

# Questionnaire : les métaux de transition

---

**1. Donner les différents symboles chimiques des métaux de transition étudiés dans le syllabus « Application 2 »**

- Scandium (Sc)
- Titane (Ti)
- Vanadium (V)
- Chrome (Cr)
- Manganèse (Mn)
- Fer (Fe)
- Cobalt (Co)
- Nickel (Ni)
- Cuivre (Cu)
- Zinc (Zn)
- Palladium (Pd)
- Argent (Ag)
- Cadmium (Cd)
- Platine (Pt)
- Or (Au)
- Mercure (Hg)

**2. Donner les différentes propriétés générales des métaux de transition et les principales caractéristiques.**

Les métaux de transition sont tous des métaux et conduisent l'électricité. Les métaux de transition ont en général une densité ainsi qu'une température de fusion et de vaporisation élevées, sauf ceux du groupe 12, qui ont au contraire un point de fusion assez bas : le mercure est ainsi liquide au-dessus de  $-38,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Ces propriétés proviennent de la capacité des électrons de la sous-couche *d* à se délocaliser dans le réseau métallique. Dans les substances métalliques, plus le nombre d'électrons partagés entre les noyaux est grand, plus grande est la cohésion du métal. Certains métaux de transition forment de bons catalyseurs homogènes et hétérogènes. Par exemple, le fer est un catalyseur

dans le procédé *Haber*, le nickel et le platine sont utilisés dans l'hydrogénation des alcènes. Le groupe du platine constitue un ensemble important de métaux de transitions aux propriétés remarquables, qui en font d'excellents catalyseurs aux applications stratégiques.

**3. Qu'est-ce que l'aigue-marine ? Pourquoi est-elle de couleur bleue ?**

L'aigue-marine est une forme de béryl, elle doit sa couleur bleue à des traces de scandium.

**4. Décrire une méthode de préparation du « Scandium ».**

En 1960, on a préparé pour la première fois du scandium très pur via le procédé de « Va, Arkel - De boer ». Dans ce procédé, on décompose de l'iodure de scandium par chauffage, donnant lieu au dépôt du métal obtenue sur le filament incandescent.

Voici une des méthodes de préparation actuelle. On prépare du scandium raisonnablement pur par réduction du fluorure avec du calcium ou par électrolyse d'un mélange de chlorure de scandium, de potassium et lithium en fusion. La production annuelle mondiale ne s'élève qu'à 50 Kg.

**5. Développer 3 applications de composés du Scandium.**

- Détecteur de fuite : Pour détecter des fuites dans les des canalisations dans des raffineries, on ajoute un composé de  $^{44}\text{Sc}$ . Le temps de demi-vie du  $^{44}\text{Sc}$  n'est que de 3 heures et 54 minutes.
- Matériau spatial : Le scandium est un métal particulièrement léger et il possède un point de fusion très élevé (supérieur à celui de l'aluminium). Ses propriétés le rendent extrêmement approprié pour des applications dans l'aéronautique et dans les voyages interplanétaires aussi bien que dans des conditions dans lesquelles on doit travailler avec des constructions très légères que dans des situations dans lesquelles la matière est exposée à des températures extrêmement élevées.
- Lampes pour des productions de télévision : Dans les lampes à haut rendement, que l'on utilise lors d'enregistrements pour le cinéma et la télévision, contiennent de l'iodure de scandium et de la vapeur de mercure. Ces lampes émettent de la lumière dont la température correspond pour ainsi dire à celle de la température du jour et elles sont par conséquent très bien appropriées pour des prises de vue en intérieur destinées à la télévision et au cinéma. Pour la production d'une lampe, on n'a besoin que de 3 à 5 mg de scandium.

**6. Citer les différentes propriétés physiques du Titane dont les avantages sont utilisés dans le domaine des nouvelles technologies ?**

Le titane est un métal solide brillant, gris foncé, résistant au choc, à la traction et à l'usure, Sa tenue à la corrosion est exceptionnelle dans de nombreux milieux tels que l'eau de mer ou l'organisme humain.

Ses caractéristiques mécaniques restent élevées jusqu'à une température d'environ 600 °C et restent excellentes jusqu'aux températures cryogéniques. Il est disponible sous des formes et des types de produits très variés : lingots, billettes, barres, fils, tubes, brames, tôles, feuillard.

**7. Quel est le rôle principal du Titane de baryum ?**

Découvert à la fin des années 1940, il est le premier oxyde ferroélectrique simple connu et reste aujourd'hui un matériau modèle pour l'étude de la ferroélectricité. Utilisé sous forme de céramique ou de couche mince, le titanate de baryum est très utilisé dans l'industrie pour ses propriétés diélectriques et piézoélectriques (notamment dans les thermistances CTP, les condensateurs céramiques...).

