

Modèle CCYC : ©DNE Nom de famille (naissance) : (Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)	
Prénom(s) :	
N° candidat :	
Né(e) le :	
	N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

1.1

ÉVALUATIONS

CLASSE : première

VOIE : ☒ Générale ☐ Technologique ☐ Toutes voies (LV)

ENSEIGNEMENT : Spécialité physique-chimie

DURÉE DE L'ÉPREUVE : 2 h

CALCULATRICE AUTORISÉE : ☒ Oui ☐ Non

☒ Ce sujet contient des parties à rendre par le candidat avec sa copie. De ce fait, il ne peut être dupliqué et doit être imprimé pour chaque candidat afin d'assurer ensuite sa bonne numérisation.

Nombre total de pages : 9

PARTIE A

L'oxydation du vin (10 points)

L'objectif de cet exercice est d'étudier la fabrication du vinaigre.

Le vinaigre est le produit de la fermentation acétique du vin ou de produits très variés (cidre, certains fruits, miel). L'alcool présent dans le vin sous forme d'éthanol C_2H_6O s'oxyde, sous l'action de l'oxygène de l'air et se transforme en acide acétique $C_2H_4O_2$. Cette transformation chimique est possible grâce à la présence de bactéries présentes naturellement dans l'air appelée *Acetobacter aceti*. L'*Acetobacter aceti* joue le rôle d'enzyme lors de cette transformation chimique.

Ainsi, du vin de table, exposé à l'air, se recouvre d'un voile et acquiert une saveur aigre et une odeur piquante. Ce voile, formé de bactéries, se multiplie très rapidement en formant une pellicule épaisse et blanchâtre appelée la « mère » du vinaigre. Ces bactéries sont qualifiées d'aérobie, c'est à dire qu'elles ne peuvent vivre qu'en présence d'oxygène. Si la mère de vinaigre est immergée, les bactéries, isolées de l'air, ne peuvent subsister longtemps.

D'après Bulletin de l'Union des Physiciens n°773



Les enzymes sont des molécules biologiques agissant comme des catalyseurs. Lorsqu'une réaction est catalysée par une enzyme, on parle de catalyse enzymatique.

D'après <https://www.cnrs.fr/>

Données :

- Le degré d'acidité d'un vinaigre est égal à la masse d'acide acétique contenue dans 100 g de vinaigre. S'exprime en degré (°) ou en pourcentage (%).
- Le titre en alcool ou teneur en alcool (% en volume) correspond au volume d'éthanol (en mL) contenu dans 100 mL de liquide alcoolique.
- Masse volumique de l'éthanol à 25 °C : $\rho = 0,79 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$
- Masse molaire moléculaire de l'éthanol : $M_{(\text{éthanol})} = 46 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$
- Masse molaire moléculaire de l'acide acétique : $M_{(\text{acide acétique})} = 60 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

La fermentation acétique

On veut créer du vinaigre à partir d'un vin.

1. Écrire les deux demi-équations électroniques associées aux couples oxydant/réducteur suivants: $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2(\text{aq})/\text{C}_2\text{H}_6\text{O}(\text{aq})$ et $\text{O}_2(\text{g})/\text{H}_2\text{O}(\text{l})$.
2. Nommer les réactifs de la réaction modélisant l'oxydation du vin dans l'air.
3. Montrer que l'équation de la réaction modélisant l'oxydation du vin dans l'air est :
$$\text{C}_2\text{H}_6\text{O}(\text{aq}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$$
4. Expliquer pourquoi l'*Acétobacter aceti* n'apparaît pas dans l'équation de cette réaction.
5. Expliquer pourquoi il est préférable que les bactéries soient en surface du liquide et non au fond du récipient contenant le vin qui s'oxyde.

La fabrication artisanale de vinaigre

Un élève décide de fabriquer du « vinaigre de vin » en utilisant du vin bio ayant une teneur en alcool de 12,5 % en volume d'alcool. Il en verse 500 mL dans un bocal en verre qu'il ferme d'un fin tissu, pour laisser passer l'air et retenir les impuretés.

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat : N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

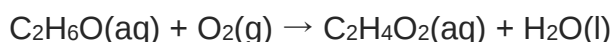
Né(e) le : / /

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

6. Vérifier que la quantité de matière d'éthanol présent dans le bocal initialement a une valeur de $n_{\text{alcool}} = 1,07 \text{ mol}$.

