

BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE

SESSION 2018

Série STD2A

Sciences et Technologies du Design et des Arts Appliquées

PHYSIQUE-CHIMIE

DURÉE DE L'ÉPREUVE : 2 heures

COEFFICIENT : 2

L'usage de tout modèle de calculatrice, avec ou sans mode examen, est autorisé.

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

IMPORTANT

Ce sujet comporte 6 pages numérotées de 1/6 à 6/6.

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

Le musée Guggenheim de Bilbao

Le musée Guggenheim de Bilbao, ouvert au public en 1997, est un musée d'art moderne et contemporain. La structure innovante du bâtiment a été dessinée par l'architecte Franck Gehry dans un style qui l'a rendu célèbre. Sa silhouette est le fruit d'un assemblage singulier de pierre, de verre et de titane. De par ses formes courbes et sa structure recouverte de 33000 plaques de titane, certains le comparent à un navire, une sirène ou un poisson échoué sur les bords du fleuve Nervion près duquel il est situé.



PARTIE A – Étude de la structure métallique (4,5 points)

Pour le revêtement métallique extérieur, l'architecte Franck Gehry avait initialement pensé à utiliser différents métaux ; le cuivre et le plomb furent écartés pour des raisons environnementales, et l'acier, un moment envisagé, fut abandonné au profit du titane.

Document 1 – Résistance à la corrosion du titane.

Le titane est un métal extrêmement oxydable. Dans la classification électrochimique des métaux, il est proche de l'aluminium, entre le magnésium et le zinc.

L'une des causes de la résistance à la corrosion du titane est le développement d'une couche protectrice passivante de quelques fractions de micromètre, constituée majoritairement d'oxyde TiO_2 . Cette couche est intègre et très adhérente, elle est de plus stable sur une large gamme de pH et de température. En cas de rayure de la surface, l'oxyde se reforme spontanément en présence d'air ou d'eau. Le titane est donc inaltérable dans l'air, l'eau et l'eau de mer.

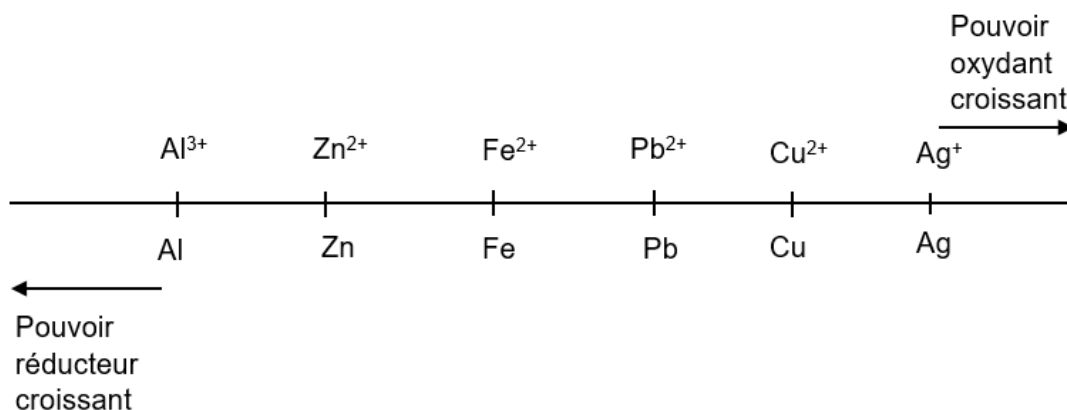
D'après Wikipédia

Document 2 - Extrait de la notice accompagnant une peinture anticorrosion.

- Primaire anticorrosion enrichi en zinc pour application polyvalente sur acier galvanisé ou métallisé.
- Couche inhibitrice de corrosion d'un système de peinture apte à résister aux atmosphères industrielles et marines très agressives, ainsi qu'à l'immersion dans l'eau salée.
- Dangereux : respecter les précautions d'emploi.

D'après <http://www.deproma.com>

Document 3 - Extrait d'une classification électrochimique des métaux.