**8. Définir « piézoélectrique ».**

Un matériau piézoélectrique est un matériau qui se charge électriquement quand il est soumis à des déformations mécaniques. (Exemple : Transformateurs piézoélectriques)

**9. Définir un colorant alimentaire. En donner un exemple et expliquer le code correspondant.**

Les colorants alimentaires sont utilisés pour ajouter de la couleur à une denrée alimentaire, ou pour en rétablir la couleur originale, ci-dessous ce trouve quelques exemples de colorant alimentaire :

- l'oxyde de fer (E172)<sup>2</sup> ;
- l'argent (E174) ;
- le caramel colorant (E150) ;
- le  $\beta$ -carotène (E160a).

Il existe une réglementation européenne pour ces colorants, d'ailleurs nombre d'entre eux sont interdits. L'Union européenne utilise le préfixe E suivi du numéro international (INS adopté par la commission du Codex alimentarius). Le chiffre 1 pour les centaines (E1xx) indique que l'additif est un colorant. Les dizaines et unités indiquent la teinte.

**10. Citer 5 additifs alimentaires. Quels sont leurs rôles principaux ?**

Colorants, arômes, conservateurs, épaississant, édulcorant ,... Ils peuvent jouer divers rôles : conservateurs, alimentaires, colorant, exhausteur de goût, régulateurs du pH, augmenter la productivité des élevages et piscicultures (dans le cas de l'alimentation animale)

**11. Citer 3 applications de composés à base de Titane ?**

- Echangeur de chaleur : Un échangeur de chaleur est un dispositif permettant de transférer de l'énergie thermique d'un fluide vers un autre, sans les mélanger. Le flux thermique traverse la surface d'échange qui sépare les fluides.
- Réacteur d'avion : Un moteur quoi ...
- Broche - prothèse : Les broches sont des plaques de liaison entre deux os, et les prothèses sont des éléments artificiels implantés dans le corps pour pouvoir remplacer des parties du corps défectueux (le remplacement de la hanche par exemple). Bien sur le titane est un élément biocompatible.

**12. Expliquer une méthode de préparation du Vanadium.**

On prépare du Vanadium par réduction d'oxyde de vanadium (V) avec du calcium sous haute pression. Pratiquement la totalité du vanadium est utilisé directement dans des alliages, on ne fabrique du vanadium pur que dans une très petite mesure. La production annuelle mondiale s'élève à environ 50.000 tonnes.

**13. Citer 3 applications de composés à base de vanadium.**

- Matériau de construction, outillage, moteur à réaction,
- Ressort,
- Peintures anti-algues.
- Catalyseur pour la production d'acide sulfurique.

**14. D'où vient le nom « chrome » ?**

Le nom dérive du mot grec chroma qui signifie « couleur ». Le nom a été attribué à cause de la grande diversité de couleurs des composés du chrome.

**15. Qu'est-ce qu'un acier inoxydable ?**

L'acier allié au chrome est très dur et résiste à la corrosion. Il est utilisé dans l'outillage et dans des matériaux de découpe tels que ciseaux, couteaux et mèches. Lorsqu'on ajoute une quantité suffisante de chrome, généralement en combinaison avec du nickel. On obtient de l'acier inoxydable (ou dit antirouille). L'acier inoxydable se retrouve dans toutes sortes d'alliages qui contiennent du chrome à concurrence de 12 à 25%. Les alliages connus sont :

- Le RVS INOX 18/10 : Acier inoxydable contenant du chrome à concurrence de 18% et du nickel à concurrence de 10%.
- Le ferrochrome qui contient du chrome à concurrence de 45 à 85% (outre, entre autres, du fer et ou du nickel) et qui manifeste une résistance excellente à la corrosion.

**16. Quel composé utilise-t-on sur les bandes d'enregistrement audio et vidéo ? Quelles sont ses principales propriétés.**

Sur des bandes d'enregistrement audio ou vidéo, on applique une couche extrêmement mince de très fines particules (environ 0,29µm) de matière magnétique. L'oxyde de chrome (IV) (en mélange avec des petites quantités de  $Fe_2O_3$  et de  $Sb_2O_5$ ) représente une des substances que l'on peut citer à cet effet. Il est facile à préparer et à purifier et il possède de très bonnes propriétés magnétiques. Il est par conséquent approprié pour copier des bandes à des vitesses de reproduction élevées. De même, après avoir utilisé une bande de manière répétée, cette substance conserve les propriétés désirées pour la magnétisation et la démagnétisation. L'oxyde de chrome (IV) est également utilisé pour l'application d'une couche magnétique sur des disquettes.

