

BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE

STD ARTS APPLIQUÉS

SESSION 2015

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

Le sujet comporte 7 pages numérotées de 1/7 à 7/7.

Assurez-vous qu'il est complet. S'il est incomplet, veuillez le signaler aux surveillants qui vous en remettront un autre exemplaire.

CONDITIONNEMENT À TRAVERS LE TEMPS ...

PARTIE A : Boîtes de conserve et canettes de boissons (6 points)

De nombreuses boîtes de conserve et canettes pour boissons sont fabriquées à base d'acier ou d'aluminium. Les feuilles métalliques utilisées font l'objet de divers traitements dont l'étamage. Il consiste à recouvrir le métal d'une mince couche d'étain métallique. Les textes ci-dessous (documents 1 et 2) détaillent ces opérations.

Document 1 : Évolution technologique dans la fabrication des boîtes de conserve.

À la fin des années 1950, l'étamage à chaud, réalisé par trempage des feuilles d'acier dans un bain d'étain en fusion, est progressivement abandonné en faveur de l'étamage électrolytique en continu qui assure la maîtrise de la quantité d'étain déposé. Dans les années 1960 débute l'utilisation de l'aluminium (moins coûteux que le fer étamé) verni sur ses deux faces, qui offre, avec une égale résistance à la corrosion par son alliage au magnésium ou au manganèse, une plus grande malléabilité et permet, par emboutissage, la fabrication en une seule pièce du corps et du fond. La boîte en deux pièces est née.

L'acier destiné aux boîtes de conserve comporte une faible teneur en carbone (de 0,03 à 0,13 %) ; il est fabriqué sous forme de bande qui est mise en bobine après avoir été laminée à chaud et décapée par un bain d'acide sulfurique ou chlorhydrique afin de supprimer toute trace d'oxyde.

L'acier est parfois chromé par électrolyse à partir d'un bain d'acide chromique. Pour un usage alimentaire, il reçoit toujours une protection **organique** (verniss, polymère) ; il est particulièrement utilisé pour les boîtes embouties et les couvercles à ouverture facile (...)

Source : http://fr.wikipedia.org/wiki/Boite_de_conserve

Document 2 :

Le vernis, ou revêtement organique, est utilisé pour plus de 95 % des boîtes et constitue l'interface entre le métal et le produit conservé. Outre sa fonction de protection du contenant et du contenu qui pourrait être affecté par un contact direct avec le métal, il facilite la mise en forme du fer chromé et de l'aluminium et améliore l'esthétique à l'intérieur comme à l'extérieur de la boîte. Il est constitué d'une base de polymères, dite résine, qui donne un film transparent, et de pigments qui opacifient le film et renforcent son inertie chimique.

Parmi les pigments possibles, le blanc de titane de formule TiO_2 est fréquemment utilisé. Les vernis sont ensuite cuits (séchés) pour assurer l'évaporation des solvants et éventuellement, permettre aux réactions de polymérisation de se poursuivre (...)

Source : http://fr.wikipedia.org/wiki/Boite_de_conserve

Les questions ci-après font appel aux informations contenues dans les documents, mais également aux connaissances des candidats.

A.1. Pour quelle raison procède-t-on à un dépôt d'étain ou de chrome sur les feuilles d'acier destinées à fabriquer les boîtes de conserve ?

A.2. Citer deux facteurs qui peuvent faciliter la corrosion à l'intérieur et à l'extérieur de la boîte de conserve.

A.3. Donner le nom d'un alliage constitué de fer et le chrome.

A.4. Selon le **document 1**, quelles sont les deux techniques possibles pour recouvrir d'étain les feuilles d'acier ?

A.5. Le dépôt de chrome métallique par électrolyse fait intervenir l'acide chromique de formule H_2CrO_4 .

On admet que ce composé participe au couple oxydant-réducteur noté : $\text{H}_2\text{CrO}_4 / \text{Cr}$.

A.5.1. Recopier et compléter la demi-équation électronique de transformation de l'acide chromique lors de l'électrolyse.



A.5.2. S'agit-il d'une oxydation ou d'une réduction ?

A.6. Pourquoi l'acier, lorsqu'il est étamé, se trouve-t-il protégé de l'oxydation ?

A.7. Expliquer pourquoi l'aluminium n'a pas besoin d'être étamé pour résister à la corrosion.

A.8. Quels mécanismes sont impliqués dans le séchage d'un vernis organique ?

A.9. Quel est le comportement de l'oxyde de titane (blanc) vis-à-vis de la lumière blanche ?

A.10. Même question si le vernis utilisé était teinté avec un pigment jaune.

