

Nanokits for School

parce que la nanotechnologie,
c'est cool !

Expériences pour l'école

Six expériences
sur la nanotechnologie
à faire soi-même

Edité par :

cc-NanoBioNet e.V.
Science Park 1
66123 Saarbrücken
Allemagne
www.nanobionet.de

Dessins : Nina Sepeur

Tous droits réservés: cc-NanoBioNet e.V.

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite, transcrite, ni stockée dans un système d'extraction, dans quelque format ou par quelque moyen que ce soit, électronique, mécanique, magnétique, optique, chimique, manuel ou autre, sans la permission écrite préalable de l'éditeur.

Réalisé dans le cadre de NANORA, projet financé par INTERREG IVB North West Europe.



NANOKITS FOR SCHOOL

Six expériences sur la nanotechnologie à faire soi-même

Comment pouvons-nous avoir des façades qui ne se salissent jamais, malgré le vent et le mauvais temps ?

Pourquoi certaines crèmes solaires sont transparentes et d'autres pas ?

Pourquoi certaines voitures ne semblent jamais griffées ?

Est-ce que les ordinateurs et les téléphones mobiles existeraient sans la nanotechnologie ? La réponse est simple : NON !

Chers Professeurs, Chers Etudiants,

La nanotechnologie est considérée comme une technologie-clé de ce 21^{ème} siècle. Elle nous mène à de folles innovations et à de nouveaux produits qui révolutionnent notre monde. Les ordinateurs et les smartphones de plus en plus puissants ainsi que les énergies renouvelables plus propres sont juste le sommet de l'iceberg.

La physique, la chimie, la science des matériaux et la médecine, toutes se mêlent ensemble dans la nanotechnologie. Ce sont des nouveaux matériaux à la base d'un grand nombre d'applications, de nouvelles structures à la base des ordinateurs et des smartphones, ou de nouveaux dispositifs médicaux qui combattent la maladie – les découvertes en nanotechnologie ouvrent la porte à de nouvelles possibilités et font la lumière sur des phénomènes inexplicables jusqu'alors.

Grâce à notre brochure « nanokits for school », nous voulons initier les jeunes à cette nouvelle technologie révolutionnaire. Les six expériences présentées s'adressent à des enfants et des adolescents âgés de 10 à 15 ans et utilisent du matériel que l'on peut trouver aisément dans la plupart des laboratoires scolaires.

Vous pouvez trouver d'autres expériences sur le site www.nanoschoolbox.com

Amusez-vous !



CONTENT

- 5 Avertissement
- 6 Que sont les nanotechnologies ?

L'effet lotus

- 9 1er Expérience : L'effet lotus
- 12 2ème Expérience : Création d'une surface hydrophobique

Augmentation de la surface

- 14 3ème Expérience : Augmentation de la surface

Augmentation de la surface et solubilité

- 18 4ème Expérience : Le lien entre la surface et la solubilité

L'effet Tyndall

- 22 5ème Expérience : Détection de colloïdes grâce à l'effet Tyndall
- 25 6ème Expérience : Produire de l'argent colloïdal
- 28 Expérience complémentaire : Action des nanoparticules d'argent

NANORA

- 31 L'alliance régionale du secteur des nanotechnologies



AVERTISSEMENT

Sachant que ces expériences doivent être approchées différemment en fonction de l'âge des élèves, vous, le professeur devrez toujours superviser la démarche. Vous assumez la responsabilité de leurs faits et gestes. Ne laissez jamais les étudiants sans surveillance pendant les expériences. Prenez, s'il vous plaît, les mesures de sécurité nécessaires. Veillez à ce que les élèves portent toujours les équipements de protection individuelle : tabliers, gants et lunettes de protection. Il faudra également faire preuve de prudence lors de l'utilisation de pointeurs laser. Le faisceau lumineux ne devra jamais être orienté vers les yeux ou vers des surfaces réfléchissantes car – selon le pointeur laser – même le rayon réfléti peut être dangereux.

