

9 Verres et céramiques

Compétence générale Extraire et exploiter des informations

Mots-clés Verres – Céramiques

DOC 1. Les verres

Avec le verre ordinaire, selon le procédé de fabrication, on obtient des vitres (verre plat) ou des récipients (soulage du verre). En le filant, on obtient des fibres utilisées dans l'isolation, les textiles incombustibles, les plastiques armés et les fibres optiques.

Le nom « Pyrex® » est une marque d'une qualité de verre pouvant être chauffé (plats allant au four, cafetières, récipients pour la chimie...). « Cristal » est le nom commercial d'un verre de qualité.

Nom des composants	Formule	Verre ordinaire	Verre « Pyrex »	« Cristal »
silice ou oxyde de silicium	SiO_2	68 à 74 %	80 %	55 %
alumine ou oxyde d'aluminium	Al_2O_3	0,3 à 3 %	2 %	
oxyde de sodium	Na_2O	12 à 16 %	4 %	
oxyde de potassium	K_2O	0 à 1 %	0,6 %	14 %
chaux ou oxyde de calcium	CaO	7 à 14 %	0,3 %	
magnésie ou oxyde de magnésium	MgO	0 à 4,5 %	0,3 %	
oxyde de bore	B_2O_3		12 %	
oxyde de plomb	PbO			30 %

▲ Composition de quelques verres.

DOC 2. Les céramiques

Qu'est-ce qu'une argile ? On nomme communément argiles toutes les roches constituées par des éléments très fins (plus fins que le sable) et qui présentent une plasticité à l'état humide. En fait, il y a plusieurs sortes de matériaux argileux, mais ils sont tous composés de silicates hydratés d'aluminium et parfois de magnésium ou de fer. Les silicates contiennent des ions SiO_4^{2-} dérivés de la silice.

Le kaolin est une argile de couleur blanche. Le feldspath est une variété de silicate et le quartz, une variété de silice (SiO_2). Les céramiques techniques n'utilisent que très peu les substances minérales naturelles. Leur fabrication se fait à partir de matières premières élaborées par la chimie. Ce sont des oxydes métalliques qui prédominent, en particulier ceux de l'aluminium, du silicium, du baryum, du titane et du zirconium.

Matériaux céramiques	Matières premières	Utilisations
terre cuite	marnes et argiles	tuiles, briques...
faïences	argiles siliceuses	vaisselles, carreaux
porcelaines	argiles, kaolins, feldspath, quartz...	vaisselles de table, isolateur électrique
grès	argiles grésantes, kaolin...	carreaux de dallage, instruments de chimie, poteries utilitaires et décoratives
céramique sanitaire	argiles et silice pour l'émail : argiles, kaolin, feldspath, silice	éviers, lavabos, cuvettes de WC, baignoires...

▲ Composition de quelques céramiques traditionnelles.

QUESTIONS

Les documents ci-dessus visent à expliquer, à partir de l'analyse de leurs principaux constituants, pourquoi les verres et céramiques sont des matériaux inoxydables.

- Quel est le constituant principal des verres ?
- Quelle est la propriété principale du verre « Pyrex® » ? Quel oxyde est responsable de cette propriété ?
- Pourquoi le « cristal » est-il appelé « verre au plomb » ?
- Quelle est la matière première principale de la plupart des céramiques traditionnelles ? Quel ion contient-elle ?
- Compte tenu de toutes ces informations, proposer une explication au fait que verres et céramiques sont des matériaux inoxydables au sens où ils ne réagissent pas avec le dioxygène de l'air.

10 Les verres autonettoyants

Compétences générales Extraire et exploiter des informations – Mobiliser ses connaissances

Mots-clés Verres – Nanoparticules

DOC 1. Le principe des verres autonettoyants

Le verre autonettoyant est un verre flotté ordinaire sur lequel on dépose lors de sa fabrication une couche photocatalytique spéciale à base de nanoparticules de dioxyde de titane (TiO_2) sur sa face extérieure. L'oxyde de titane absorbe les rayons ultraviolets mais pas le visible (TiO_2 est blanc) ; cette excitation rend alors possible l'oxydation progressive des salissures organiques qui se détachent du verre.

Ce type de verre a aussi des propriétés hydrophiles qui font que l'eau, tombant sur la plaque de verre, lave le verre, au lieu de le laisser sale comme un verre ordinaire. En effet, l'eau constitue progressivement un film qui, par gravité, finit par glisser le long du verre en le lavant. Sur un verre traditionnel, les gouttes d'eau, surtout s'il y en a peu, restent sur le verre et s'évaporent, laissant en général des traces.

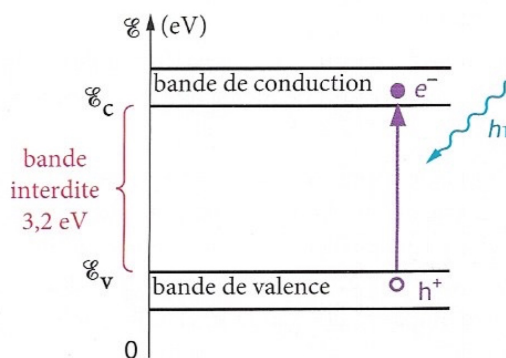
La combinaison de ces deux effets, laisse le verre à couches plus propre qu'un verre ordinaire pour une période significativement longue, spécialement si les conditions sont favorables (ensoleillement et pluie).

D'après André Gilles, *Bulletin de l'Union des Physiciens* n°884.