**17. Pourquoi la pierre précieuse améthyste est-elle de couleur paille ? Quelle est la composition de cette pierre ?**

La couleur paille de la pierre précieuse améthyste est due à la présence de manganèse.

**18. Où trouve-t-on les nodules de Manganèse ?**

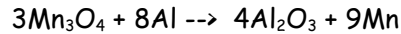
Le manganèse apparaît également dans ce que l'on appelle des nodules de manganèse sur le fond de l'océan. Ces nodules (qui sont les sources principales de Manganèse) comprennent en plus du fer, du nickel, du cobalt et du cuivre du manganèse à raison de 1,5% à 50%

**19. Expliquer une méthode de préparation de Manganèse.**

On prépare le manganèse la plupart du temps non pas sous forme pure, mais sous forme de mélange avec entre autre du fer ou du silicium. On soumet des mélanges de dioxyde de manganèse et de minerai de fer à une réduction avec du coke. Le mélange que l'on obtient

peut être utilisé comme métal ou est ajouté lors de la production d'acier à du verre brut pour obtenir la composition correcte de l'alliage.

On prépare du manganèse relativement pur en faisant d'abord réagir dans un four du dioxyde de manganèse ( $MnO_2$ ) dans du  $Mn_3O_4$ , puis en réduisant ce dernier avec de la poudre d'aluminium :



Par électrolyse de sels de manganèse (II), on obtient du manganèse pur. La production mondiale s'élève à environ  $20 \cdot 10^6$  tonnes par an.

**20. Pourquoi utilise-t-on du manganèse dans la fabrication des canettes de boissons gazeuse ?**

Le métal employé dans la fabrication de canettes de boisson en aluminium contient environ 1 % de Mn, pour en prévenir la corrosion.

**21. Qu'est-ce que du bronze manganèse ?**

Le bronze manganèse est un alliage contenant, 3% de zinc, 1% de manganèse, un peu de fer et d'aluminium et majoritairement du cuivre.

**22. Citer 2 minerais du Fer.**

Le fer est présent dans un grand nombre de minéraux répartis dans le monde entier. Il apparaît sous la forme, de sulfures, de carbonates, de nitrates et de silicates. Les minéraux les plus importants sont :

- L'ilménite ( $FeTiO_3$ )
- L'hématite, la sanguine ( $Fe_2O_3$ )
- La pyrite ( $FeS_2$ )
- La sidérite ou le fer-spath ( $FeCO_3$ )

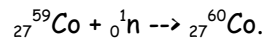
Le fer à l'état naturel (sous forme métallique) ne se rencontre que de manière très sporadique, entre autre au Groenland.

**23. Citer 5 applications de composés à base de fer.**

- Dans les vélos : Pour les vélos, on utilise des tubes constitués d'acier de construction.
- construction.
- Auto : on fabrique des pièces détachés telles que le tambour de frein et l'arbre à manivelle dans le moteur avec ce que l'on appelle de la fonte moléculaire (avec du magnésium)
- Bateaux : On construit des bateaux avec de l'acier de construction. Parfois, on utilise de l'acier inoxydable ou de l'aluminium.
- Boîtes de conserves : On fabrique des boîtes de conserves en acier recouvert d'une mince couche d'étain ou d'une matière synthétique (par exemple de résine époxy) pour lutter contre la corrosion.

**24. Dans quel type d'utilisation l'isotope  $^{60}Co$  est-il employé ?**

L'isotope  $^{60}Co$  est un émetteur puissant de rayons gamma ( $t_{1/2} = 5,3$  années). Il est beaucoup moins cher que le radium et il donne lieu à des dégradations de la peau moins sévères et il a moins d'effets secondaires. On prépare le  $^{60}Co$  de manière synthétique (dans un cyclotron conformément à la réaction :



On l'utilise pour le traitement de cancers malins, pour la stérilisation d'instruments, pour la conservation d'aliments et comme marqueur en biologie, dans l'industrie et dans la chimie. On l'utilise également comme marqueur lors d'examen d'affections du foie.

