

Première partie (10 points)

VASCONCELOS : QUAND L'ART CONTEMPORAIN DÉTOURNE ET RECYCLE LES OBJETS PLASTIQUES

La loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte interdit la vente et la distribution des gobelets, verres, couverts et assiettes en plastique depuis le 1^{er} janvier 2020. L'objectif est de moins polluer car le plastique met des dizaines d'années à disparaître dans la nature et est souvent associé à des produits toxiques lors de sa combustion. Les modalités de l'interdiction ont été précisées par le décret du 30 août 2016.

D'après <https://www.economie.gouv.fr>

Questions (on s'aidera des documents ci-dessous)

Il s'agit de reconstituer le cahier des charges réalisé par l'artiste Joana Vasconcelos, l'ayant conduite à choisir le polystyrène comme matériau de travail pour l'élaboration de son cœur rouge suspendu.

Le travail doit faire appel aux connaissances de physique-chimie et aux documents fournis. La présentation est laissée à l'appréciation de chacun : tableau, carte mentale, texte, schémas...

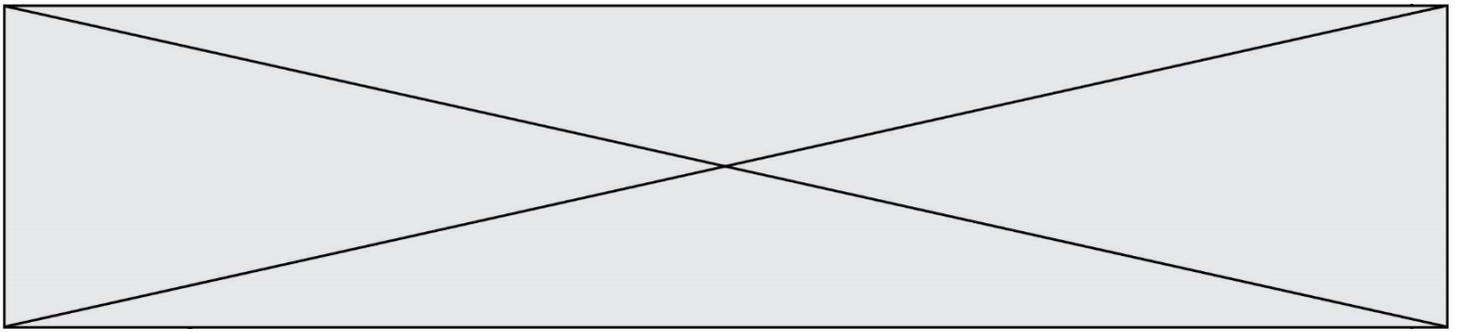
Il faudra, entre autres, argumenter sur :

- la démarche d'écoconception ;
- le choix d'un thermoplastique ;
- le choix du polystyrène plutôt qu'un autre matériau en fonction de ses propriétés physiques et des contraintes liées à la réalisation de l'œuvre et à son installation ;
- l'indice de polymérisation du polystyrène et son lien avec les propriétés physiques utiles du matériau dans la réalisation de l'œuvre.

Les documents pourront être découpés et collés sur la copie (ou tout autre support fourni, jusqu'au format A3) si besoin.

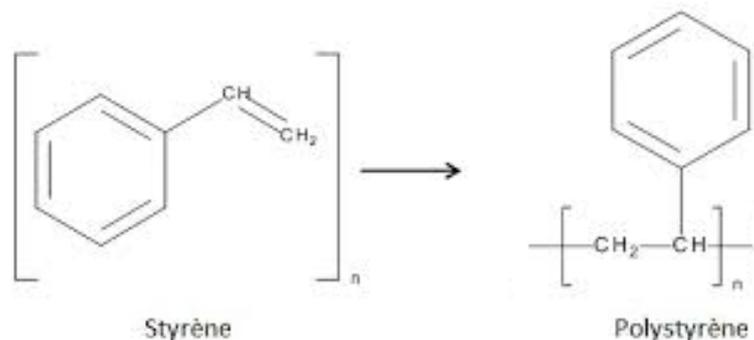
Données :

| | |
|--|--|
| Masse molaire de C | 12 g.mol ⁻¹ |
| Masse molaire de H | 1 g.mol ⁻¹ |
| Masse volumique du fer | 7,9 kg.L ⁻¹ |
| Indice de polymérisation d'un polymère | Valeur comprise entre 100 et 10 000 |
| Température d'un four doux | Valeur comprise entre 110 °C et 150 °C |
| Température d'un four chaud | Valeur comprise entre 180 °C et 220 °C |



Document 3 : fabrication industrielle du polystyrène ou PS.

