

BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE

SESSION 2017

Série STD ARTS APPLIQUÉS

PHYSIQUE-CHIMIE

DURÉE DE L'ÉPREUVE : 2 heures

COEFFICIENT : 2

La calculatrice (conforme à la circulaire N°99-186 du 16-11-99) est autorisée.

La clarté des raisonnements et la qualité de la rédaction interviendront dans l'appréciation des copies.

IMPORTANT

Ce sujet comporte 8 pages numérotées de 1/8 à 8/8.
Assurez-vous qu'il est complet ; s'il est incomplet, veuillez le signaler au surveillant de la salle qui vous remettra un autre exemplaire.

Optique et art

De tout temps, les artistes ont voulu représenter le mouvement et la lumière.

Le pointillisme rassemble des artistes fascinés par ce que l'œil perçoit de la lumière et qui en explorent les propriétés.

Lors de son séjour à Paris, Vincent Van Gogh s'intéressa particulièrement au travail de deux pointillistes, Georges Seurat et Paul Signac.

Son œuvre pleine de naturalisme, inspirée par l'impressionnisme et le pointillisme, annonce le fauvisme et l'expressionnisme.

Partie A : Le pointillisme (5,5 points)

Document 1 : Le pointillisme

Le pointillisme (ou néo-impressionnisme ou divisionnisme) est une technique de peinture issue du mouvement impressionniste qui consiste à peindre par petites touches séparées de peinture.

Lorsque le tableau est regardé à une certaine distance, les taches de couleur ne peuvent être distinguées les unes des autres et se fondent optiquement les unes aux autres. L'aspect visuel obtenu est différent de celui obtenu en mélangeant des couleurs sur une palette et en les appliquant ensuite sur la toile.

<http://marclasserre.artblog.fr/480899/La-technique-du-pointillisme-ou-divisionnisme/>

Document 2 : Eugène Chevreul

Eugène Chevreul (1786-1889) est un chimiste français célèbre pour ses recherches fondamentales sur les corps gras et ses travaux sur les couleurs.

Nommé professeur de chimie et directeur des teintureries de la manufacture des Gobelins en 1824 (...) il s'intéresse au mécontentement des teinturiers qui observent que certaines teintures ne donnent pas, sur la laine, les couleurs qu'ils attendent.

Il devine que les problèmes les plus complexes ne sont pas de nature chimique mais optique.

En 1839, Chevreul écrit un essai sur la loi du contraste simultané des couleurs. Il y démontre que ce ne sont pas les pigments qui sont en cause, mais les tons colorés qui se trouvent à proximité. Placées côte à côte, des couleurs complémentaires s'éclairent mutuellement, par contre des couleurs non complémentaires semblent ternies.

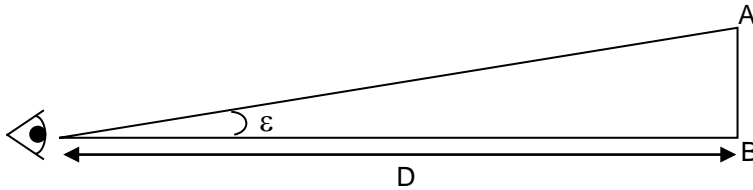
Des peintres s'inspirent ouvertement du traité d'Eugène Chevreul. Ils inventent un nouveau courant, le pointillisme ou le divisionnisme. Georges Seurat remarque que les couleurs réelles de la nature ne peuvent pas être reproduites sur la toile. Le mélange des pigments sur la palette et l'utilisation du blanc fait rapidement vieillir les teintes. Il remplace le mélange mécanique sur la palette par le mélange optique. L'œil du spectateur devient le lieu du mélange. Ces multiples touches donnent un effet vibrant et incandescent aux œuvres. Certains décrivent le résultat comme plus brillant ou plus pur.

<http://www.peintre-analyse.com/chevreul.htm>

Document 3 : Le pouvoir séparateur de l'œil

On appelle pouvoir séparateur de l'œil l'angle limite ε sous lequel l'œil peut distinguer deux points différents (A et B sur la figure ci-dessous).

Un œil normal ne parvient plus à distinguer les deux points si l'angle ε est plus petit ou égal à $3,0 \cdot 10^{-4}$ rad.



$$\varepsilon = \frac{AB}{D}; \text{ D est la distance entre l'observateur et le tableau. AB et D sont en m.}$$

En vous aidant des documents et de vos connaissances, répondre aux questions suivantes.

A.1. Expliquer le rôle du pouvoir séparateur dans la restitution des couleurs chez les pointillistes.

A.2. Georges Seurat remplace le mélange mécanique par le mélange optique.

A.2.1. Associer à chaque mélange un type de synthèse des couleurs.