**25. Qu'est-ce que le bleu de cobalt et le vert cobalt ? Quelles sont leurs utilisations ?**

- Le bleu de cobalt (aluminat de cobalt,  $\text{CoAl}_2\text{O}_4$ ) également connu sous d'autres noms, par exemple le bleu de thénard est utilisé comme pigment pour la coloration en bleu de l'émail, de la porcelaine, du verre et de la peinture, ainsi que pour l'encre bleue dans des billets de banques.
- Comme pigment vert, respectivement carmin dans le verre, dans l'émail, dans la porcelaine et dans la peinture, on utilise le vert de cobalt ou le vert Rinnemant (Une « solution solide » d'oxyde de cobalt (II) et d'oxyde de zinc), ainsi que du sulfate de cobalt ( $\text{CoSO}_4$ ). Comme pigment jaune pour la peinture jaune pour la peinture d'aquarelle et la peinture à l'huile, le verre, la porcelaine et le caoutchouc, on utilise de l'exanitrocobaltate de potassium (III) ( $\text{K}_3(\text{Co}(\text{NO}_2)_6) \cdot 1,5\text{H}_2\text{O}$ , jaune de cobalt).

**26. Citer les différentes propriétés physiques et chimiques du Nickel.**

Le nickel est un métal gris-argent brillant, dur mais malléable. Magnétique et résistant à la corrosion. Pour ces propriétés chimiques, il réagit avec les acides mais pas avec les bases. Dans les conditions habituelles il ne réagit pas avec l'air humide. Le nickel est utilisé dans l'argenture par électrolyse et, du fait de sa résistance à la corrosion, dans les alliages.

**27. Qu'est-ce qu'un cupronickel ?**

Le cupronickel est un alliage de cuivre et de nickel, reconnu pour ses propriétés anticorrosives. Cet alliage possède de bonnes caractéristiques mécaniques, il est souvent utilisé dans des milieux marins mais aussi pour la fabrication de pièces de monnaie, notamment les pièces de monnaie de la Confédération suisse.

**28. Citer 4 applications de composés à base de Nickel.**

- Pièces de monnaie : Pour la fabrication de pièces de monnaie, on a besoin de métal résistant à la corrosion
- Catalyseur pour le durcissement des graisses : Lors du durcissement des graisses, les huiles et les graisses non saturées sont transformées en huiles et en graisses saturées par addition d'hydrogène aux doubles liaisons en utilisant du nickel comme catalyseur.
- Cuve à lait : La matière des cuves à lait doit répondre à des exigences élevées. Elle doit manifester une résistance très élevée à la corrosion, ainsi qu'aux rayures et elle doit pouvoir être facilement nettoyée.
- Or blanc : L'or blanc est un alliage à base d'or avec du nickel à concurrence de 13,7% à 16%. Il possède une couleur gris acier à blanc et il est souvent utilisé dans la joaillerie.

**29. Qu'est-ce qu'un nickelage ?**

Des métaux, qui doivent être protégés contre la corrosion, sont souvent munis d'une mince couche d'un métal plus noble. Cette couche est appliquée par électrolyse. En reliant au pôle négatif la matière qui doit être soumise à un nickelage et en la soumettant à une électrolyse dans une solution d'un sel de nickel (la plupart du temps le sulfate de nickel), on applique une mince couche de nickel manifestant de bonnes propriétés et qui est très uniforme, possédant une épaisseur d'environ 20 à 30  $\mu\text{m}$

**30. Qu'est-ce que du vert-de-gris ? Expliquer.**

Le vert de gris est une couche toxiques qui adhère bien à la surface du Cu.

**31. Citer 2 alliages à base de cuivre et préciser leur composition chimique.**

Bronze => CuSn    Cupronickel =>CuNi

**32. Citer 2 minerais principaux du cuivre.**

La Covelline et la cuprite

**33. Pourquoi le cuivre joue-t-il un rôle important dans les applications électroniques ?**

Pour pouvoir les utiliser sur des circuits imprimés, les métaux doivent posséder une bonne conductibilité et une bonne résistance à la corrosion. Le cuivre répond à ces exigences.

**34. Définir les bronzes et les laitons.**

- Les bronzes : Le bronze est le nom générique des alliages de cuivre et d'étain. Ils sont normalement composés de plus de 60 % de cuivre et d'une proportion variable d'étain, et ils contiennent en outre des proportions variables d'aluminium, plomb, béryllium, manganèse et tungstène, accessoirement du silicium et du phosphore, mais pas de zinc en quantité notable. Pour le moulage des sculptures et de figurine, on utilise du bronze. Pour améliorer les propriétés de l'alliage, on ajoute du plomb ou du zinc. A ce moment, la matière ressemble un peu plus au laiton. Le « magnimate » (du cuivre avec du nickel à raison de 25%) convient également pour le moulage de figurines. Pour des médailles, on utilise la plupart du temps du bronze avec de l'étain à raison de 3 à 8%.
- Les laitons : Les laitons sont des alliages composés essentiellement de cuivre et de zinc, aux proportions variables. Selon les propriétés visées ils peuvent contenir d'autres éléments d'additions comme le plomb, l'étain, le nickel, le chrome et le magnésium. Ce sont des alliages amagnétiques. La corrosion fait apparaître à la surface du laiton une couche appelée vert-de-gris.