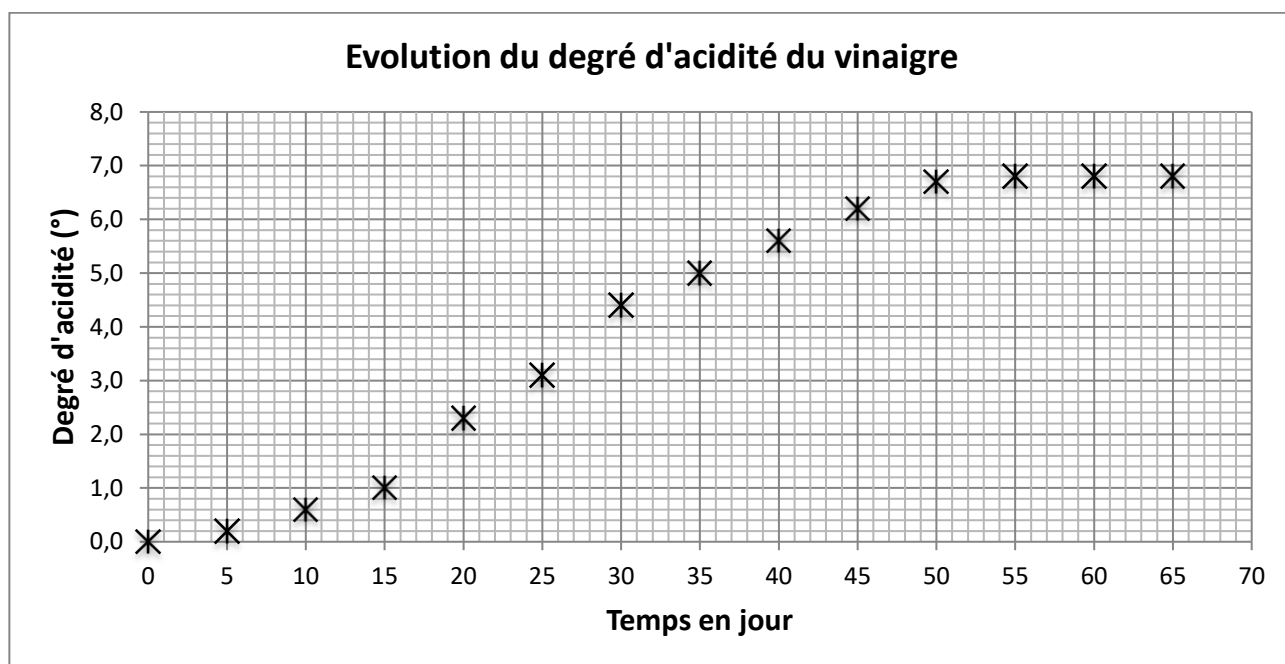
L'équation de la réaction modélisant l'oxydation de l'éthanol dans l'air est la suivante :



7. Déterminer l'avancement maximal, x_{max} , de cette réaction pour une transformation considérée comme totale (l'eau et le dioxygène sont considérés en excès).

L'élève décide d'étudier l'évolution du degré d'acidité du vinaigre formé. Pour cela, il prélève délicatement tous les 5 jours une petite quantité de la solution du bocal qu'il dose par une solution de soude afin de calculer le degré d'acidité. On fera l'approximation que le volume de la solution restera constant tout au long de l'expérience.

Les résultats obtenus sont indiqués dans le graphique suivant :



On se propose d'étudier la solution obtenue le 25^{ème} jour de repos.

8. Déterminer la valeur du degré d'acidité du vinaigre au bout de 25 jours de repos.



9. Montrer que la quantité de matière n_{acide} en acide acétique présente dans le bocal au bout de 25 jours a pour valeur $n_{\text{acide}} = 0,25 \text{ mol}$, sachant que la masse volumique du mélange obtenue est de $1,0 \text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$.
10. Déterminer l'avancement final x_f de cette réaction. Comparer à l'avancement maximal. Conclure.

