$

$$\theta' = 45 \times 4,9 \cdot 10^{-5}$$

$$\theta' = 2,2 \cdot 10^{-3} \text{ rad}$$

$$\theta' > \varepsilon$$

L'œil peut donc différencier deux points.

2.
Q7.

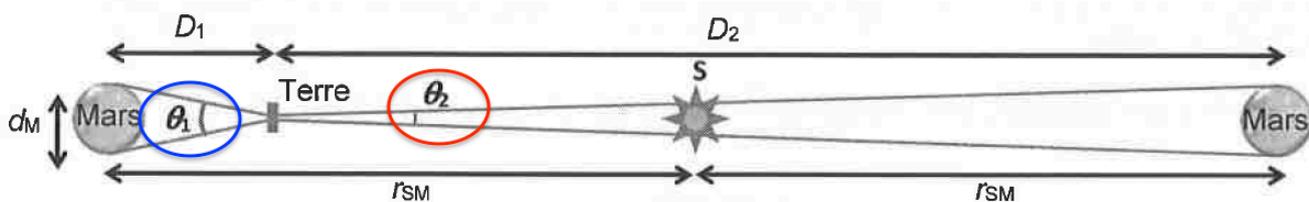


Figure 2. Schéma des positions relatives de Mars par rapport à la Terre (échelle non respectée)

θ_1 l'angle maximal car Mars est au plus près de la terre

θ_2 l'angle minimal car Mars est au plus loin de la terre

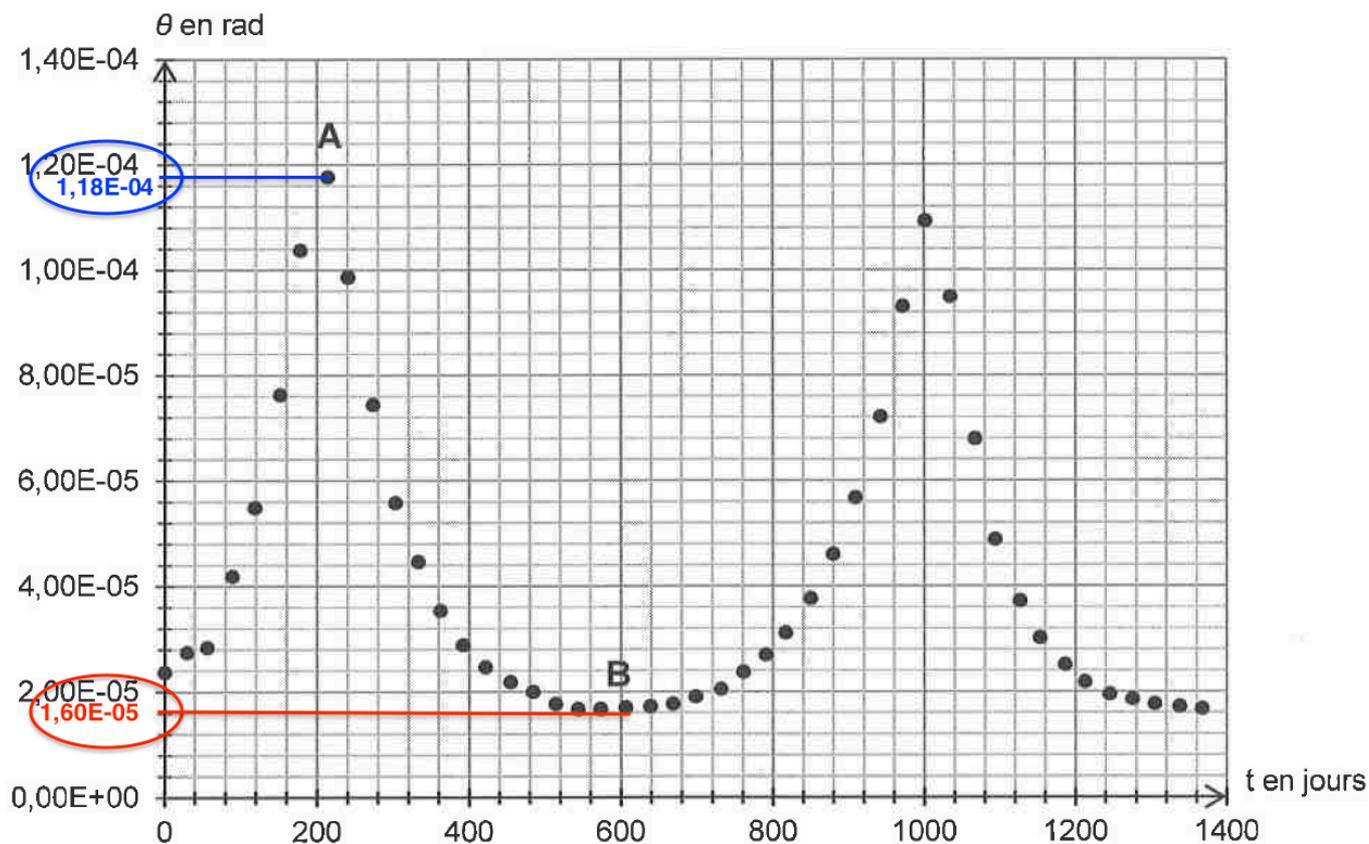
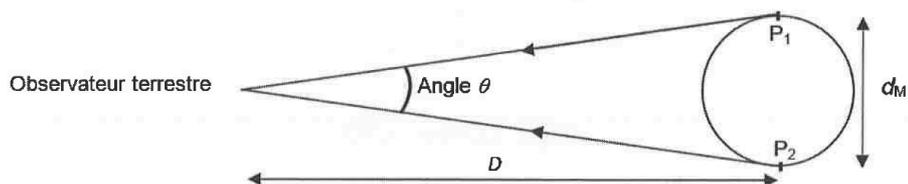