Les laitons sont parfois improprement appelés cuivre jaune.

**35. Expliquer 4 applications principales du cuivre et de ses alliages.**

- Fil, câble : Grâce à sa bonne conductibilité électrique et à sa faible corrosion, on utilise du cuivre pour le câblage électrique. On peut ajouter d'autres métaux jusqu'à un maximum de 5%. Pour augmenter la qualité du métal. Les propriétés de l'argent sont légèrement meilleures, mais l'argent est trop coûteux pour cette application.
- Impression : Pour pouvoir les utiliser sur des circuits imprimés, les métaux doivent posséder une bonne conductibilité et une bonne résistance à la corrosion. Le cuivre répond à ces exigences.
- Bronze, figurines, médailles : Pour le moulage des sculptures et de figurine, on utilise du bronze. Pour améliorer les propriétés de l'alliage, on ajoute du plomb ou du zinc. A ce moment, la matière ressemble un peu plus au laiton. Le « magnimate » (du cuivre avec du nickel à raison de 25%) convient également pour le moulage de figurines. Pour des médailles, on utilise la plupart du temps du bronze avec de l'étain à raison de 3 à 8%.
- Tuyau : On fabrique des tuyaux de condenseurs en laiton avec de l'étain à concurrence de 1 à 5% et en fonction des conditions d'utilisation de l'aluminium, du fer, du nickel ou du manganèse. Ces alliages possèdent une résistance élevée à la traction, ainsi qu'une élasticité élevée et ils possèdent une résistance à la corrosion.

**36. Citer 5 propriétés physiques et chimiques du cuivre.**

- Propriétés physique : Le cuivre est un métal rouge brun, malléable et ductile. Ils possèdent une haute conductivité thermique et électrique. Le seul métal possédant une meilleure conductivité électrique est l'argent.
- Propriétés chimiques : Il ne réagit pas, ni avec de l'oxygène de l'air, ni avec de l'eau. Sur les surfaces en contact avec l'air, il se forme un film verdâtre de carbonate de cuivre. Le cuivre est souvent utilisé comme conducteur électrique. On s'en sert pour les conduites d'eau. Ses alliages sont employés en joaillerie et pour les pièces de monnaie.

**37. Expliquer le principe de galvanisation du fer.**

Le zinc est utilisé pour recouvrir le fer d'une couche le protégeant de la rouille. Environ 90% du zinc est utilisé pour la galvanisation du fer. Le procédé de galvanisation se fait de cette manière, On plonge le matériau corrodable dans un bain de zinc fondu afin d'en obtenir une mince couche à la surface du matériau.

**38. Comparer la galvanisation au zingage.**

Le zingage est un terme général désignant tout traitement de surface entraînant la formation d'un revêtement métallique de zinc. L'objectif est d'empêcher la dégradation du métal recouvert par corrosion. En effet, le zinc est un métal très réducteur qui est donc oxydé à la place du métal qu'il protège. La galvanisation est l'action de recouvrir une pièce d'une couche de Zinc dans le but de la protéger contre la corrosion. Cependant, dans l'industrie on utilise le terme de galvanisation pour parler du procédé de galvanisation à chaud, d'où une possible confusion.

**39. Citer 3 applications de composés à base de zinc.**



- Corniche : On fabrique des corniches à partir de zinc relativement pur. Lors de l'oxydation, on obtient une mince couche d'oxyde de zinc et de carbonate de zinc basique qui offre une protection contre l'oxydation ultérieure. Toutefois, les corniches en zinc sont plus fortement attaquées par les pluies acides qu'autrefois, la durée de vie s'élève à environ 20-30ans.
- Pièces détachées pour véhicules automobiles : Certaines pièces détachées pour véhicules automobiles à des endroits difficilement accessibles et sensibles à la corrosion sont réalisés en zinc. Ce métal forme, lors de l'oxydation, une très bonne couche de protection d'oxyde de zinc et de carbonate de zinc basique. Les tôles en d'acier pour véhicules automobiles sont pratiquement toujours recouvertes d'une mince couche de zinc pour lutter contre la corrosion.
- Cosmétique : a des déodorants, on ajoute du sulfate de zinc ( $ZnSO_4$ ), à des pommades et à des poudres de saupoudrage, on ajoute de l'oxyde de zinc ( $ZnO$ ). L'oxyde de zinc dans des pommades médicinales a un effet astringent et refroidissant dans le cas de blessures, d'ulcères, ect...