Le polystyrène est fabriqué à partir de styrène issu de la pétrochimie. Il est obtenu par polymérisation du styrène. La réaction est une polyaddition :



Document 4 : thermoplastiques et thermodurcissables, étude comparée

| THERMOPLASTIQUES | THERMODURCISSABLES |
|--|---|
| <p>Ils sont solubles dans leurs solvants respectifs.</p> <p>Le plus souvent, ils sont constitués par un réseau mono dimensionnel ou des chaînes faiblement ramifiées :</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"><div style="text-align: center;"><p>enchevêtrement ("nœud physique")</p></div><div style="text-align: center;"><p>"pelote macromoléculaire"</p></div></div> <p>On peut les mettre en forme (injection, extrusion...) au-delà de leur température de fusion Tf. Ils possèdent la mémoire de cette forme après déformation plastique lorsqu'on les chauffe au-delà de la température de transition vitreuse, notée Tg.</p> <p>Comme ils peuvent être remis en forme par simple passage au-dessus de Tf, ils sont <i>a priori</i> recyclables.</p> | <p>Ils sont insolubles, infusibles.</p> <p>Le plus souvent, ils présentent une structure réticulée :</p> <div style="text-align: center;"><p>polymère réticulé (liaison covalente aux croisillons : "nœud chimique")</p></div> <p>Différemment des polymères thermoplastiques, ils durcissent en subissant une transformation chimique irréversible. On peut définir une température, Td, au-delà de laquelle ils sont chimiquement dégradés.</p> <p>Le plus souvent ce sont des bi-composants, mis en œuvre à l'état liquide et rendus solides par l'ajout d'un durcisseur.</p> <p>Une fois mis en œuvre, la forme moulée est définitive. Ils ne sont donc pas recyclables.</p> |

D'après le cours de C.Fond « les polymères »

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 :



1.1

Deuxième partie (sur 10 points)

LE BLEU DE KLEIN

Questions (on s'aidera des données et documents ci-dessous)

1. Expliquer la couleur bleue du pigment « bleu outremer ».
2. Calculer l'énergie d'un photon associé au rayonnement absorbé par le bleu outremer.
3. À partir des formules chimiques données du pigment bleu outremer et de l'acétate de vinyle, identifier, en le justifiant, le constituant d'origine minérale et celui de nature organique.
4. Expliquer les principaux mécanismes physico-chimiques qui se produisent lors du séchage d'une peinture à l'huile.
5. Citer les principaux constituants d'une peinture.

Les Anthropométries sont le résultat de performances réalisées en public avec des modèles dont les corps enduits de peinture viennent s'appliquer sur le support pictural. L'« Anthropométrie de l'époque bleue » est la plus connue de Klein. On s'intéresse à la construction géométrique de l'image $A'B'$ d'un objet AB , les deux perpendiculaires à l'axe optique, par une lentille L de distance focale $f' = 50$ mm modélisant l'objectif d'un appareil photographique numérique. Les caractéristiques de l'appareil sont données dans le document 4. L'objet AB correspond à la toile intitulée « Anthropométrie de l'époque bleue » de Klein, de hauteur égale à 1,55 m, placée à une distance de 7,0 m de la lentille L . Cet objet est considéré comme étant situé à l'infini.

6. Parmi les deux schémas suivants, donnés sans souci d'échelle, indiquer en le justifiant lequel représente au mieux la situation décrite ci-dessus.

