



Première partie (10 points)

Les pailles en plastique

En France, la paille en plastique pourrait bien rejoindre la liste des produits interdits sur le marché. Depuis le 1^{er} janvier 2020, le Code de l'environnement interdit déjà les assiettes, des couverts, des gobelets et des sacs en plastique.



ECO PLA : tasse à café biodégradable (XD Design)

Kit couverts biodégradable PLA
2 pièces (Écologique)
D'après « usinenouvelle.com »

Les propositions en acide polylactique (PLA) ci-dessus apparaissent comme des solutions alternatives et durables. Le PLA est présenté comme un plastique dont le cycle de vie présente un bilan en dioxyde de carbone (CO₂) neutre.

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

1. Décrire la constitution de l'atome de carbone C ($Z = 6$ et $A = 12$).
2. Expliquer en quoi l'amidon est un polymère du glucose.
3. Donner les formules semi-développées de deux molécules parmi la liste suivante : glucose, amidon, acide lactique et acide polylactique.
4. Expliquer pourquoi le PLA peut être considéré à la fois comme biosourcé et biodégradable
5. Mettre en évidence, par exemple en organisant graphiquement les informations, les étapes du cycle de vie du PLA et son bilan CO₂ présenté comme neutre.
6. Indiquer ensuite une cause possible permettant de mettre en doute la neutralité du bilan CO₂ du PLA.

**DOCUMENT 1**

La photosynthèse est le processus biologique qui permet aux plantes vertes de produire du glucose à partir du dioxyde de carbone atmosphérique et de l'eau puisée par les racines. Cette transformation chimique a lieu grâce à l'absorption par les plantes de l'énergie lumineuse.

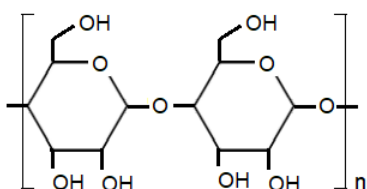
L'équation de la réaction est : $6 \text{CO}_2 + 6 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ (glucose) + 6O_2

Les plantes stockent ensuite le glucose sous forme d'amidon, que l'on peut considérer comme un polymère du glucose. Cet amidon constitue une réserve d'énergie pour les plantes, dans les graines, fruits, racines, tubercules et rhizomes.

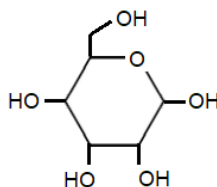
DOCUMENT 2

Le PLA est produit par polymérisation de l'acide lactique. Cet acide lactique est obtenu par déstructuration de l'amidon de maïs en glucose, puis fermentation de ce glucose en acide lactique (dans un milieu anaérobie ⁽¹⁾ et sous l'effet de micro-organismes, les ferments lactiques).

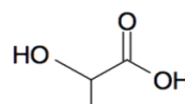
⁽¹⁾ milieu anaérobie : milieu privé de dioxygène



amidon



glucose

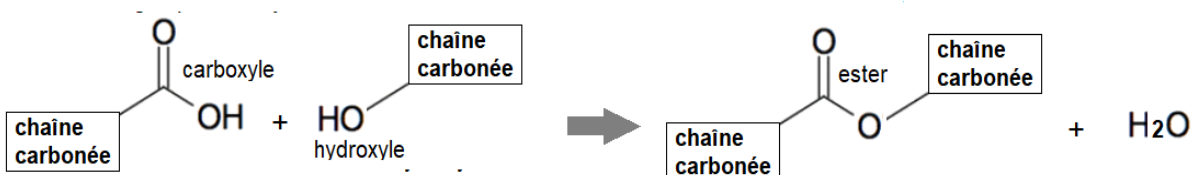


acide lactique



DOCUMENT 3

La réaction entre le groupe carboxyle d'une molécule et le groupe hydroxyle d'une autre molécule produit une molécule avec un groupe ester ainsi qu'une molécule d'eau. On parle de réaction de condensation.