**40. Qu'est-ce que du « zinc au titane » ?**

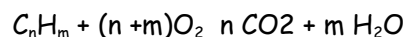
Pour obtenir du zinc à partir du minerai, celui-ci est broyé et concentré par flottation. Le concentré obtenu est ensuite grillé pour obtenir de l'oxyde de zinc. Cette opération s'accompagne de la formation de gaz contenant du  $SO_2$ , que l'on transforme en acide sulfurique. Le zinc, obtenu par électrolyse, est allié avec du titane puis laminé. Les feuilles de zinc-titane sont ensuite rincées et séchées. Après dégraissage, elles sont soumises à un dérochage acide ou à un phosphatage. Ceci entraîne la formation en surface de sels de zinc qui protègent de la corrosion. Ce en fait en alliage qui permet d'augmenter les propriétés en ajoutant au moins 0,4% de Cu et 0,1% de titane.

**41. Citer 4 propriétés du zinc au titane.**

- Meilleure résistance à la corrosion,
- Résistance mécanique élevée,
- Très bonnes propriétés électriques,
- Aisé à souder,
- Très bonne résistance à haute température.

**42. Quel est le principe du pot catalytique. Expliquer le fonctionnement. Quels sont les différents métaux utilisés dans le pot catalytique.**

A cet effet, on utilise du palladium très finement divisé qui possède une surface particulièrement grande. Le palladium absorbe très facilement les gaz. Le catalyseur (du palladium avec une partie de platine) est appliqué sur un support en céramique et fait en sorte que les hydrocarbures non brûlés soient tout de même transformés en dioxyde de carbone et en vapeur d'eau :



La fraction la plus importante de la production de palladium est utilisée pour les pots catalytiques de véhicules automobiles. Ces gaz nocifs viennent de  $CO_2$  en vapeur d'eau et ou en azote. Constitué de petit grain de métaux qui facilite les réactions de conversion des gaz polluants sans même être consommé.

**43. Quel sont les rôles principaux d'une couronne dentaire.**

Le rôle principal des couronnes dentaires est de protéger les dents déjà abîmées. C'est un mélange de palladium et de céramique.

**44. Pourquoi utilise-t-on du palladium dans certaines montres mécaniques ?**

Les organes vitaux de ce type de montre sont rendus anticorrosifs avec une mince couche de palladium.

**45. Citer 2 minerais d'argent.**

- L'argentite ( $Ag_2S$ )
- La bromite ( $AgBr$ )

**46. Expliquer le principe d'électrolyse de l'argent.**

L'argent brut peut être purifié par électrolyse. On place l'argent brut pour faire office d'anode (dans un sac de polypropylène) dans une solution de nitrate d'argent acidifiée. Lors de l'électrolyse, l'anode se dissout et de l'argent très pur (>99,99%) précipite sur la cathode. L'argent formé est raclé et éliminé en continue. On désigne ce procédé par l'appellation « procédé de möbius »

**47. Expliquer le principe de plaquage de l'argent en se basant sur un exemple d'application industrielle.**

Le plaquage de l'argent dans une solution, on plonge une anode faite d'argent pure et une cathode faite d'un objet en acier, le principe est de déposer progressivement une fine couche d'argent sur l'objet (par exemple une fourchette que l'on voudrait plaquer en argent) et grâce à une source de courant extérieur, l'anode en argent va se transformer en ions  $Ag^+$  qui passe en solution grâce à une réaction d'oxydation. Les électrons provenant de cette oxydation traverse le circuit métallique extérieur pour arriver à la cathode.

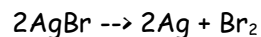
**48. Pourquoi utilise-t-on de l'argent dans un miroir ?**

L'argent est un des meilleurs réflecteurs pour la lumière et il est en même temps raisonnablement résistant à la corrosion. Pour la fabrication de miroirs de bonne qualité, on applique une mince couche d'argent pur sur une plaque de verre. Cette application peut avoir lieu par précipitation d'argent à partir d'une solution de sel d'argent (complexe), par addition d'un agent de réduction ou par chauffage et par évaporation sous vide.