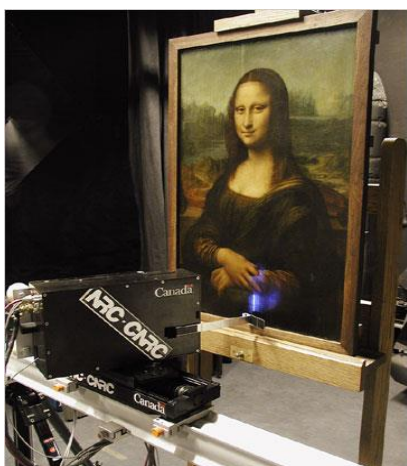
La réglementation française limite la teneur en alcool résiduel (restant) dans le vinaigre à 1,5 % en volume.

11. Montrer que la quantité de matière n_f d'alcool restant dans la solution de vinaigre à l'état final a pour valeur $n_f = 0,5 \text{ mol}$.
12. Conclure sur le respect ou non de la réglementation.

PARTIE B

La Joconde rajeunit... (10 points)

Dans l'expertise d'une œuvre d'art en vue de sa restauration plusieurs moyens simples et non destructeurs peuvent être utilisés. Ainsi, la loupe permet d'observer une multitude de détails insoupçonnés à l'œil nu et révèle l'état de la toile en soulignant les craquelures du vernis mais aussi les repeints légers. La réflectographie infrarouge met au jour sous la couche de peinture des signatures cachées, des dessins sous-jacents, des inscriptions partiellement effacées avec le temps ou volontairement dissimulées et aide même à identifier l'artiste en révélant ses hésitations ou « repentirs ». Quant à la caméra multispectrale, son utilisation sur la Joconde a permis de proposer une restauration virtuelle (voir photographie ci-dessous).



D'après

<https://www.nytimes.com/2006/09/27/arts/design/27mona.html>

Modèle CCYC : ©DNE Nom de famille (naissance) : (Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)	
Prénom(s) :	
N° candidat :	
Né(e) le :	(Les numéros figurent sur la convocation.) / /
N° d'inscription :	

1.1

1. La loupe

Une loupe est constituée d'une seule lentille mince convergente. L'image d'un objet est formée en avant de la lentille et l'œil l'observe à travers la lentille. Pour cela, la distance entre la lentille et l'objet doit être inférieure à la distance focale de la lentille.

On considère une loupe dont la vergence est 20 δ.

Rappel : La vergence est définie par la relation : $C = \frac{1}{OF'} = \frac{1}{f'}$. Elle caractérise la capacité de la lentille, de centre O et de foyer image F', à faire converger des rayons lumineux en un point. Elle s'exprime en dioptrie (δ). La distance focale f' s'exprime alors en mètre (m).

1.1 Calculer la distance focale de la lentille convergente.

On prendra soin par la suite de respecter les échelles suivantes :

- échelle horizontale : 1,0 cm sur la figure représente 2,0 cm en réalité ;
- échelle verticale : 1,0 cm sur la figure représente 1,0 mm en réalité.

1.2 Positionner les foyers objet F et image F' sur le schéma de l'**ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE**.

1.3 À l'aide d'au minimum deux rayons lumineux particuliers, construire sur l'**ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE** l'image A'B' d'un objet AB de taille 1,0 mm ($\overline{AB} = 1,0$ mm) et dont la position sur l'axe optique est telle que $\overline{OA} = -4,0$ cm.

1.4 Indiquer sur le schéma de l'**ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE** où placer l'œil (on pourra schématiser un œil).

1.5 Qualifier l'image à l'aide de trois adjectifs appropriés.

Rappel : Le grandissement γ (gamma) est défini par la relation : $\gamma = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}}$. C'est une grandeur sans unité. Les grandeurs algébriques $\overline{OA'}$, $\overline{OA}$, $\overline{A'B'}$ et $\overline{AB}$ doivent être exprimées dans la même unité.