A.2.2. Lors d'un mélange optique, quelle est la couleur perçue si le peintre appose côte à côte une tache bleue et une tache rouge ?

A.2.3. Lors d'un mélange mécanique, quelle est la couleur perçue si le peintre étale un mélange de jaune et de cyan ?

Que devient cette couleur si le mélange est éclairé en lumière bleue ?

A.3. Quelle différence apportent les effets produits par les tableaux pointillistes par rapport aux autres tableaux n'utilisant pas cette technique ?

A.4. D'après "la loi du contraste simultané des couleurs" de Chevreul, quelles couleurs doit-on juxtaposer pour rendre les tons plus lumineux ?

A.5.

A.5.1. Quel constituant des peintures est cité dans le document 2 ? Donner sa définition.

A.5.2. Quels sont les deux autres constituants intervenant dans la préparation d'une peinture ?

A.6. Dans le document 2, il est dit « L'œil du spectateur devient le lieu du mélange ». Nommer la partie de l'œil où arrive la lumière.

A.7. Un visiteur observe l'œuvre de Georges Seurat intitulée "Cirque" au Musée d'Orsay. Deux points de couleur sont séparés d'une distance $AB = 3,0$ mm.

A.7.1. Calculer la distance D séparant l'œil de l'observateur du tableau lorsque $\varepsilon = 3,0 \cdot 10^{-4}$ rad.

A.7.2. Le visiteur ne peut pas se reculer à plus de 8 mètres de l'œuvre. Expliquer si, dans ces conditions, l'observateur distingue encore les deux points de couleur.

Partie B : L'analyse des tableaux de Vincent Van Gogh (12 points)

Des techniques non destructives permettent d'analyser les tableaux avec une précision remarquable. Ces méthodes facilitent le travail des spécialistes en restauration et ceux chargés de détecter des faux.

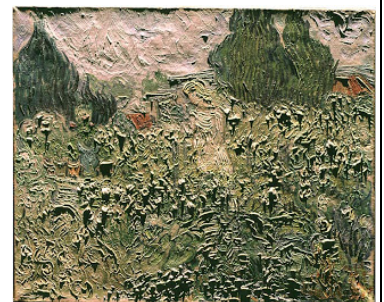
B.1. La macrophotographie

La macrophotographie est une photographie permettant d'obtenir d'un objet une image de taille supérieure à sa taille réelle.

Document 4 : La macrophotographie

Pour obtenir la reproduction d'une peinture en vue de son observation, il existe un moyen qui consiste à isoler directement, sur le sujet, le détail désiré, si petit soit-il, au moyen d'un objectif macrophotographique.

La macrophotographie est révélatrice de l'état de conservation de la couche picturale : elle en souligne les craquelures, l'état du vernis, mais aussi les repeints légers.



Mademoiselle Gachet

Vincent Van Gogh

<http://dam3d3.free.fr>

Document 5 : les différents objectifs macrophotographiques

Les 50, 55, 60, 70 mm... permettent de se rapprocher fortement du sujet (5 à 20 cm) et sont destinés aux objets statiques ; on obtient de bons arrière-plans.

Les 85, 90, 105 mm..., en maintenant une plus grande distance entre l'objectif et le sujet (10 à 50 cm), permettent d'insérer un second plan. La profondeur de champ est plus faible.

Les 150, 180, 200 mm... c'est le monde de la macrophotographie de loin (20 à 100 cm). La profondeur de champ est très faible.

www.nikonpassion.com/la-macrophotographie-guide-pratique-le-materiel/

Données:

$$\frac{1}{OF'} = \frac{1}{OA'} - \frac{1}{OA} \qquad \gamma = \frac{A'B'}{AB} = \frac{OA'}{OA}$$

En vous aidant des documents et de vos connaissances, répondre aux questions suivantes.

B.1.1. Quel est l'intérêt de la macrophotographie dans l'analyse scientifique ?

B.1.2. À quelle grandeur correspondent les valeurs (en mm) des objectifs photographiques données dans le document 5 ?

B.1.3. Comment évolue la profondeur de champ lorsque la valeur des objectifs photographiques du document 5 augmente ?

B.1.4. Un photographe choisit un objectif de 105 mm pour photographier le tableau.

B.1.4.1. Quel paramètre de l'appareil peut-il alors modifier pour diminuer la profondeur de champ ? Comment doit-il le modifier ?

B.1.4.2. Quel sera l'effet de ce nouveau réglage sur l'exposition de la photographie obtenue ?