Figure 1. Évolution de l'angle θ sous lequel la planète Mars est vue par un observateur terrestre en fonction du temps t

$$\theta_1 = 1,18 \cdot 10^{-4} \text{ rad}$$

$$\theta_2 = 1,60 \cdot 10^{-5} \text{ rad}$$

Q8.



$$\tan(\theta) \approx \theta = \frac{d_M}{D}$$

$$\theta = \frac{d_M}{D}$$

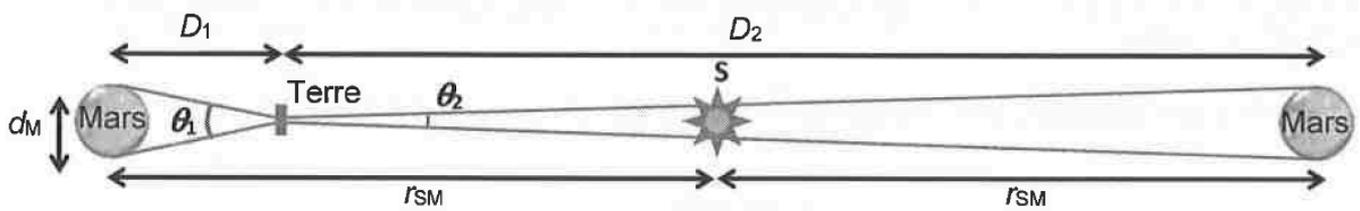


Figure 2. Schéma des positions relatives de Mars par rapport à la Terre (échelle non respectée)

$$\theta_1 = \frac{d_M}{D_1}$$

$$D_1 = \frac{d_M}{\theta_1}$$

$$\theta_2 = \frac{d_M}{D_2}$$

$$D_2 = \frac{d_M}{\theta_2}$$

Or, graphiquement $D_1 + D_2 = 2r_{SM}$

D'où

$$D_1 + D_2 = 2r_{SM}$$

$$\frac{d_M}{\theta_1} + \frac{d_M}{\theta_2} = 2r_{SM}$$

$$\frac{d_M}{\theta_1} + \frac{d_M}{\theta_2} = 2r_{SM}$$

$$d_M \left(\frac{1}{\theta_1} + \frac{1}{\theta_2} \right) = 2r_{SM}$$

$$d_M = \frac{2r_{SM}}{\left(\frac{1}{\theta_1} + \frac{1}{\theta_2} \right)}$$

Q9.

$$d_M = \frac{2r_{SM}}{\left(\frac{1}{\theta_1} + \frac{1}{\theta_2} \right)}$$

$$d_M = \frac{2 \times 2,2 \cdot 10^8}{\left(\frac{1}{1,18 \cdot 10^{-4}} + \frac{1}{1,60 \cdot 10^{-5}} \right)}$$

$$d_M = 6,2 \cdot 10^3 \text{ km}$$

$$d_{\text{ref}} = 6,78 \cdot 10^3 \text{ km}$$

Les deux valeurs sont du même ordre de grandeur.