Que les étudiants réalisent les expériences tout seuls ou avec vous comme superviseur : vous devrez toujours vous assurer qu'ils suivent bien les instructions et que seules les expériences décrites dans cette brochure seront réalisées. Nous n'assumons aucune responsabilité quant au succès des résultats, ni pour les dommages ou les blessures qui pourraient être occasionnés.

De par leur nature interdisciplinaire, les expériences sont tout autant valorisables pour des classes de chimie, de physique et de biologie. Le poste de travail devra être une table solide avec une surface élastique, résistante à la chaleur. Les ressources nécessaires sont des produits de consommation courante, ainsi que du matériel, des produits chimiques et des matériaux auxiliaires habituellement disponibles dans les écoles.

Nous espérons que vous et vos scientifiques en herbe apprécierez l'exploration du nanomonde !



QUE SONT LES NANOTECHNOLOGIES ?

Au cours des dernières décennies, la nanotechnologie est apparue dans des disciplines comme la physique, la chimie, la biologie, la médecine et la science des matériaux. Son but est d'utiliser des moyens techniques pour rendre les procédés et les composants de taille nanométrique utiles pour la science et les applications industrielles.



Nano vient du mot grec « nânos » qui signifie « nain ».

Les nanotechnologies utilisent les vraiment toutes petites particules. Une nanoparticule est tellement petite que tu ne peux pas les voir. Cela peut-être très difficile à imaginer, et une comparaison va peut-être t'aider : un mètre par rapport à un nanomètre, c'est ce que la terre entière est à un ballon de football. Ou un autre exemple : un de tes cheveux a 70,000 nanomètres de large !

En termes mathématiques, un nanomètre vaut un milliardième de mètres, ou un millionième de millimètre. L'abréviation du mètre est « m », celle du nanomètre est « nm ».

En chiffres, cela donne ceci :

$$1 \text{ nanomètre} = 1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m} = 0,000.000.001 \text{ m.}$$

Un mètre par rapport à un nanomètre, c'est ce que la terre entière est à un ballon de football.



QUE SONT LES NANOTECHNOLOGIES ?

Les nanoparticules présentent une taille située entre celle des atomes et celle des corps solides et possèdent des propriétés qui se trouvent, elles aussi, quelque part entre celles des atomes et celles des corps solides. Elles sont si petites qu'elles ne peuvent pas diffuser la lumière visible, ce qui les rend invisibles à l'œil humain et donc, très utiles dans des applications comme les vernis transparents, par exemple. De plus, les nanoparticules peuvent être fabriquées à partir de toutes sortes de matériaux.

Mais la nanotechnologie n'a en fait rien de neuf. Nous connaissons depuis longtemps des particules présentant des dimensions aussi minuscules comme, par exemple, dans les suspensions colloïdales.

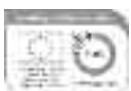
De plus, les nanoparticules ont toujours existé à l'état naturel : par exemple, en cas d'activité volcanique, dans les océans (érosion), dans les tempêtes de sable, dans les pollens ou lors de feux de forêt ou de brousse. Les particules émanant de feux naturels peuvent présenter des dimensions inférieures à 1000 nm, alors que celles présentes dans les océans peuvent atteindre des dimensions jusqu'à 10000 nm.

Des particules peuvent également être générées par les procédés industriels, lors de la génération d'énergie (en particulier dans les centrales électriques et les centrales de chauffage urbain), par le trafic routier, la construction et les ménages (chauffage). Les fumées engendrées par les combustibles fossiles contiennent des particules d'une taille de l'ordre de 500 nanomètres (nm).