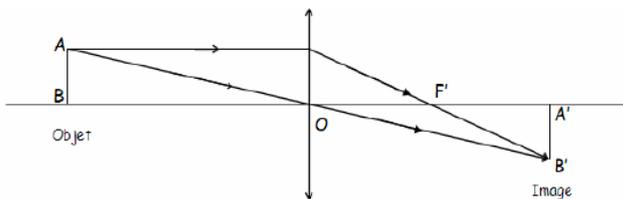


Schéma 1

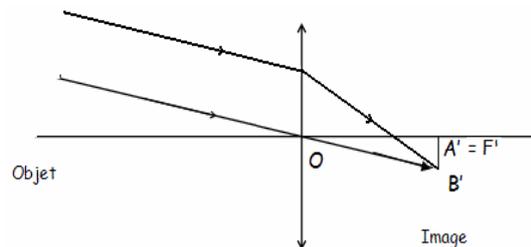
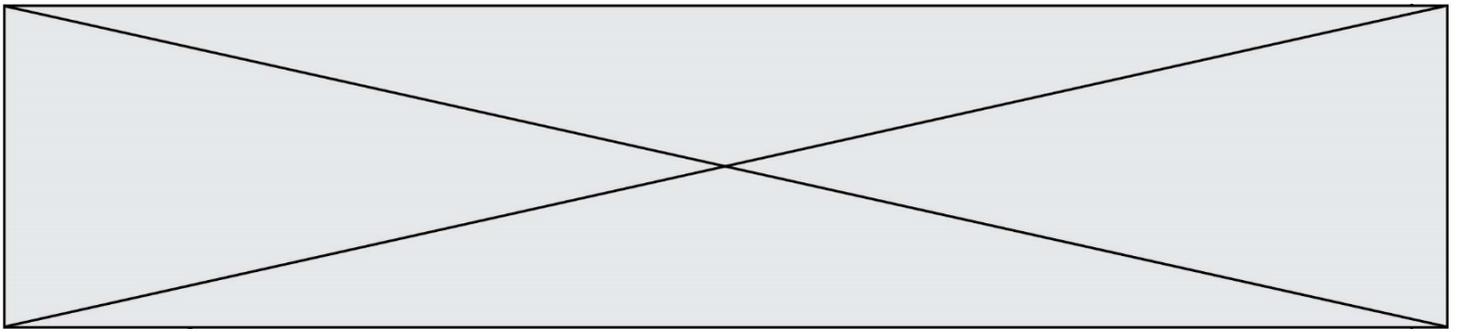


Schéma 2

7. Comme l'œuvre de Klein est d'assez grandes dimensions, le tableau entier ne peut être photographié avec l'objectif de distance focale $f' = 50$ mm. Le photographe peut agir sur celle-ci afin d'augmenter l'angle de champ et donc de photographier le tableau en entier sans se reculer. Indiquer si le photographe doit augmenter ou diminuer la distance focale f' de son objectif.
8. En mode automatique, le réglage $\{N = 2,8 ; t = 1/250 \text{ s}\}$ donne une prise de vue réussie. Pour modifier la profondeur de champ, le photographe choisit un nouveau nombre d'ouverture $N' = 5,6$.



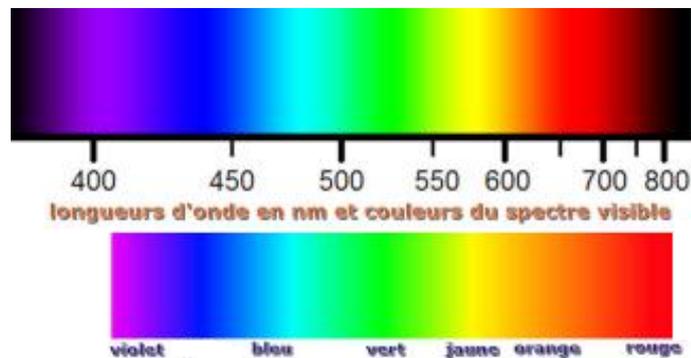
- a. Indiquer si ce nouveau réglage a pour effet d'augmenter ou de diminuer la profondeur de champ.
- b. Donner la valeur du temps de pose t' qu'il faut choisir pour conserver les mêmes conditions d'éclairement qu'avec le réglage initial (la sensibilité est maintenue inchangée).
9. La photographie de l' « *Anthropométrie de Klein* » doit être imprimée à l'aide d'une imprimante à jet d'encre. Ce type d'imprimante contient trois cartouches d'encres colorées (jaune, cyan et magenta) et une cartouche d'encre noire.
- a. Préciser quel type de synthèse colorimétrique est réalisée par l'imprimante.
- b. Indiquer les couleurs d'encres utilisées par l'imprimante pour obtenir du bleu.