Q10.

Système : Phobos

Référentiel : Marsocentrique supposé galiléen



$$\Sigma \vec{F}_{\text{ext}} = m\vec{a}$$

$$\vec{F}_{M/P} = m\vec{a}$$

$$G \times \frac{m \times M_M}{r_{MP}^2} \vec{N} = m\vec{a}$$

$$\vec{a} = G \times \frac{M_M}{r_{MP}^2} \vec{N}$$

Or, pour un mouvement circulaire, dans la base de Frenet, le vecteur accélération est de la forme:

$$\vec{a} = \frac{v^2}{r_{MP}} \vec{N} + \frac{dv}{dt} \vec{T}$$

L'accélération étant unique, par identification :

$$\frac{v^2}{r_{MP}} = G \times \frac{M_M}{r_{MP}^2}$$

donc

$$v = \sqrt{\frac{G \times M_M}{r_{MP}}}$$

Q11.

La période de révolution est :

$$T = \frac{\text{circonférence}}{\text{vitesse}}$$

$$T = \frac{2\pi R}{v}$$

$$T = \frac{2\pi r_{MP}}{\sqrt{\frac{G \times M_M}{r_{MP}}}}$$

$$T = 2\pi r_{MP} \sqrt{\frac{r_{MP}}{G \times M_M}}$$

$$T^2 = 4\pi^2 r_{MP}^2 \frac{r_{MP}}{G \times M_M}$$

$$T^2 = \frac{4\pi^2 r_{MP}^3}{G \times M_M}$$

$$M_M = \frac{4\pi^2 r_{MP}^3}{G \times T^2}$$

$$M_M = \frac{4\pi^2 (9,38 \cdot 10^3 \times 10^3)^3}{6,67 \cdot 10^{-11} \times (7 \times 60 \times 60 + 39 \times 60)^2}$$

$$M_M = 6,44 \cdot 10^{23} \text{ Kg}$$

$$M_T = 5,97 \cdot 10^{24} \text{ Kg}$$

$$\frac{M_T}{M_M} = \frac{5,97 \cdot 10^{24}}{6,44 \cdot 10^{23}}$$

$$\frac{M_T}{M_M} = 9,3$$

On retrouve la phrase du texte : la planète mars possède une masse environ dix fois moins grande que celle de la Terre.

EXERCICE A au choix du candidat
L'arome de vanille

Q1.

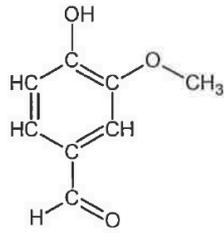


Figure 1. Formule semi-développée de la vanilline
Vanilline : $C_8H_8O_3$

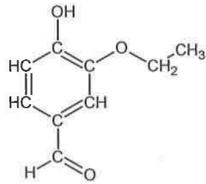
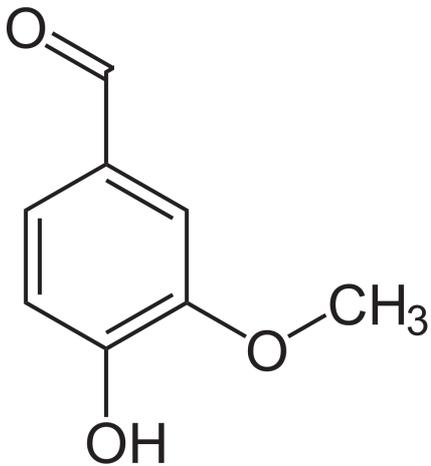


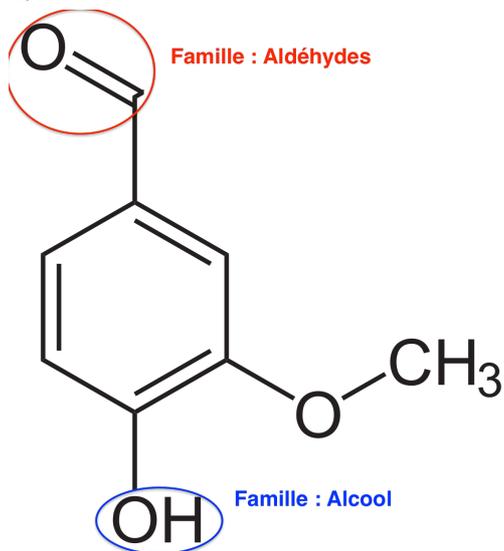
Figure 2. Formule semi-développée de l'éthylvanilline

Ethylvanilline : $C_9H_{10}O_3$

Q2.