**49. Expliquer le rôle de l'argent sur du papier photographique.**

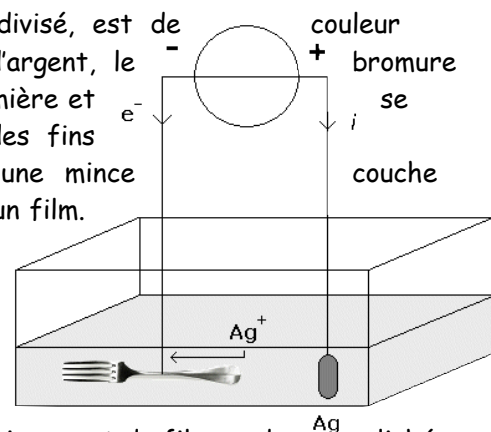
L'argent métallique, lorsqu'il est très finement divisé, est de couleur noire. Des sels d'argent, tels que le chlorure d'argent, le bromure d'argent et l'iodure d'argent, sont sensibles à la lumière et se décomposent sous l'influence de la lumière. A des fins d'utilisation dans la photographie, on applique une mince couche de sel d'argent (avec un liant) sur du papier ou sur un film.

Lors de l'exposition à la lumière de ce matériau, on obtient la réaction ci-après :



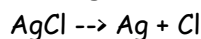
Lors du développement, le bromure d'argent, qui n'a pas réagi, est éliminé avec du thiosulfate de sodium. L'argent métallique est responsable du noircissement du film ou du cliché.

Bien que la consommation d'argent diminue fortement dans la photographie (selon les estimations), on utilise à l'heure actuelle encore 30% de la production totale d'argent à des fins photographique. Une grande partie de l'argent est recyclée.

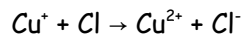


**50. Expliquer le fonctionnement des lunettes photosensibles.**

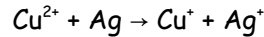
Dans le verre photosensible (photochrome) pour lunette, on utilise du chlorure d'argent et ou du bromure d'argent et de l'oxyde de cuivre (I). Lorsque la lumière frappe le verre, le chlorure d'argent se scinde en atome d'argent et de chlore :



Les atomes d'argent forment des particules extrêmement petites de métal d'argent qui absorbent ou réfléchissent la lumière incidente. Le pourcentage de lumière, qui traverse le verre, peut ainsi être limité à environ 22% (du verre ordinaire laisse passer une quantité de lumière d'environ 92%). Les atomes de chlore sont entraînés par les ions  $\text{Cu}^+$  :



Lorsque la lumière solaire disparaît, on assiste au processus inverse. Les atomes d'argent réagissent avec les ions cuivres (II) pour former des ions argent :



Les ions argent et les ions chlorure forment à nouveau de petits cristaux de  $\text{AgCl}$ . La lumière n'est plus absorbée/ réfléchi et le verre redevient plus clair. Ce procédé peut se répéter de manière pratiquement illimitée.

#### 51. Donner une méthode de préparation du Cadmium.

On prépare le cadmium à partir de minerais de zinc qui contiennent également une petite quantité de composés de cadmium. Après calcination, on porte fusion la substance obtenue et on sépare les composés de cadmium et de zinc.

#### 52. Citer 2 applications du cadmium.

- Barre de contrôle de réacteur nucléaire : Le cadmium ( $^{113}\text{Cd}$ ) possède un bon pouvoir d'absorption pour les neutrons et est par conséquent - à l'état allié avec d'autres métaux, entre autres l'indium, l'argent et le sélénium - approprié comme barre de contrôle pour l'étanchéité neutronique dans des réacteurs nucléaires.
- Photomètre : Dans les photomètres, on utilise un matériau à partir duquel, sous l'influence de la lumière incidente, des électrons sont libérés ou bien un matériau dont la résistance se modifie. Le sulfure de cadmium ( $\text{CdS}$ ), le séléniure de cadmium ( $\text{CdSe}$ ) et le tellure de cadmium ( $\text{CdTe}$ ) sont appropriés à ce effet sous forme de matériau semi-conducteur. Cet appareil sert à mesurer les intensités lumineuses.

#### 53. Qu'est-ce que l'eau régale ?

L'eau régale (latin, aqua regia, eau royale) est un mélange d'acide chlorhydrique et d'acide nitrique concentrés (2 à 4 volumes d'acide chlorhydrique pour 1 d'acide nitrique) capable de dissoudre certains métaux nobles tels le platine, l'or ou le tantale insolubles dans ces acides seuls ou dans tout autre acide simple concentré. Pour cette raison, cette solution est aussi connue sous le nom d'« eau royale ».

#### 54. citer 4 applications du platine.

- Creuset de laboratoire
- Creuset pour verre en fusion
- Joaillerie
- Dentisterie : Couronne dentaire

- Thérapie antitumorale.