L'acide lactique possédant un groupe carboxyle et un groupe hydroxyle, on peut le polymériser, c'est à dire en quelque sorte « accrocher » un grand nombre de molécules d'acide lactique les unes aux autres par condensation entre le carboxyle d'une molécule et l'hydroxyle de la suivante et ainsi de suite. On obtient alors le PLA, ou acide polylactique, le long de laquelle se répète le groupe ester, ce qui fait que le PLA est un polyester.

DOCUMENT 4

Le compostage est un processus de dégradation aérobie ⁽¹⁾ des matières organiques sous l'effet de micro-organismes. Il produit du dioxyde de carbone, de l'eau et du compost qui partage beaucoup de ses propriétés avec l'humus et qui va donc pouvoir retourner au sol pour l'amender et le fertiliser. La norme européenne 13 432 précise qu'un matériau est déclaré apte au compostage s'il est dégradé à 90 % au bout de 6 mois en condition de compostage industriel (image ci-dessous).

⁽¹⁾ aérobie : en présence de dioxygène





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.

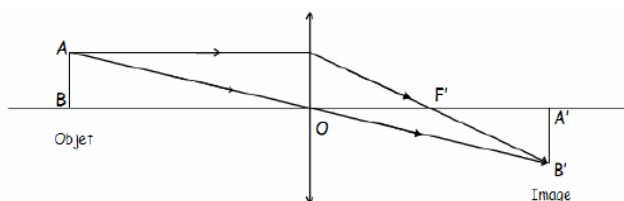


Schéma 1

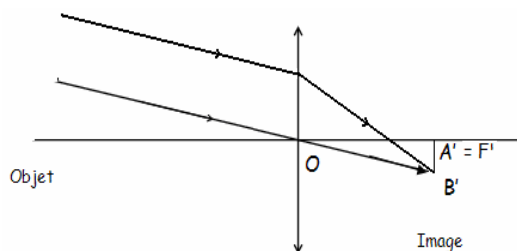


Schéma 2

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 $N' = 5,6$.



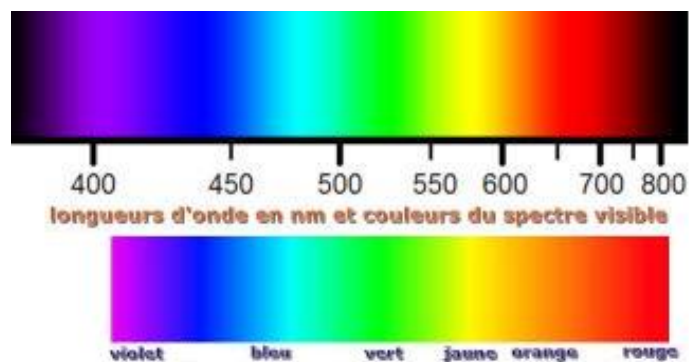
- a. Indiquer si ce nouveau réglage a pour effet d'augmenter ou de diminuer la profondeur de champ.
 - b. Donner la valeur du temps de pose t' qu'il faut choisir pour conserver les mêmes conditions d'éclairement qu'avec le réglage initial (la sensibilité est maintenue inchangée).
9. La photographie de 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'encre 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'encre utilisées par l'imprimante pour obtenir du bleu.

Données :

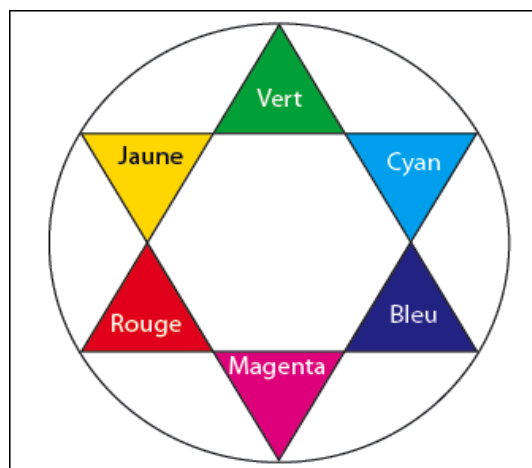
Constante de Planck : $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J.s}$

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 :



Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

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

Prénom(s) :

N° candidat :

N° d'inscription :



Né(e) le :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

1.1

Document 1 - Le secret du bleu de Klein.