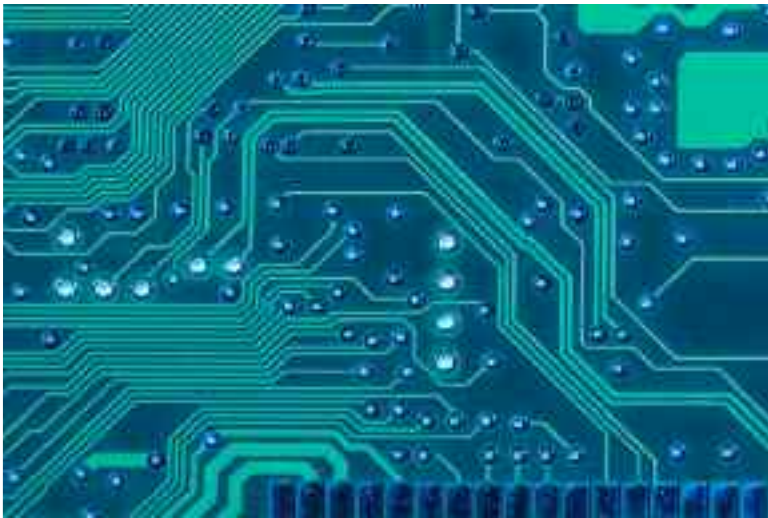
Les nanoparticules ont toujours existé à l'état naturel : par exemple dans les pollens ou lors de feux de forêt ou de brousse.

La nanotechnologie permet d'obtenir des fonctionnalités spécifiques en rétrécissant la taille des systèmes jusqu'à des dimensions structurales caractéristiques en dessous de 100 nm. Le terme nanotechnologie est donc un terme « collectif » pour de nombreuses technologies différentes. Tous les domaines de recherche liés aux nanos se concentrent sur une même échelle allant de la taille de l'atome à 100 nm. Il est plus significatif d'utiliser le terme « échelle nanométrique » pour se référer à une échelle allant de 1 à 100 nm, car de nombreuses fonctionnalités entièrement nouvelles, liées à la taille apparaissent à cette échelle. En dessous de 1 nm, on parle d'atomes ou de molécules ; au-dessus de 100 nm, on entre dans le domaine de la microtechnologie.



QUE SONT LES NANOTECHNOLOGIES ?

La nanotechnologie joue un rôle central dans le stockage de données. On prévoit que le volume global de données va être décuplé d'ici 2020 – de 4400 milliards de gigaoctets à 4400000 milliards de gigaoctets. Ces chiffres sont presque inimaginables.



Grâce au développement des nanotechnologies les disques durs sont devenus plus rapide.

Dans les années 80, la densité de données est devenue si élevée que les disques durs ont atteint leurs limites, et à l'époque, les fabricants de disques durs et les datacenters ont été confrontés à des défis majeurs. Les disques durs modernes ont pu atteindre de telles capacités de stockage grâce à la nanotechnologie.

En 1988, la découverte de deux physiciens, Peter Grünberg et Albert Fert, a révolutionné les disques durs. En se basant sur la nanotechnologie, ils ont développé un revêtement utilisant l'« effet GMR » ou « magnéto-résistance géante ». Ce coating est utilisé dans la nouvelle génération de

disques durs et stimule les performances des disques pour les aider à faire face à l'afflux sans cesse croissant de données. Pour cette invention révolutionnaire, Grünberg et Fert ont reçu le prix Nobel de Physique en 2007.

En 10 ans, tous les disques durs des générations précédentes ont complètement disparu du marché. Il est très inhabituel pour un nouveau système de remplacer complètement les anciens en un temps aussi court.

Ceux qui voudraient en savoir plus trouveront beaucoup d'informations intéressantes en faisant une recherche sur l' "effet GMR".

Il existe un nombre considérable d'autres exemples qui montrent ce que la nanotechnologie peut faire : que ce soit pour l'économie d'énergie, le développement de médicaments, la fabrication de circuits et de transistors, ou pour le nettoyage et la filtration de l'eau et de l'air – grâce à la nanotechnologie, nous pouvons améliorer nos produits, procédés et méthodes de fabrication.