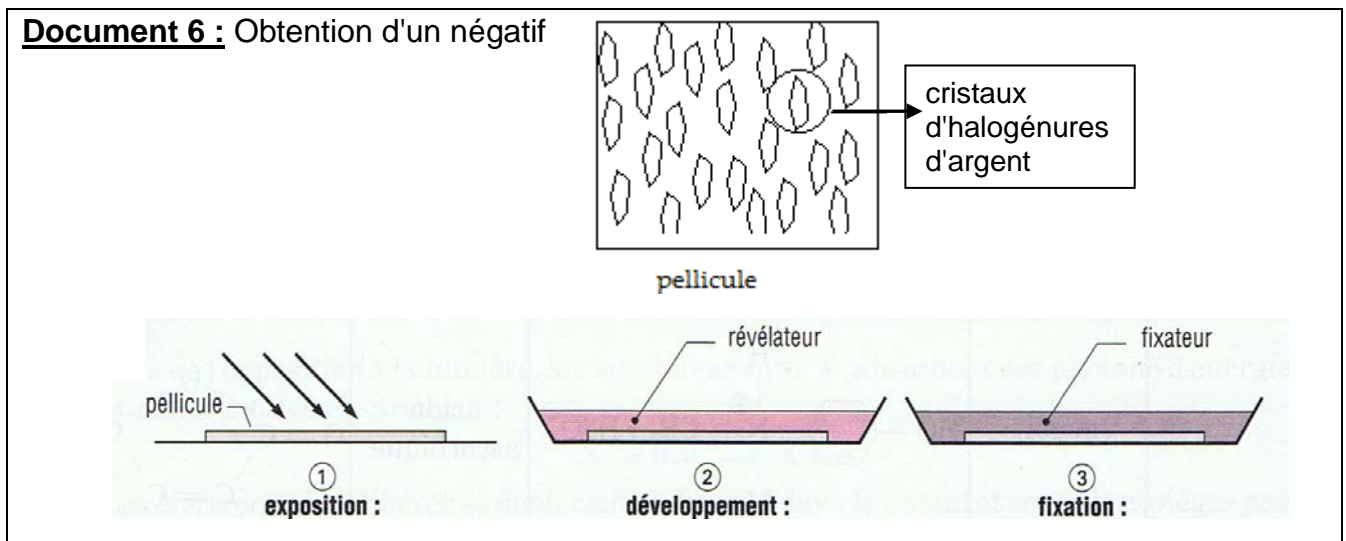
B.1.5. Le photographe place son objectif de 105 mm à 20 cm du tableau. Il photographie un détail mesurant 10 cm.

B.1.5.1. Déterminer la valeur de la distance de l'objectif à la position de l'image.

B.1.5.2. Déterminer la dimension de l'image de ce détail.

B.1.5.3. Le résultat obtenu à la question précédente est-il cohérent avec la définition de la macrophotographie ?

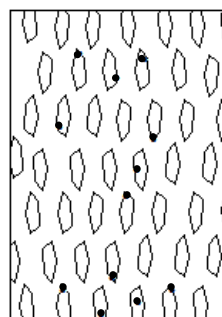
Le photographe a utilisé un appareil photographique « argentique ». La photo définitive est obtenue par développement de la pellicule et tirage du négatif en utilisant un agrandisseur.



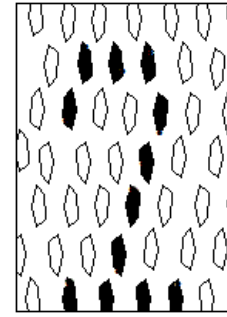
B.1.6. Les schémas ci-dessous représentent la pellicule à différentes étapes de son traitement. Associer aux étapes ①, ②, ③ du document 6, la lettre du schéma qui lui correspond.



A



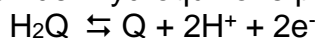
B



C

B.1.7. L'un des schémas ci-dessus correspond à l'image latente. Lequel ? Que signifie le mot « latente » ?

B.1.8. Une des étapes du développement consiste à révéler le négatif à l'aide d'une substance chimique appelée l'hydroquinone H_2Q . La demi-équation électronique traduisant l'oxydation de l'hydroquinone par les ions argent Ag^+ est la suivante :



B.1.8.1. Écrire la demi-équation électronique correspondant au couple Ag^+/Ag .

B.1.8.2. Écrire l'équation de la réaction chimique qui a lieu entre les ions argent et l'hydroquinone.

B.2. La spectrométrie de fluorescence X

La spectrométrie est une technique qui permet de révéler les dessins et croquis présents sous la peinture.

Document 7 : Un Van Gogh peut en cacher un autre

Les techniques traditionnelles de radiographie par rayons X et de réflectographie infrarouge avaient déjà permis de discerner sous le tableau « *Un coin d'herbe* » ce qui semblait être un visage. Mais ces techniques ne permettaient pas d'obtenir une image nette de la peinture camouflée.