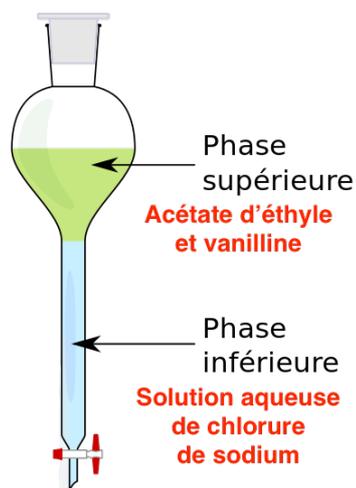


Q3.



Q4.

La solution aqueuse de chlorure de sodium à une densité supérieure à celle de l'acétate d'éthyle, La solution aqueuse de chlorure de sodium est en bas et l'acétate d'éthyle en haut de l'ampoule à décanter. La vanilline est très soluble dans l'acétate d'éthyle. La vanilline se trouve dans la phase organique.



Q5.

Tous les produits ayant une tache à la même hauteur que la vanilline en contiennent.

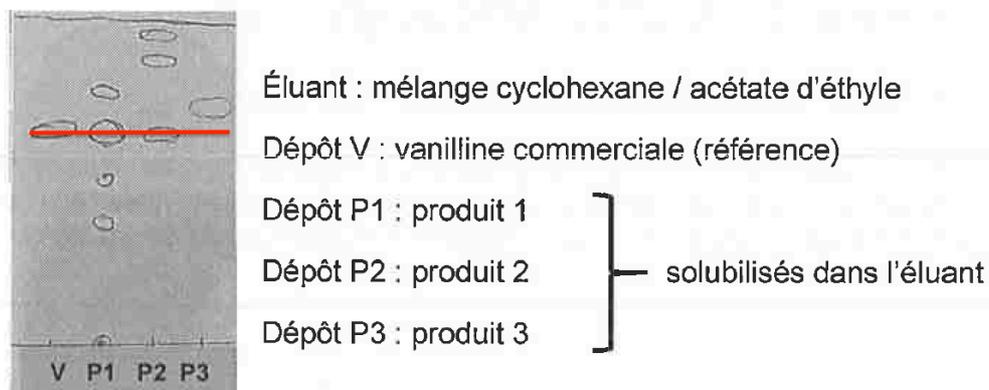


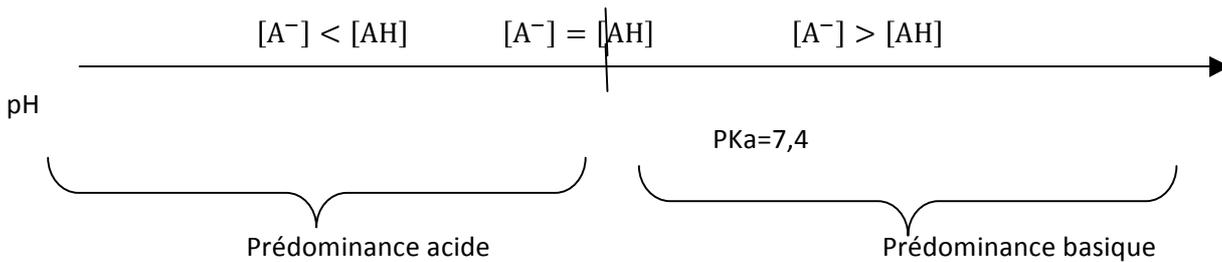
Figure 3. Chromatogramme obtenu expérimentalement

Les produits P1 et P2 contiennent donc de la vanilline.

Q6.

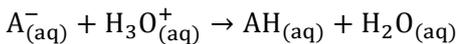
Couple AH/A⁻

Diagramme de prédominance :



Au début du titrage $pH=9,8$: $pH > pK_a$. L'espèce prédominante est A^-

Q7.



