

BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE
STI ARTS APPLIQUÉS

SESSION 2012

ÉPREUVE : *PHYSIQUE-CHIMIE*

Durée : 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 5 pages numérotées de 1/5 à 5/5.

*Assurez-vous qu'il est complet ; s'il est incomplet, veuillez le signaler au surveillant de la salle
qui vous en remettra un autre exemplaire.*

I – Analyse d'œuvres d'art (12 points)

Plusieurs techniques non invasives permettent aux chercheurs du laboratoire de recherche des musées de France (LMRF) d'analyser les œuvres d'art : la photographie et la radiographie sous rayons X en font partie.

Partie A : La photographie

Trois types de photographie peuvent être mis en place. Une œuvre est photographiée en *lumière «blanche»*. Un cliché est ensuite effectué dans *l'infrarouge*. Vient ensuite la photographie *sous ultraviolet*.

- 1) Quelles sont les valeurs des longueurs d'onde de la lumière dans le vide considérées comme limites du spectre visible ?
- 2) Le photographe se place à une distance de 2,30 mètres d'un tableau. Il utilise un appareil muni d'un objectif de focale 50 mm et d'une pellicule 24x36.
 - 2-1) Lors de cette prise de vue, calculer la valeur de la distance qui sépare l'objectif de l'image nette du tableau.
 - 2-2) Cette prise de vue nécessite une mise au point. Expliquer le rôle de la mise au point.
 - 2-3) Une grande profondeur de champ est-elle nécessaire lors de cette photographie ? Expliquer.
 - 2-4) Donner les noms des trois paramètres ayant une influence sur la profondeur de champ.
 - 2-5) Pour cette prise de vue en mode automatique, l'appareil photographique choisit les réglages suivants : (nombre d'ouverture égal à 8 et temps de pose égal à 60). Le photographe règle maintenant manuellement l'appareil sur le couple (4 ; 60).
 - 2-5-1) Quelle sera la conséquence de ce réglage sur la profondeur de champ ?
 - 2-5-2) Comment sera le cliché en regard de l'exposition à la lumière ?
- 3) Que permet de mettre en évidence d'une part la photographie en infrarouge et d'autre part la photographie en ultraviolet ?
- 4) En utilisant les limites du domaine des longueurs d'onde de la lumière visible demandées à la question 1), situer les rayonnements ultraviolet et infrarouge par rapport à ce domaine.
- 5) Le rayonnement utilisé maintenant lors d'un type de photographie a une longueur d'onde égale à 350 nm.
 - 5-1) Déterminer la fréquence de ce rayonnement.
 - 5-2) Déterminer l'énergie E transportée par un photon de ce rayonnement.

Données: célérité de la lumière dans le vide $c = 3,00.10^8 \text{ m.s}^{-1}$; $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$
constante de Planck : $h = 6,63.10^{-34} \text{ J.s}$

Relations :

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

$$\lambda = c / \nu \quad ; \quad E = h.\nu = h.c / \lambda$$

Partie B : La radiographie sous rayons X

La radiographie enregistre l'image formée par des rayons X qui sont plus ou moins absorbés lorsqu'ils traversent un objet. On obtient ainsi en même temps une représentation d'une part de la constitution interne (structure, armatures, assemblages, ...) et d'autre part de l'épiderme des tableaux ou des objets étudiés (lacunes de polychromie ancienne recouvertes ultérieurement, compositions superposées, ...).

Ci-contre se trouve la radiographie du gouteur de vin présent dans le tableau « *Les Nocces de Cana* » de Paolo Caliari dit Véronèse. Ce tableau a été étudié par les chercheurs du laboratoire de recherche des musées de France avant d'être restauré.



1) Recopier et compléter les quatre phrases suivantes en utilisant le vocabulaire donné ci-dessous :

a) Les **Rayons X** sont des ondes comme les et les

b) Ils se propagent à la même vitesse que et ces ondes sont porteuses de corpuscules appelés

L'absorption des rayons X dépend de deux paramètres : l'épaisseur traversée et le numéro atomique Z de l'élément constituant la matière.

c) Plus l'épaisseur de la matière est importante, les rayons X sont absorbés.

d) Pour une même épaisseur traversée, l'absorption des rayons X, si le numéro atomique de l'élément diminue.

Vocabulaire donné : ultraviolets ; lumière ; électromagnétiques ; diminue ; photons ; plus ; infrarouges.

1) Dans le **document 1 en annexe**, deux pigments rouges sont présentés : le rouge vermillon et l'alizarine.

2-1) Donner la définition d'un pigment.

2-2) Donner l'origine minérale ou organique de chacun de ces deux pigments. Justifier.

2-3) Quels éléments structuraux de la molécule d'alizarine, présentée sur le **document 1** situé **en annexe**, justifient qu'elle soit colorée ?

2-4) Pourquoi l'alizarine absorbe-t-elle moins les rayons X que le vermillon ? Justifier à l'aide du **document 2** situé **en annexe**.

3) La radiographie permet également de révéler la présence d'autres pigments comme par exemple le blanc de plomb ou le jaune de plomb et d'étain.