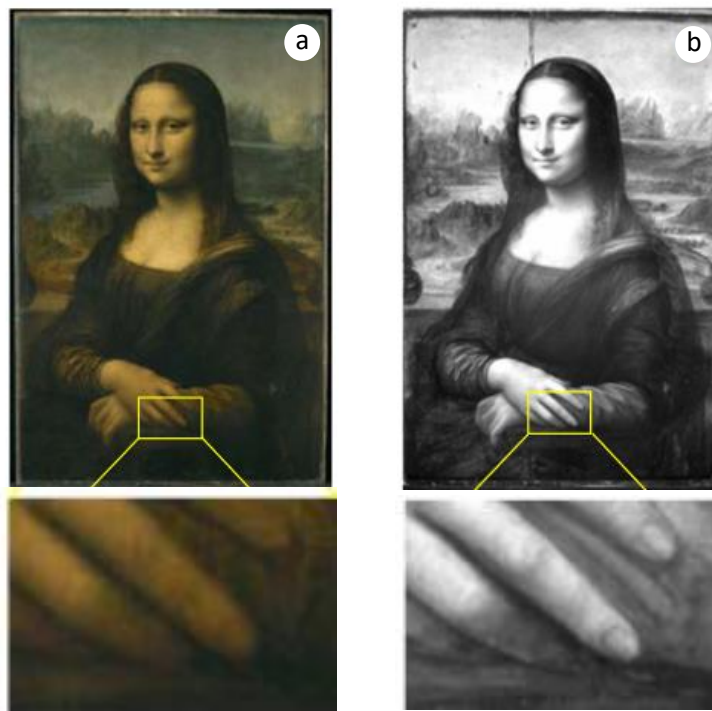
1.6 Mesurer sur la construction la position $\overline{OA'}$ et la taille $\overline{A'B'}$ de l'image A'B'. En déduire la valeur du grandissement γ . Conclure.

1.7 Dans quel sens faut-il déplacer la loupe pour observer une image plus grande ? Justifier la réponse en vous aidant de la construction.



2. La réflectographie infrarouge

Les rayonnements infrarouges (IR) ont la capacité de traverser les vernis et les couches picturales pour atteindre les tracés sous-jacents. Les esquisses du peintre se trouvant sous les pigments, peuvent ainsi être révélées, car le support (toile peinte en blanc) réfléchit pratiquement la totalité de la lumière infrarouge incidente, alors que les esquisses (tracés au fusain ou au crayon) l'absorbent. On voit par exemple sur les détails de la main (cf. document ci-après), que Léonard de Vinci a modifié la position des doigts de la Joconde, entre le début et la fin de l'exécution du tableau.



D'après L. Beck : X, UV et particules au service du Patrimoine Culture, Centre de recherche et de restauration des musées de France - UMR 171 CNRS / MCC, Palais du Louvre.

Détails des doigts de la main de la Joconde : éclairage en lumière blanche (a) et en lumière infrarouge (b)

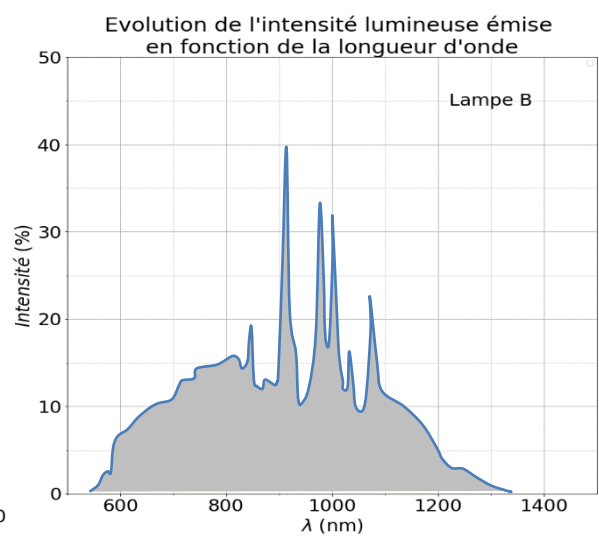
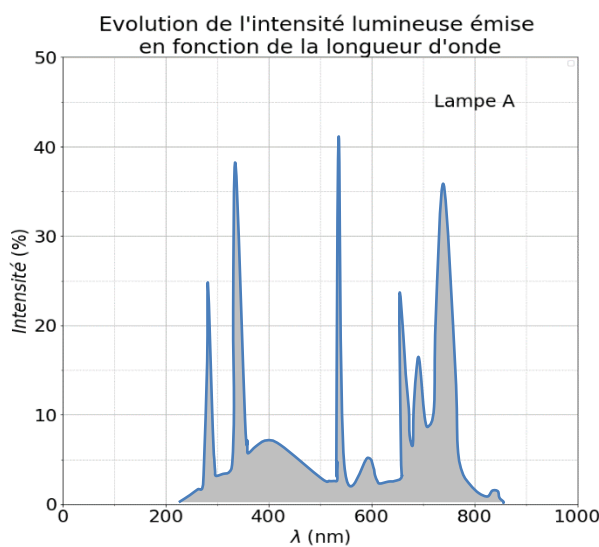
2.1 Compléter le schéma légendé de l'**ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE** en traçant les rayons lumineux infrarouges réfléchis afin de modéliser le principe de la réflectographie infrarouge.