**55. Citer les différentes propriétés physique et chimiques de l'or.**

Il ne réagit ni avec l'air, ni avec l'eau, ni avec les bases et la plupart des acides. Il est aussi chimiquement Inerte. On trouve de l'or à l'état natif et également dans des minerais de cuivre. C'est un métal noble et précieux. Il y a peu d'électron disponible pour pouvoir former des liaisons. Étant donné qu'il réfléchit bien les infrarouges, on utilise sous forme de film très fin sur les vitres des gratte-ciel afin de réduire la chaleur provoquée par le soleil

**54. citer les 3 domaines d'application de l'or et expliquer par des exemples.**

- Métal monétaire = Comme métaux monétaires, on utilise des métaux (nobles) précieux. Ces métaux monétaires servent conformément à un accord international de contre valeur pour le papier monnaie. Ces métaux, la plupart du temps de l'or, sont conservés en lingots dans les banques nationale. Environ la moitié de l'or se trouve dans des coffres bancaires Les lingots entreposés doivent contenir de l'or possédant une pureté minimale de 99,6%. Des pièces en or contiennent en général encore 10% de cuivre, étant donné que de l'or pur est trop tendre et par conséquent n'est pas approprié comme matériau pour de la monnaie.
- Contact électrique = Des contacts électriques dans des appareils de mesure de précision, dans des relais, etc. Doivent posséder une résistance élevée à la corrosion et une bonne électro-conductibilité. Pour cette raison, on utilise des métaux dorés ou des alliages contenant environ 40% d'argent
- Thérapie anti-rhumatismale = Pour le traitement des rhumatismes, on utilise des médicaments qui stimulent la formation d'anticorps. On utilise pour cela de l'or métallique dans une solution colloïdale et des composés d'or à titre d'aurothioglucose et d'aurofine.

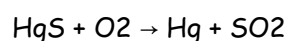
**57. Pourquoi utilise-t-on de l'or dans certains procédés de hautes technologies ?**

On l'utilise grâce à ces propriétés avantageuse. (voir propriétés)

**58. Donner une méthode de préparation du mercure.**

On le prépare le mercure,

- En calcinant le cinabre avec un courant d'air intense :



**Qu'est-ce qu'un lampe à mercure.**

Des tubes à décharges dans du gaz avec de la vapeur de mercure fournissent de la lumière avec une fraction relativement élevée de rayonnement ultraviolet. Dans une lampes basse pression, une grande quantité de lumière ultraviolette est émise avec une longueur d'onde de 253,7 nm (et en partie de 185nm). Dans des lampes haute pression (jusqu'à  $200 \cdot 10^5$  Pa), la quantité de la lumière visible augmente (diverses longueurs d'ondes). Des lampes de mercure basse pression sont utilisées dans des appareils offset,

en photochimie, en spectroscopie et dans des lampes à rayons ultraviolet (bancs solaires). On utilise des lampes au mercure haute pression dans des projecteurs pour éclairer des terrains et des routes. Le rayonnement UV est transformé en lumière blanche par l'application de  $\text{Mg}(\text{PO}_3)_2$  dopé avec des ions cérium, qui est appliqué sur la lampe.

**60. Savoir définir :**

- catalyseur = Molécule qui, en petite quantité, accélère la vitesse d'une réaction et qui revient à sa forme initiale à la fin de la réaction. Les enzymes sont des catalyseurs biologiques.
- Raies spectrales des éléments chimiques = C'est un procédé d'analyse dans laquelle on fait usage de la longueur d'onde qu'une substance émet ou absorbe. On remarque une série de raies spectrales qui fait office d'empreinte digitale de la substance.
- Chromatographie = La chromatographie est une technique physique de séparation d'espèces chimiques. L'échantillon contenant une ou plusieurs espèces est entraîné par un courant de phase mobile (liquide, gaz ou fluide supercritique) le long d'une phase stationnaire (papier, gélatine, silice, polymère, silice greffée etc) ; chaque espèce se déplace à une vitesse propre dépendant de ses caractéristiques et de celles des deux phases.
- Electrolyse = L'électrolyse est une méthode qui permet de réaliser des réactions chimiques grâce à une activation électrique. C'est le processus de conversion de l'énergie électrique en énergie chimique. Elle permet par ailleurs, dans l'industrie chimique, la séparation d'éléments ou la synthèse de composés chimiques.
- Isotope = En physique nucléaire et en chimie, deux atomes sont dits isotopes si leur noyau a un nombre de protons identique mais un nombre de neutrons différent. Le nombre de protons dans le noyau d'un atome est désigné par le numéro atomique  $Z$ , qui identifie l'élément chimique auquel l'atome appartient.
- Polymérisation = La polymérisation désigne la réaction chimique, ou le procédé, permettant la synthèse de polymères à partir de molécules réactives qui peuvent être des monomères ou des pré-polymères linéaires.