A.1. L'acier, un temps envisagé pour la construction du musée Guggenheim, a été abandonné.

A.1.1. Citer deux facteurs extérieurs responsables de la corrosion de l'acier.

A.1.2. Expliquer pourquoi la corrosion aurait progressivement dégradé l'ensemble de la structure du musée.

A.1.3. La corrosion de l'acier est un processus complexe. L'une des étapes de ce processus peut être modélisée par une réaction d'oxydo-réduction entre le métal fer (Fe) et le dioxygène (O_2).

A.1.3.1. Écrire la demi-équation électronique du couple $\text{Fe}^{2+} / \text{Fe}$.

A.1.3.2. La demi-équation du couple $\text{O}_2 / \text{H}_2\text{O}$ est :



En déduire l'équation de la réaction d'oxydo-réduction entre le métal fer et le dioxygène.

A.1.3.3. Pour cette réaction, identifier l'oxydant ainsi que le composé qui subit une oxydation.

A.2. Pour protéger l'acier de la corrosion, on peut le recouvrir d'une peinture adaptée.

A.2.1. Identifier dans le document 2 le métal entrant dans la composition de la peinture anticorrosion.

A.2.2. Justifier le choix de ce métal comme agent anticorrosion à l'aide du document 3.

A.3. Finalement, l'architecte du musée, Franck Gehry, a abandonné l'idée d'une structure en acier pour lui préférer une structure en titane.

A.3.1. Préciser si le titane est un métal noble et justifier la réponse.

A.3.2. Expliquer pourquoi le titane ne nécessite pas d'être recouvert d'une peinture spéciale pour résister à la corrosion.

PARTIE B – Le verre du musée (5 points)

Outre sa structure en titane, le musée Guggenheim comporte de grandes parois en verre traité qui laissent entrer la lumière tout en protégeant les salles de la chaleur et de certaines radiations.

Document 4 - Composition du rayonnement solaire.

Le rayonnement émis par le Soleil constitue un spectre continu allant des ultraviolets à l'infrarouge en passant par le visible. Lors de la traversée de l'atmosphère, certaines bandes de l'ultraviolet et de l'infrarouge sont absorbées. Ainsi, le rayonnement arrivant à la surface de la Terre comprend les proportions de 5 % d'ultraviolet, 40 % de lumière visible, et 55 % d'infrarouge qui est le porteur essentiel de l'énergie thermique.

Données :

- Célérité de la lumière dans le vide : $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$
- Constante de Planck : $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J.s}$
- $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$
- Énergie d'un photon de fréquence ν : $E = h \cdot \nu$
- Relation entre la longueur d'onde d'un photon dans le vide et la fréquence d'un rayonnement ν : $\lambda = c / \nu$

B.1. Citer le constituant principal d'un verre minéral.

B.2. Le verre est considéré comme un solide « amorphe ». Définir une structure amorphe.

B.3. Préciser à quel type d'ondes appartiennent les rayonnements ultraviolets, visibles et infrarouges cités dans le document 4.

B.4. On considère un rayonnement de longueur d'onde dans le vide λ égale à 900 nm.

B.4.1. Indiquer à quel domaine appartient ce rayonnement : ultraviolet, lumière visible, infrarouge, en expliquant ce choix.

B.4.2. Déterminer la fréquence de ce rayonnement.

B.4.3. Déterminer l'énergie d'un photon associé à ce rayonnement.

B.5. Citer le type de rayonnement qui doit être stoppé par le traitement apporté au verre du musée pour protéger les salles de la chaleur.

B.6. Pour préserver la fraîcheur des salles du musée, l'architecte aurait pu utiliser un verre électrochrome.

B.6.1. Donner la signification du terme « verre électrochrome ».

B.6.2. Préciser quelle autre conséquence aurait découlé de l'utilisation de ce verre pour l'intérieur du musée.

PARTIE C – Photographie du musée (10,5 points)

La façade extérieure du musée est considérée comme verticale. Sa hauteur h est égale à 57 m.