Couleur sacrée, le bleu symbolisait jadis la puissance et la divinité.

L'International Klein Blue (IKB) est un procédé déposé par l'artiste plasticien

Yves Klein qui associe le pigment bleu outremer synthétique à un liant, l'acétate de vinyle. C'est l'association du liant et du pigment qui donne au produit son originalité : un aspect mat, poudreux et magnétique du bleu outremer.



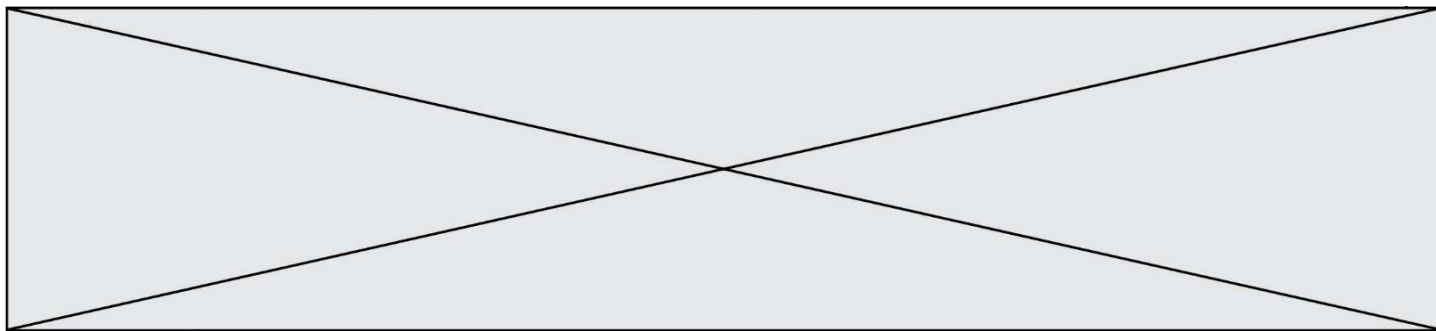
Dans une peinture, les liants qui permettent de fixer les pigments sur le support modifient toujours leur couleur ; ainsi, la composition chimique d'un pigment ne détermine pas complètement la couleur d'une peinture. Par exemple, l'aquarelle change de couleur en séchant car les propriétés optiques du liant influent sur la couleur. Il en va de même pour l'huile ; le smalt donne un beau bleu en tempéra, mais est terne à l'huile.

Après avoir essayé plusieurs liants traditionnels, Yves Klein utilise l'acétate de vinyle pour donner à la couleur du pigment bleu outremer toute sa profondeur. Ce liant se rétracte en séchant, laissant apparaître le grain du pigment. Son pouvoir adhésif permet de l'employer en très petite quantité par rapport au pigment. Cette qualité préserve, autant que possible, l'aspect du pigment en poudre, pur.

Le bleu outremer est un bleu profond basé sur le pigment d'aluminosilicate de sodium, historiquement obtenu par broyage de la pierre fine de lapis-lazuli. Le bleu Guimet est un pigment de thiosulfate d'aluminosilicate de sodium synthétisé au XIX^e siècle par Jean-Baptiste Guimet pour remplacer le bleu outremer. Chimiquement identique, il remplaça le bleu outremer naturel qui coûtait entre 100 et 2 500 fois plus cher. Le bleu Guimet est utilisé pour la peinture et pour l'azurage en teinturerie, en blanchisserie et dans l'industrie de la pâte à papier.

Sa formule brute est la suivante : $\text{Al}_6\text{Na}_7\text{O}_{24}\text{S}_3\text{Si}_6$

L'acétate de vinyle est un ester de formule semi-développée $\text{CH}_3\text{COO}-\text{CH}=\text{CH}_2$. Il est utilisé, en solution dans divers solvants, comme adhésif et dans les peintures à séchage rapide.

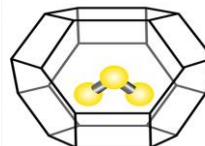


Document 2 - L'origine de la couleur du bleu outremer.

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.