Q8.

A l'équivalence, les réactifs ont été introduits dans les proportions stoechiométrique :

$$\frac{n_{A^-}^i}{1} = \frac{n_{H_3O^+}^{eq}}{1}$$

On cherche une masse

$$\frac{m_{A^-}}{M_{A^-}} = C_{Acide} \times V_{eq}$$

$$m_{A^-} = C_{Acide} \times V_{eq} \times M_{A^-}$$

D'après le texte : « on admet que le volume d'acide chlorhydrique nécessaire pour titrer l'ion vanillinate est égal à la différence des deux volumes entre les deux équivalences observées »

On trouve graphiquement V_{eq} :

$$V_{eq} = 12,6 - 2,4$$

$$V_{eq} = 10,2 \text{ mL}$$

$$m_{A^-} = C_{Acide} \times V_{eq} \times M_{A^-}$$

$$m_{A^-} = C_{Acide} \times V_{eq} \times M_{A^-}$$

$$m_{A^-} = 4,1 \cdot 10^{-3} \times 10,2 \cdot 10^{-3} \times 152$$

$$m_{A^-} = 6,4 \cdot 10^{-3} \text{ g}$$

Masse dans 50,0 mL.

$$\text{Dans } 100,0 \text{ mL } m'_{A^-} = 2 \times m_{A^-} = 2 \times 6,4 \cdot 10^{-3} \text{ g} = 1,3 \cdot 10^{-2} \text{ g}$$

Cherchons la masse dans un kilogramme d'extrait :

Extrait	Masse de vanilline
0,31 g	$1,3 \cdot 10^{-2} \text{ g}$
1000 g	m

$$m = \frac{1000 \times 1,3 \cdot 10^{-2}}{0,31}$$

$$m = 42 \text{ g}$$

L'appellation extrait de vanille peut être attribué à cet extrait.

D'après le texte : « cette masse peut atteindre plusieurs dizaine de grammes », c'est conforme au résultat trouvé.

EXERCICE B au choix du candidat
Encre et effaceur

Q1.

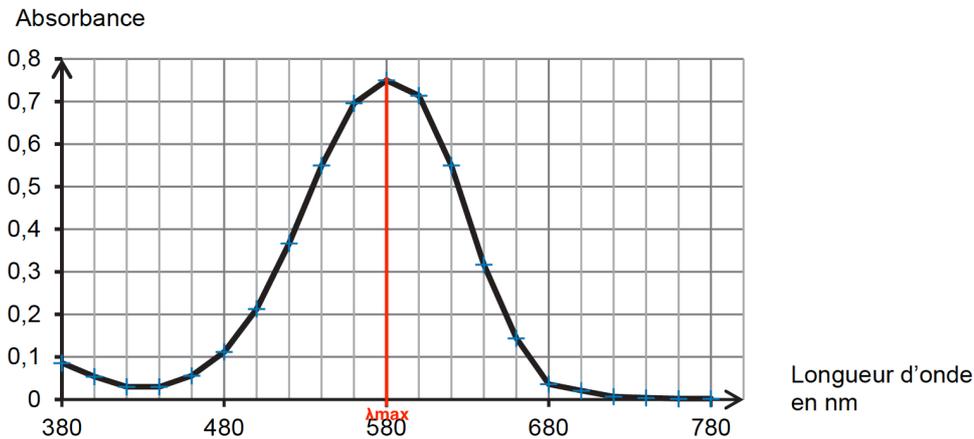
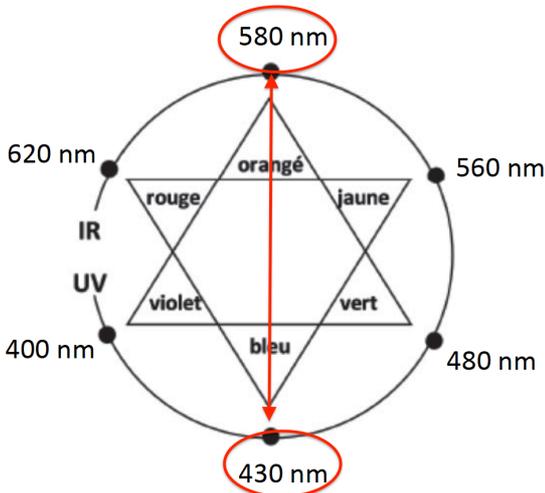


Figure 1. Spectre d'absorption de la solution S₂ de bleu d'aniline obtenue par dilution de l'encre contenue dans une cartouche

La couleur absorbée correspond à $\lambda_{\text{max}} = 580 \text{ nm}$ couleur orangé.