A.11. Que risque-t-il de se produire si les feuilles d'acier sont exposées trop longtemps à l'action de l'acide chlorhydrique ?

PARTIE B : Clichés réalisés pour une exposition (7,5 points)

Pour décorer un stand d'exposition, au « Forum des matériaux », un fabricant d'acier sélectionne plusieurs clichés effectués à l'aide d'un appareil photo numérique compact. Les clichés 1 et 2, présentés dans le **document 3**, ont été obtenus pour une même position de l'appareil photographique, par rapport à la scène.

Document 3 :



Clichés crédit Education Nationale.

Après téléchargement vers un ordinateur, les propriétés affichées des deux images, prises en format brut, sont les suivantes :

	Cliché n° 1	Cliché n° 2
Dimensions de l'image	3648 x 2736	3648 x 2736
Sensibilité ISO	400	400
Focale réelle	7,41 mm	21,5 mm
Focale équivalente pour film 35 mm	36,5 mm	105 mm
Dimension du capteur CCD (diagonale)	7,42 mm	7,42 mm
Temps de pose (s)	1/60	1/60
Nombre d'ouverture	f/4	f/2,8
Poids du fichier	10,5 Mo	10,5 Mo

B.1. Quelle action a permis de passer du cliché 1 au cliché 2 ? Justifier.

B.2. À quel type d'objectif correspond la focale choisie pour le cliché n° 1 ? Même question pour le cliché n°2. Justifier.

B.3. Pour quel cliché la profondeur de champ est-elle théoriquement la plus grande ? Justifier en indiquant deux arguments.

B.4. Quelle est la définition de ces images ? (On rappellera la signification de cette caractéristique d'une image numérique.)

B.5. Le codage numérique d'une de ces images est effectué à raison d'un octet par pixel. En déduire le « poids » du fichier brut, en octets, puis en mégaoctets contenant cette image.

Rappel : 1 Mo = 1024 x 1024 octets. (Le « poids » de l'image peut être légèrement supérieur, du fait de la mémorisation de données relatives à l'image.)

B.6. Les clichés sont destinés à réaliser des posters de dimensions 40 x 30 cm. Calculer la résolution de l'image dans ces conditions (réponse en pixels par millimètre (ppmm)).

B.7. En déduire que la distance entre les centres de deux pixels consécutifs, sur un poster, est de 0,11 mm.

B.8. On admet que si les posters sont regardés à une distance égale à 1 m, les pixels ne seront pas discernés par l'œil si la distance qui les sépare est inférieure ou égale à 0,3 mm. À quelle propriété de l'œil fait référence cette affirmation ?

B.9. Dans le cas présent, les pixels seront-ils perçus par l'observateur qui regarderait le poster à une distance supérieure ou égale à 1 mètre ?

PARTIE C : Conditionnement de fards dans l'Égypte ancienne

(6,5 points)

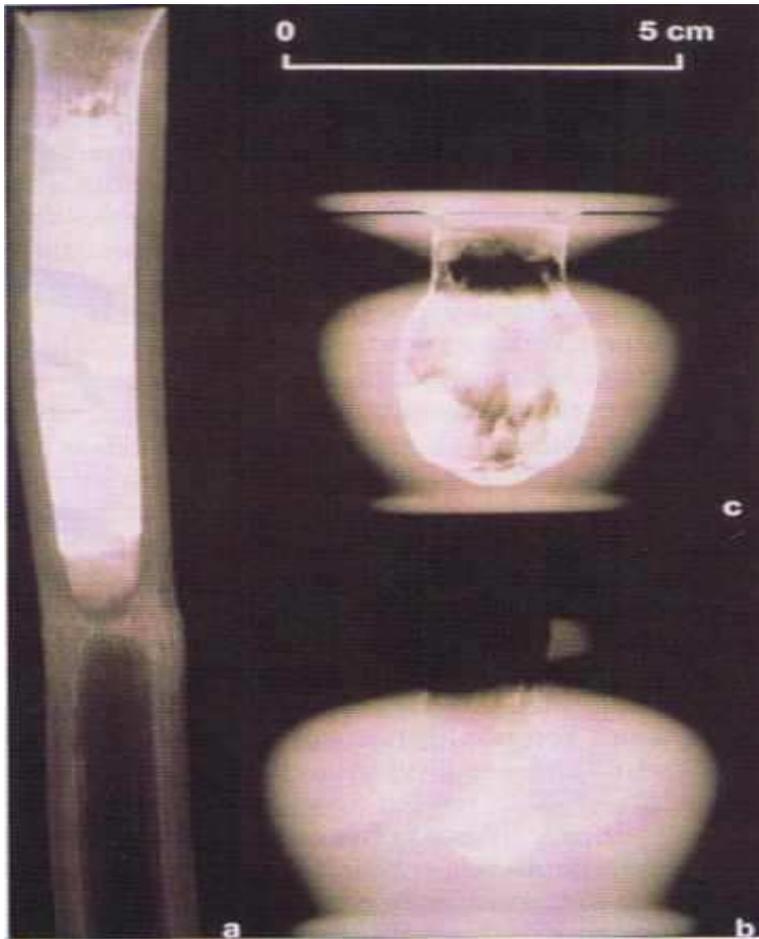
Le musée du Louvre s'est intéressé à des vases utilisés dans l'ancienne Égypte et destinés à contenir des fards souvent associés à des rites religieux. Des analyses chimiques ont permis d'identifier certains pigments habituellement utilisés dans ces fards. Quelques exemples sont donnés dans **le document 4** ci-dessous.