DOC 2. Mode d'action du dioxyde de titane

Le dioxyde de titane TiO_2 est un semi-conducteur. L'énergie de sa « bande interdite » est de 3,2 eV, ce qui signifie qu'un photon d'énergie au moins égale à cette valeur peut créer une paire de porteurs de charges électriques mobiles : un électron et un « trou ». Un « trou » (noté h^+) est une lacune électronique (c'est-à-dire un manque d'électrons) de charge positive.

Ces porteurs de charges migrent à la surface du semi-conducteur et forment des radicaux par interaction avec des molécules d'eau et d'oxygène de l'atmosphère. Les radicaux ainsi créés vont dégrader activement les salissures organiques en dioxyde de carbone et en eau par suite de réactions d'oxydoréduction.



QUESTIONS

À l'aide des documents présentés ci-dessus, on cherche à mettre en évidence le rôle du dioxyde de titane dans le fonctionnement des verres autonettoyants.

- En vous aidant du document 2 et de vos connaissances, calculer la longueur d'onde des photons qui permettent de créer une paire électron-trou. Quelle est la nature de ce type de radiation ?
- En vous aidant des documents 1, 2 et 3, expliquer en quelques phrases le mode d'action du dioxyde de titane sur les salissures.
- Quels sont les deux éléments extérieurs indispensables au bon fonctionnement d'un verre autonettoyant ?
- À votre avis, un verre autonettoyant peut-il fonctionner en l'absence de soleil direct (en cas de temps nuageux par exemple) ?
- La face intérieure du verre est-elle autonettoyante ? Justifier.

DOC 3. Qu'est-ce qu'un radical ?

Un radical (souvent appelé radical libre) est une espèce chimique possédant un ou plusieurs électrons non appariés sur sa couche externe, appelés électrons célibataires. La présence d'un électron célibataire (noté par un point) leur confère une grande instabilité (elles ne respectent pas la règle de l'octet), ce qui signifie qu'elles ont la possibilité de réagir avec de nombreuses espèces chimiques.

DONNÉES

- Constante de Planck : $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$
- Célérité de la lumière : $c = 3,0 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
- Electron-volt : $1 \text{ eV} = 1,60 \times 10^{-19} \text{ J}$

11 Des nanoparticules d'argent dans les textiles

Compétences générales Extraire et exploiter des informations – Commenter et argumenter

Mots-clés Nanoparticules – Textiles innovants

DOC 1. L'argent dans les textiles

Dans le secteur « textile et habillement », ce sont les nanoparticules d'argent (Ag) qui ont la cote. L'argent est connu depuis l'Antiquité pour ses qualités « favorables » à la santé (chez les Phéniciens et les Romains). On sait aujourd'hui que l'argent est bactéricide, d'où son usage en cuisine (couverts et récipients). L'effet bactéricide de l'argent est lié au fait que ce métal s'ionise lentement. À l'état de nanoparticules, le taux d'ionisation s'accroît considérablement ce qui en fait un puissant bactéricide.

De là à l'utiliser dans le textile, il n'y a qu'un pas manifestement déjà franchi par de nombreuses firmes, en quête de nouveaux marchés. L'argent est introduit dans les fibres pour éviter les problèmes de dégradation liés aux microorganismes, comme les odeurs de transpiration ou la décoloration.

De nombreuses marques de chaussettes et de bas intègrent cette technologie, de même que des vêtements de sport.

La technologie argent (en fait le recours aux nanoparticules d'argent) est évidemment tout indiquée pour les tissus à usage médical. C'est ainsi que de nombreux fabricants de bandages ont mis sur le marché des pansements à nanoparticules d'argent, vendus librement en pharmacie.

Un autre usage indirectement lié au textile est celui de la machine à lessiver, telle celle lancée par la firme Samsung avec le modèle « Silver Nano » qui génère pendant la lessive des ions argent.

Selon ses concepteurs, cette technologie permettrait à une lessive à 30°C d'être aussi efficace qu'une lessive à 90°C.

D'après le dossier « Nanotechnologie » du groupe de réflexion et d'action pour une politique écologique, Belgique.

DOC 2. Des ions argent dans les pansements

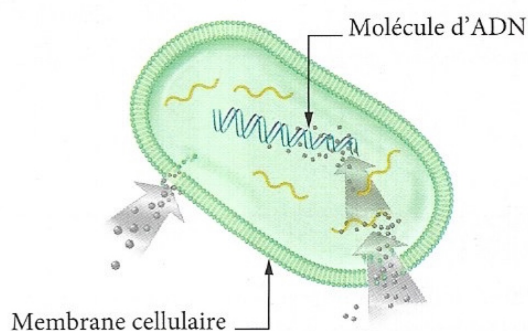
Depuis quelques années, les ions argent sont incorporés dans les pansements modernes.

L'ion argent possède en effet un large spectre d'action sur les germes présents dans les plaies. Il est bactéricide et minimise le risque de développement de germes résistants. En outre, il n'est pas cytotoxique, de sorte qu'il n'empêche pas le processus de cicatrisation.

DOC 3. Mode d'action des ions Ag^+

Les mécanismes d'action des ions argent sur les bactéries sont complexes et multiples. Les trois principaux effets sont :

- l'inhibition de la réplication de l'ADN ;
- la désactivation de la respiration ;
- la fragilisation de la membrane cellulaire.



QUESTIONS

À l'aide des documents présentés ci-dessus, on cherche à montrer quels sont les avantages d'incorporer de l'argent dans différents textiles.

- a. Dans quels textiles incorpore-t-on de l'argent ? Pour quelles applications ?
- b. Sous quelle forme l'élément argent est-il actif ?
- c. Quel est l'effet principal de l'argent ?
- d. Quel avantage supplémentaire apporte le fait d'incorporer l'argent sous forme de nanoparticules ?
- e. Répondre à la problématique en quelques lignes argumentées.