Les expériences suivantes représentent une infime partie de ce qui est possible, et fournissent juste un petit aperçu de ce qu'est le vaste domaine de la nanotechnologie.



1ER EXPÉRIENCE : L'EFFET LOTUS

Cette expérience doit montrer que certains matériaux ont des surfaces différentes et qu'ils présentent donc des comportements différents. Nous pouvons voir quelles sont les surfaces qui repoussent l'eau (hydrophobes) et quelles sont celles qui attirent l'eau (hydrophiles). Cela fonctionne même sans feuille de lotus ...

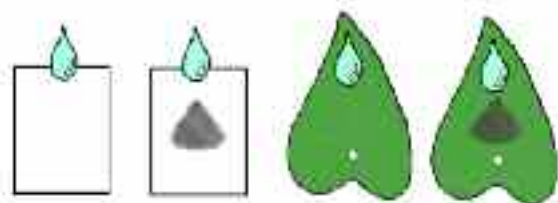
Matériel

- Plusieurs sortes de papier : du papier d'imprimante, une feuille de journal, un filtre à café, etc.
- Des feuilles de plantes, deux de chaque sorte, par exemple des feuilles de capucine, de choux-raves, de choux rouges, de laitue, de pissenlit, des brins d'herbe, etc.
- Une tasse
- Une cuiller à café
- De l'eau
- Un peu de « crasses », par exemple de la terre du jardin émietlée ou de la poussière



Méthode

1. Place deux feuilles, de papier ou de plantes, identiques l'un à côté de l'autre. Mets un peu de terre ou de poussière sur la seconde et laisse l'autre propre.
2. Utilise la cuiller pour mettre une goutte d'eau sur chaque feuille.
3. Pince délicatement le bout d'une feuille et fais-la bouger un petit peu pour faire glisser la goutte d'eau. Refais exactement la même chose avec l'autre.
4. Tu peux refaire la même expérience avec chaque paire de feuille, de papier ou de plante, que tu as pu trouver.



L'EFFET LOTUS

Observation

Sur certaines feuilles de plantes ou de papier, les gouttes d'eau glissent comme sur du marbre. Sur les feuilles de capucines ou de choux par exemple, tu verras une magnifique goutte bien ronde que tu peux faire glisser un bougeant un peu la feuille vers l'avant ou vers l'arrière.

Sur celle où tu as mis de la terre ou de la poussière, tu verras aussi que la goutte les absorbe quand elle passe dessus.

Sur d'autres, comme sur le pissenlit par exemple, la goutte s'étale complètement. Si tu as utilisé une feuille de filtre à café, là elle est complètement absorbée par le papier.

Explications

Les feuilles de plantes ou de papier où tu vois de belles gouttes bien rondes sont dites imperméables (« hydrophobes » en terme scientifique). Plus elles repoussent l'eau, plus la goutte sera ronde et jolie, et cela signifie aussi qu'elle pourra facilement absorber la terre ou la poussière.

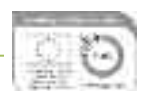
Les feuilles de plantes ou de papier sur lesquelles les gouttes s'étalent ou entrent dans le papier sont dites absorbantes (« hydrophiles » en terme scientifique). Impossible de les faire glisser pour absorber la poussière.

Si tu regardes attentivement, ce qui de loin semble être une surface lisse ne l'est pas du tout ! Si tu examines une feuille de capucine au microscope, tu verras plein de trous et de bosses. La surface est bosselée comme un paysage plein de collines. Et les bosses sont couvertes de petits cristaux de cire qui repoussent l'eau. Les molécules d'eau de la goutte sont de plus attirées les unes vers les autres (cela s'appelle la cohésion).

La combinaison de ces deux phénomènes explique la belle forme ronde de la goutte sur la feuille de capucine.

Le pissenlit, lui, n'a pas ce genre de surface et donc les gouttes s'étalent sur toute la surface de la feuille.