La solution résidait dans la spectrométrie de fluorescence X. Le principe est d'envoyer un rayon X intense en un point précis et d'analyser la lumière émise en retour par les atomes lourds (atomes de numéro atomique Z élevé) présents dans les pigments de la toile. La comparaison avec d'autres tableaux de la même époque ne semble laisser aucun doute : Vincent Van Gogh serait bien l'auteur de ce visage.



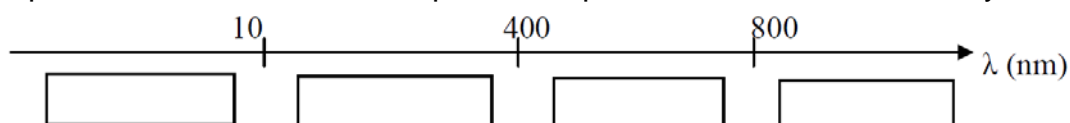
www.sciencesetavenir.fr › High-tech

En vous aidant des documents et de vos connaissances, répondre aux questions suivantes.

B.2.1. Quels sont les deux rayonnements électromagnétiques cités dans le document 7 ?

B.2.2. L'axe orienté, ci-dessous, fait apparaître quatre domaines de rayonnement.

Reproduire l'axe orienté et compléter les quatre cadres en citant les rayonnements.



B.2.3. Déterminer la longueur d'onde du rayonnement X de fréquence $3,2 \times 10^{16}$ Hz utilisé lors de la radiographie.

B.2.4. Sachant que le rayonnement infrarouge utilisé a pour fréquence $1,7 \times 10^{14}$ Hz, dire lequel des deux rayonnements est le plus énergétique. Justifier.

Données : $v = c / \lambda$; $E = h \times v$; $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$; $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J.s}$; $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$

B.2.5. Quelle est la caractéristique des atomes pouvant être analysés par fluorescence X ?

B.2.6. Quelle information précieuse a été révélée par les rayons X lors de l'analyse du tableau « *Un coin d'herbe* » ?

Partie C : Protection des œuvres (2,5 points)

Après la restauration d'un tableau, il n'est pas rare que ce dernier soit protégé par une mise sous caisson vitré. C'est par exemple le cas des tableaux de Vincent Van Gogh « l'Eglise d'Auvers-sur-Oise » ou encore le « Portrait d'Eugène Boch » appartenant au Musée d'Orsay.

Document 8 : Qu'est-ce qu'une mise sous caisson ?

Il s'agit d'une opération de conservation préventive. La toile et son support sont placés à l'intérieur d'un caisson qui va absorber et diminuer les variations de température et d'hygrométrie qui pourraient détériorer les œuvres. Celui-ci comprend un dos en polycarbonate et une face en verre feuilleté de qualité optique, antireflets et anti-UV.

Ces équipements n'étant pas totalement hermétiques, les variations ne sont pas entièrement éliminées sur le long terme et les matériaux des œuvres conservent leurs propriétés naturelles d'adaptation, notamment le bois dont les qualités dans ce domaine sont précieuses pour la conservation. L'installation du caisson ne nécessitant qu'un aménagement de la feuillure du cadre, sa mise en place est entièrement réversible. La vitre de protection faciale est située à quelques millimètres seulement de la couche picturale.

<http://www.musee-orsay.fr/fr/collections/restaurations/mise-des-oeuvres-sous-caisson-vitre.html>

Document 9 : Le verre feuilleté

Le verre feuilleté est un assemblage de feuilles de verres et d'intercalaires de nature plastique. Les intercalaires peuvent se présenter sous forme de film, généralement PVB (Poly-Vinyle-Butyral) ou EVA (Ethyle-Vinyle-Acétate). Le verre feuilleté est un verre dont l'intercalaire est destiné à retenir les morceaux de verre en cas de casse.

https://fr.wikipedia.org/wiki/Verre_feuillet%C3%A9

C.1. Citer trois facteurs qui accélèrent la détérioration des œuvres d'art.

C.2. Les caissons sont constitués d'une face en verre feuilleté et d'un dos en polycarbonate.

C.2.1. Quel est le principal constituant du verre minéral ?

C.2.2. On dit que le verre a une structure *amorphe*. Donner la signification de ce terme.

C.2.3. Quel type de matériau insère-t-on au milieu d'un verre feuilleté ?

C.2.4. Quel avantage mécanique le verre feuilleté peut-il apporter par rapport à un verre classique ?

C.2.5. En quoi est-il important que le verre feuilleté soit « antireflets » ? Expliquer.

C.2.6. À quel type de verre appartient le polycarbonate ? Par quel type de réaction fabrique-t-on ce type de verre ?

C.2.7. La structure du caisson est en bois que l'on considère comme un matériau composite.

C.2.7.1. Donner la définition d'un matériau composite.

C.2.7.2. Donner un autre exemple de matériau composite.