Document 4 :

Malachite	Galène	Cérusite	Pyrolusite	Chrysocolle
CuCO_3 carbonate de cuivre (vert)	PbS sulfure de plomb (noir)	PbCO_3 carbonate de plomb (blanc)	MnO_2 dioxyde de manganèse (noir)	Silicate d'hydroxyde de cuivre hydraté (bleu)

Pour explorer l'intérieur de ces récipients, des radiographies aux rayons X ont été réalisées. Elles mettent en évidence la présence de plomb correspondant aux zones très blanches des radiographies (**document 5**). En effet, le plomb étant un élément chimique de numéro atomique élevé, il absorbe davantage les rayons X que les éléments de numéro atomique plus petit.

Document 5



(a) Roseau rempli de fard

(b) Vase en albâtre avec bouchon en tissu (non visible)

(c) Vase en albâtre avec couvercle : il contient les restes

http://www.lajauneetlarouge.com/article/les-cosmetiques-au-temps-de-legypte-pharaonique#.U_oJF75OKM9 (fard égyptien)

C.1. Situer les rayons X parmi l'ensemble des ondes électromagnétiques en reproduisant le tableau ci-dessous. Les longueurs d'onde associées vont en croissant de la gauche vers la droite.

Rayons γ		Ultraviolet	Visible		Ondes hertziennes
-----------------	--	-------------	---------	--	-------------------

C.2. Les objets étudiés ont été placés entre la source de rayons X et le papier photosensible. Les images présentées correspondent-elles à des positifs ou à des négatifs argentiques ?

C.3. L'albâtre, qui constitue la matière des vases, est essentiellement constitué de carbonate de calcium de formule CaCO_3 et de carbonate de magnésium de formule MgCO_3 . On donne les masses atomiques et les numéros atomiques de quelques éléments chimiques impliqués dans cet exercice.

	H	C	O	Mg	S	Ca	Mn	Cu	Pb
Z	1	6	8	12	16	20	25	29	82
M (g/mol)	1	12	16	24,3	32,1	40,1	54,9	63,5	207,2

C.3.1 Justifier le fait que la matière constituant les vases absorbe moins les rayons X que les restes de fard.

C.3.2 Le bouchon en tissu du vase (**b**) n'apparaît pas sur la radiographie. Que peut-on en conclure quant aux matériaux qui le constituent ?

C.3.3 D'après le **document 4**, quels pigments peuvent être présents dans les restes de fard ?

C.4. Les photons X du rayonnement utilisé pour la radiographie possèdent une énergie $E = 1,25 \text{ keV}$, soit $2 \cdot 10^{-16} \text{ J}$.

Formulaire et données: $E = h \cdot \nu$ $\lambda = c \cdot T$ $T = 1 / \nu$

Avec $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$ $c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$

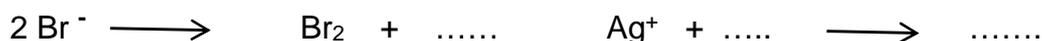
$1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$

C.4.1 Exprimer littéralement la longueur d'onde λ en fonction de l'énergie E du photon.

C.4.2 Calculer cette longueur d'onde en mètre, puis en nanomètre (nm). Rappeler la longueur d'onde minimale du domaine visible et la comparer à la valeur trouvée.

C.5 On admet que les photons X ont des effets identiques à ceux des photons du domaine visible sur une émulsion au bromure d'argent.

C.5.1 Recopier et compléter la transformation en deux étapes qui se produit lors de l'exposition de l'émulsion aux rayons X.



C.5.2 Expliquer le noircissement du papier photosensible, après traitement par le révélateur, aux endroits où la lumière X a frappé les cristaux de bromure d'argent.