Ces pigments vont-ils correspondre aux parties les plus claires ou les plus sombres de la radiographie ? Justifier en utilisant d'une part vos connaissances sur le développement argentique et d'autre part les **documents 1 et 2** donnés **en annexe**.

II – Œil et télévision (3 points)

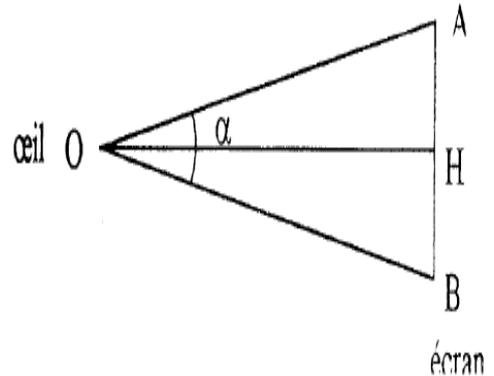
La télévision est la transmission à distance d'images animées. Elle est rendue possible grâce à deux propriétés optiques de l'œil : la persistance rétinienne et le pouvoir séparateur.

1) Expliquer ce que signifie « la persistance rétinienne ».

2) Le pouvoir séparateur est le plus petit angle séparant deux points que l'on parvient à voir distincts l'un de l'autre. Pour un œil normal cet angle α est égal à $3,0 \times 10^{-4}$ rad.

Sachant que deux lignes horizontales d'un écran de télévision sont séparées l'une de l'autre d'une distance AB égale à 0,7 mm, calculer la distance minimale à laquelle doit se placer le spectateur pour ne plus pouvoir les distinguer.

On donne : α (en rad) = $\frac{AB}{OH}$



3) La télévision couleur

L'écran de télévision est constitué de pixels eux-mêmes formés par trois luminophores de couleur : rouge, vert et bleu.

3-1) Sur quelle synthèse repose l'obtention des couleurs présentes sur l'écran de télévision ?

3-2) Si l'on attribue la valeur 100 pour exprimer la luminosité maximale d'un luminophore, donner la teinte de chacun des pixels A, B, C, D ci-dessous.

rouge	vert	bleu	Pixel
100	100	0	A
100	100	100	B
0	0	100	C
0	0	0	D

III – Peintures et matières plastiques (5 points)

La caséine est la protéine principale du lait. Elle est utilisée comme liant de peinture. Elle entre également dans la fabrication de la galalithe. La galalithe a été une des premières matières plastiques d'usage industriel beaucoup utilisée au début du XX^{ème} siècle. La galalithe, dure et soyeuse, se travaille comme la corne et a un aspect proche de l'ivoire.

1) Quel est le rôle d'un liant ?

2) Dans le texte ci-dessus, il est question d'un liant. Donner deux autres exemples de liants.

3) Citer deux autres constituants d'une peinture.

- 4) Une matière plastique est constituée d'un polymère et d'adjuvants.
- 4-1) Qu'est-ce qu'un polymère ?
- 4-2) Quel est le rôle d'un adjuvant ? Donner deux exemples.

Vers le milieu du siècle dernier, l'apparition des matières plastiques pouvant être moulées a scellé le sort de la galalithe : trop chère et malcommode, sa production a été arrêtée. Depuis, d'innombrables matières plastiques ont pris sa place. Parmi les plus consommées, on trouve le polyéthylène.

- 5) Quel type de réaction de polymérisation permet d'obtenir le polyéthylène ?
- 6) Ecrire l'équation de la réaction de polymérisation du polyéthylène.
- 7) Montrer que la masse molaire du monomère présent dans le polyéthylène est égale à 28 g.mol^{-1} .
- 8) La masse d'un polymère est de 280 kg.mol^{-1} . En déduire l'indice de polymérisation n de ce polymère.

Données :

Masses molaires atomiques : $M_C = 12,0 \text{ g.mol}^{-1}$; $M_H = 1,0 \text{ g.mol}^{-1}$,

ANNEXE

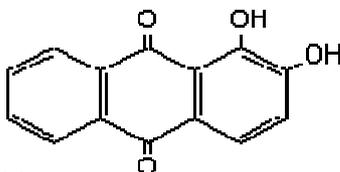
Document 1 : Formule chimique des pigments.

Blanc de plomb (blanc) $(\text{PbCO}_3)_2 \text{ Pb(OH)}_2$

Jaune de plomb et d'étain (jaune) Pb_2SnO_4

Rouge vermillon (rouge) HgS

Alizarine de la garance (rouge)



Document 2 : Numéro atomique de quelques éléments

élément	symbole	Z	M g.mol^{-1}
hydrogène	H	1	1,0
carbone	C	6	12,0
azote	N	7	14,0
oxygène	O	8	16,0
aluminium	Al	13	27,0
soufre	S	16	32,1
fer	Fe	26	55,8
cuiivre	Cu	29	63,5
zinc	Zn	30	65,4
étain	Sn	50	118,7
mercure	Hg	80	200,6
plomb	Pb	82	207,2