Données :

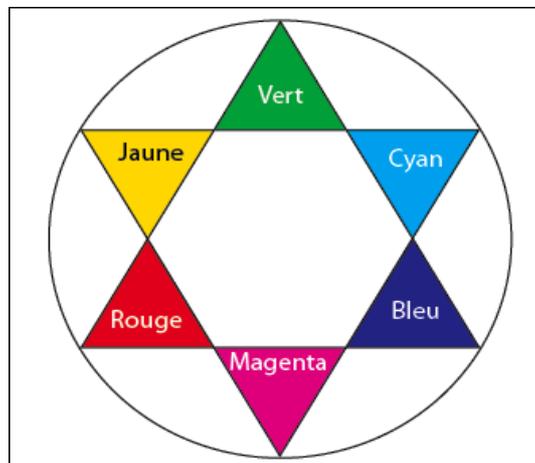
Constante de Planck : $h = 6,63 \times 10^{-34}$ J.s

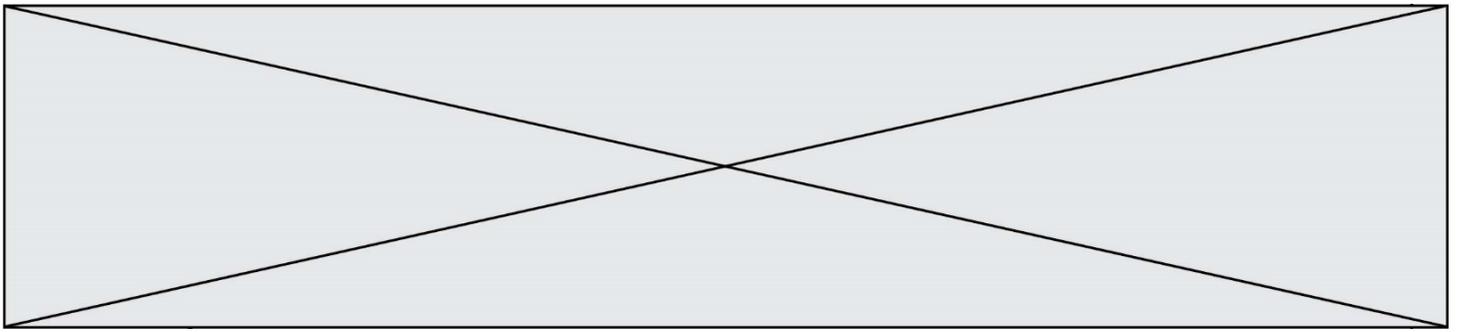
Relation entre la longueur d'onde λ , la célérité c et la fréquence ν d'une onde électromagnétique : $\lambda = c / \nu$;

Énergie E d'un photon : $E = h \times \nu$



Cercle chromatique :



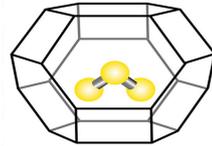


Document 2 - L'origine de la couleur du bleu outremer.

Jusque vers 1760, on pensait que la couleur bleue du lapis-lazuli était due à la présence d'une substance métallique comme l'oxyde de cuivre.

Cependant, les progrès de l'analyse chimique ont montré l'absence d'oxyde de cuivre. Des expériences ont montré en 1970 que la

couleur est due au soufre sous forme d'un radical anion trisulfure S_3^- emprisonné dans une cage d'aluminosilicate de type zéolithe (voir figure ci-dessus). Cette espèce absorbe les radiations visibles de longueur d'onde proche de 600 nm.



Document 3 - Le procédé de séchage d'une peinture à l'huile.

La transformation d'une pellicule d'huile siccative en film solide résulte de réactions complexes d'oxydation et de polymérisation des acides gras insaturés présents dans l'huile par l'exposition à l'air. Le phénomène de durcissement de l'huile conduit à une structure macromoléculaire tridimensionnelle.

Le procédé de séchage comporte plusieurs phases. D'abord, la formation des radicaux et la peroxydation : formation de peroxydes sur des structures mono et polyinsaturées. Ensuite, la réticulation et la décomposition des peroxydes avec formation d'aldéhydes et cétones. Ces derniers sont responsables du jaunissement de l'huile.

Les réactions au sein du film ne s'arrêtent pas complètement : une fois les liants polymérisés, des changements continueront à se produire ; par exemple la formation de craquements, de décolorations ou le jaunissement du vernis peuvent être observés.