Sa couleur est la couleur complémentaire du orangé (couleur opposée sur la cercle chromatique) : le bleu.
La solution est donc de couleur bleu.

C'est en accord avec la couleur de l'encre : « Le colorant principal de l'encre bleue »

Q2.

Lors d'une dilution, la quantité de matière se conserve :

$$F = \frac{V_2}{V_1}$$

$$V_1 = \frac{V_2}{F}$$

$$V_1 = \frac{100}{20}$$

$$V_1 = 5,0 \text{ mL}$$

Protocole :

- Verser la solution mère dans un bécher
- Prélever à l'aide d'une pipette jaugée $V_1 = 5,0 \text{ mL}$ de la solution mère
- Introduire V_1 dans une fiole jaugée $V_2 = 100,0 \text{ mL}$
- Ajouter de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge
- Homogénéiser la solution

Q3.

Loi de Beer-Lambert : $A = \epsilon \times l \times C$

$$A = \epsilon \times l \times C$$

Absorbance

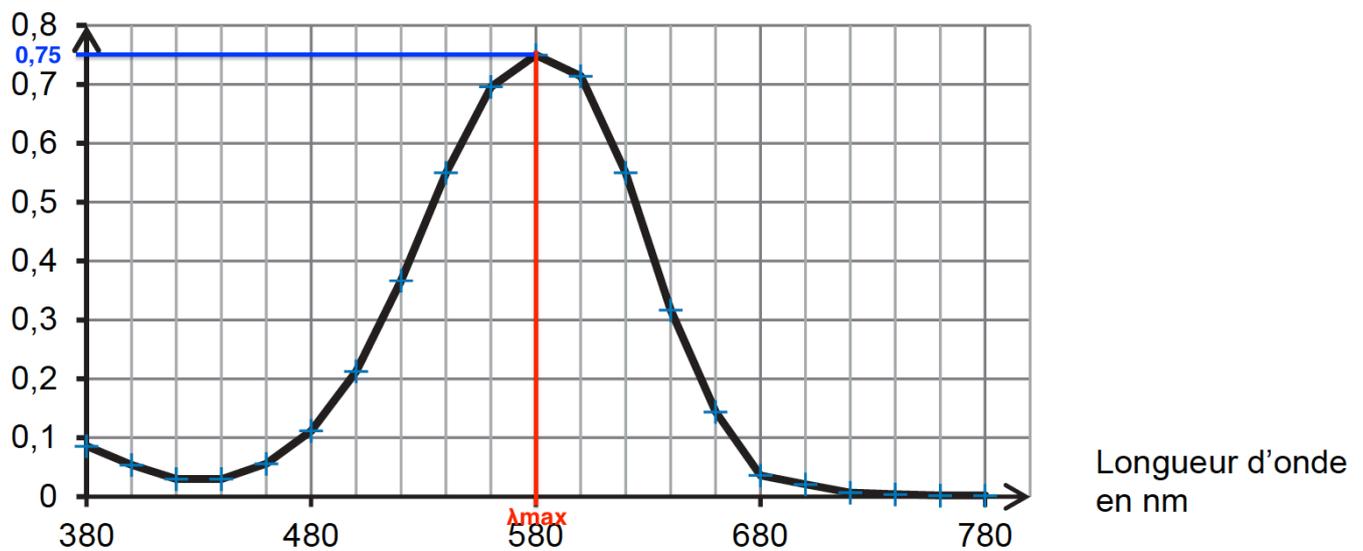


Figure 1. Spectre d'absorption de la solution S_2 de bleu d'aniline obtenue par dilution de l'encre contenue dans une cartouche

Pour $\lambda_{max} = 580 \text{ nm}$, $A = 0,75$

$$A = \epsilon \times l \times C_2$$

$$\epsilon \times l \times C_2 = A$$

$$C_2 = \frac{A}{\epsilon \times l}$$

$$C_2 = \frac{0,75}{5,00 \cdot 10^4 \times 1,0}$$

$$C_2 = 1,5 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

Q4.