Document 5 - Extrait de la fiche technique de l'appareil photographique utilisé.

Modèle : Nikon D90

Type : appareil photographique numérique de type Réflex

Capteur d'image : capteur CMOS 23,6 mm × 15,8 mm

Taille du capteur en pixels : 4288 × 2848

Vitesse d'obturation : 1 / 4000 à 30 s

L'appareil est équipé d'un zoom 27 mm - 157,5 mm.

Document 6 – Réglages du nombre d'ouverture et du temps de pose.

Nombres d'ouverture N de l'objectif :

N	4	5,6	8	11	16	22
-----	---	-----	---	----	----	----

Temps de pose utilisables :

Temps de pose (s)	1	1/2	1/4	1/8	1/15	1/30	1/60	1/125	1/250	1/500	1/1000
-------------------	---	-----	-----	-----	------	------	------	-------	-------	-------	--------

Données

Relations de conjugaison et du grandissement pour une lentille mince :

$$\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{\overline{OF'}} = \frac{1}{f'} \quad ; \quad \gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}}$$

1 pouce = 2,54 cm.

C.1. Donner la signification de l'indication du zoom 27 mm - 157,5 mm.

C.2. Le photographe souhaite compléter les informations sur le capteur de son appareil.

C.2.1. Déterminer la valeur de la définition du capteur.

C.2.2. Déterminer la valeur de la résolution du capteur en dpi (pixels par pouce).

C.3. Le photographe est situé à une distance de 50 m du musée et il règle la focale f' de son objectif à la valeur de 35 mm.

C.3.1. Réaliser sans souci d'échelle un schéma sur lequel figureront l'objectif, ses foyers principaux et la façade du musée de hauteur AB (le point A étant situé sur l'axe optique principal de l'objectif). Compléter le schéma en construisant l'image $A'B'$ de la façade à l'aide d'au minimum deux rayons lumineux particuliers.

C.3.2. Déterminer la distance entre l'image sur le capteur et l'objectif lorsque la mise au point est réalisée sur la façade du musée.

C.3.3. Déterminer la hauteur de l'image de la façade sur le capteur.

C.3.4. Montrer que la façade n'apparaîtra pas en entier sur la photographie.

C.4. En gardant la même position, le photographe réalise les deux photographies ci-dessous : la photographie n°1 permet d'observer l'ensemble du bâtiment, la photographie n°2 permet de mieux mettre en évidence la structure « en écailles » obtenue grâce aux plaques de titane.

Photographie n°1



Photographie n°2



C.4.1. Indiquer quel paramètre le photographe a dû modifier pour passer de la photographie n°1 à la photographie n°2.

C.4.2. Si le photographe a conservé, entre les deux prises de vue, la même ouverture de diaphragme, envisager laquelle des deux photographies possèdera la plus faible profondeur de champ.

C.4.3. Lors de la prise de vue de la photographie n°2, l'appareil en mode automatique indique le couple de valeurs suivantes : ($N = 8$; $1/60$ s). Le photographe souhaite augmenter la profondeur de champ tout en conservant la même exposition, il passe donc l'appareil en mode manuel.

En justifiant la réponse, préciser le nouveau couple de valeurs qu'il doit choisir parmi :

- Couple n° 1 : ($N = 4$; $1/15$ s)
- Couple n°2 : ($N = 16$; $1/15$ s)
- Couple n°3 : ($N = 16$; $1/250$ s)

C.5. Le photographe souhaite imprimer ses photographies à l'aide d'une imprimante couleur disposant de quatre cartouches d'encre séparées.

C.5.1. Indiquer quel type de synthèse est mis en jeu dans l'impression des photographies.

C.5.2. Sachant que les couleurs des encres contenues dans les quatre cartouches de l'imprimante sont cyan, magenta, jaune et noir, expliquer quelles cartouches sont sollicitées lors de l'impression d'un détail de couleur rouge.