2.2 Rappeler la valeur, en nanomètre, de la longueur d'onde à partir de laquelle débute le domaine des infrarouges.



2.3 Les longueurs d'ondes des radiations utilisées en réflectographie, sont comprises entre $1\ \mu\text{m}$ et $2\ \mu\text{m}$. Convertir ces deux longueurs d'onde en nanomètres.

2.4 À partir de l'analyse des profils spectraux des lumières émises par deux sources lumineuses A et B (document ci-dessous), indiquer, en justifiant la réponse, laquelle des deux sources pourrait être utilisée en réflectographie infrarouge.



Profils spectraux des lampes A et B



Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat : N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

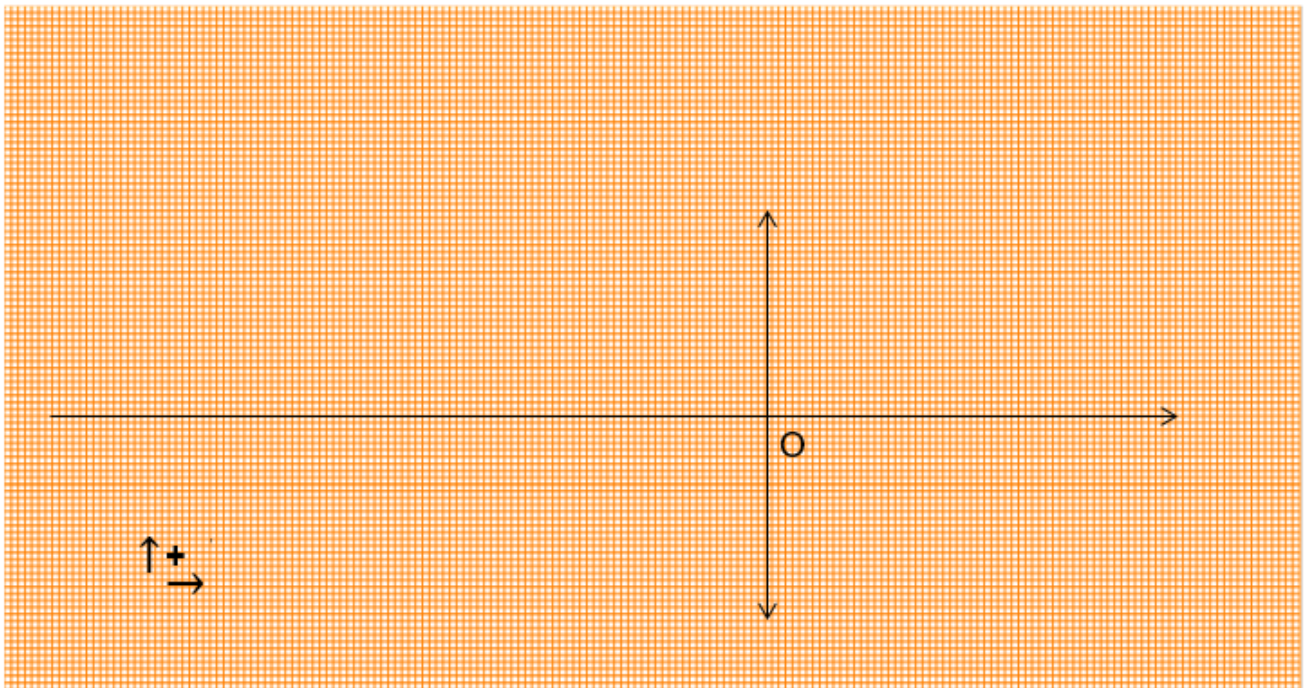
Né(e) le : / /

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE

Questions 1.2, 1.3 et 1.4 de la partie B



Question 2.1 de la partie B