$$F = \frac{C_1}{C_2}$$

$$\frac{C_1}{C_2} = F$$

$$C_1 = F \times C_2$$

$$C_1 = 20 \times 1,5 \cdot 10^{-5}$$

$$C_1 = 3,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$C_1 = \frac{n_1}{V}$$

$$n_1 = C_1 \times V$$

$$n_1 = 3,0 \cdot 10^{-4} \times 100 \cdot 10^{-3}$$

$$n_1 = 3,0 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$$

Q5.

$$\text{titre} = \frac{m_1}{m_{\text{encre}}}$$

$$\text{Or } m_{\text{encre}} = \rho_{\text{encre}} \times V_{\text{cartouche}}$$

$$\text{et } m_1 = n_1 \times M_1$$

$$\text{titre} = \frac{n_1 \times M_1}{\rho_{\text{encre}} \times V_{\text{cartouche}}}$$

$$\text{titre} = \frac{3,0 \cdot 10^{-5} \times 737,7}{1,1 \times 0,60}$$

$$\text{titre} = 3,4 \cdot 10^{-2}$$

$$\text{titre} = 3,4 \%$$

Le résultat correspond aux attentes : « L'encre ne contient que 3 à 5 % en masse de ce colorant »

Q6.

Couples :

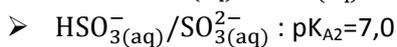
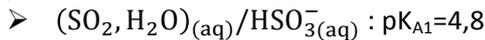
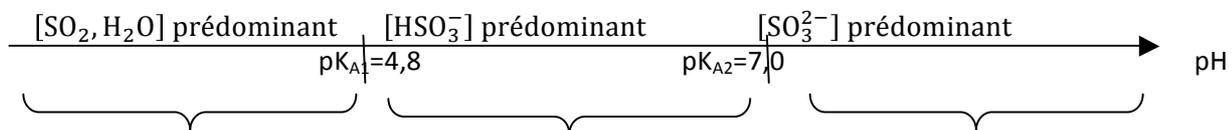


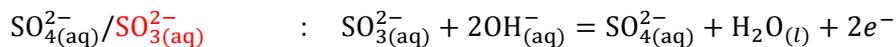
Diagramme de prédominance :



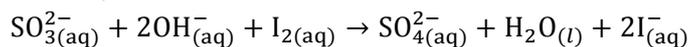
La valeur mesurée du pH de la solution S est 11,0 : SO_3^{2-} est prédominant

Q7.

Réaction d'oxydoréduction support du titrage en milieu basique entre les ions sulfite $\text{SO}_3^{2-}_{(\text{aq})}$ et le diiode $\text{I}_{2(\text{aq})}$



Soit l'équation :



Q8.

A l'équivalence, les réactifs ont été introduits dans les proportions stoechiométrique :

$$\frac{n_{\text{SO}_3^{2-}}^i}{1} = \frac{n_{\text{I}_2}^{\text{eq}}}{1}$$

$$n_{\text{SO}_3^{2-}}^i = C_{\text{I}_2} \times V_E$$

$$n_{\text{SO}_3^{2-}}^i = 1,0 \cdot 10^{-2} \times 8,2 \cdot 10^{-3}$$

$$n_{\text{SO}_3^{2-}}^i = 8,2 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$$

La quantité de matière d'ion sulfite $n_{\text{SO}_3^{2-}}$ contenue dans un effaceur est voisine de $8 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$

Q9.

On suppose que : « que la réaction d'oxydoréduction entre le bleu d'aniline et les ions sulfite met en jeu une mole de bleu d'aniline pour une mole d'ions sulfite. »

Pour $n_{\text{SO}_3^{2-}} = 8,2 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$ on peut effacer $n_{\text{bleu d'aniline}} = 8,2 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$

1 cartouche	N cartouches
$3,0 \cdot 10^{-5} \text{mol}$	$8,2 \cdot 10^{-5} \text{mol}$

$$N = \frac{8,2 \cdot 10^{-5}}{3,0 \cdot 10^{-5}}$$

$$N = 2,7 \text{ cartouches}$$

On peut effacer avec un seul effaceur 2,7 cartouches d'encre.