Si tu frottes avec tes doigts une des feuilles sur lesquelles les gouttes glissent bien et que tu recommences l'expérience, tu verras que les gouttes ne se forment plus aussi bien qu'avant. En grattant, tu as aplati les bosses de la feuille et cela a fortement réduit ce qui permettait d'avoir ces jolies gouttes bien rondes.



L'EFFET LOTUS

Application

Imagine que si tu épanches du Ketchup, celui-ci ne laisse aucune trace et glisse comme sur les feuilles de capucine ! Ou que tu ne dois plus rien laver du tout ! Est-ce que cela ne serait pas formidable ? Et bien, ce ne sont pas les chercheurs qui ont trouvé cette idée, c'est la nature !

Les structures que la nature a mis au point au cours de son évolution servent régulièrement de modèle à de nouveaux développements technologiques. La science a copié cette idée (connu sous le nom d'effet lotus) de la nature et l'utilise dans d'autres domaines. L'effet lotus n'existe pas seulement sur les feuilles, mais aussi sur plein d'autre matériau comme le verre ou certains textiles. L'effet Lotus est déjà utilisé pour fabriquer des vernis, des fenêtres, des lentilles de télescope et même des tuiles pour les toits. Il y a même déjà des tissus « autonettoyants » qui sont fabriqués pour les stores, les tentes, les vêtements sportifs et pour lesquels on a utilisé l'effet Lotus..

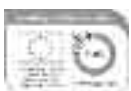


L'eau perle en gouttelettes lorsque la surface est hydrophobe.

Bon à savoir

C'est un botaniste de Bonn en Allemagne qui a découvert l'effet lotus il y a plus de cinquante ans. Ce professeur, Wilhelm Barthlott a inventé ce nom d' « Effet Lotus » pour décrire ces phénomènes qui existent dans la nature depuis très longtemps. Ceci lui a même permis de gagner un très grand prix allemand pour l'environnement en 1999. L'effet lotus est aussi parfois appelé « effet nano ».

L'effet lotus n'est pas un phénomène qui tient du hasard – cet atout s'est développé pour aider à la survie de la plante.



2ÈME EXPÉRIENCE : CRÉATION D'UNE SURFACE HYDROPHOBIQUE

Les plantes sont exposées à toutes sortes de polluants. La plupart sont d'origine inorganique (diverses poussières ou de la suie), mais certains sont aussi d'origine biologique (par exemple, les spores fongiques, le miellat ou les algues). Les substances inorganiques peuvent avoir plusieurs effets néfastes sur les tissus des plantes : elles peuvent devenir très chaudes sous le soleil, avoir une forte action acide, ou potentiellement bloquer les stomates par lesquelles les plantes respirent. En plus, il y a des particules organiques, telles que des spores fongiques, des bactéries ou des algues, qui s'ajoutent à la charge de la plante. Elles peuvent causer des maladies ou provoquer des dommages à la surface des feuilles.

L'effet lotus permet aux plantes de résoudre ces problèmes de façon élégante. En premier lieu, il empêche les substances de rester sur ces surfaces : il suffit d'une pluie pour laver les spores et s'il ne pleut pas pendant une longue période, les indésirables ne reçoivent pas l'eau dont ils ont besoin pour germer.

Dans cette expérience, nous allons développer une surface qui recrée l'effet lotus.

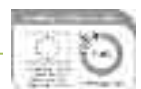


Matériel

- Pincettes à creuset (ou des pincettes)
- Plaque ou lame de verre
- Bougie
- Briquet
- Pipette

Méthode

1. Mettre la bougie en place afin qu'elle tienne droite, puis l'allumer.
2. Utiliser les pincettes pour maintenir un côté de la plaque/lame de verre directement dans la flamme et la déplacer doucement d'avant en arrière jusqu'à ce qu'une couche uniforme de suie se forme.
3. Poser le morceau de verre sur du papier absorbant et le laisser refroidir.



SURFACE HYDROPHOBIQUE

4. Une fois le verre refroidi, tenir la plaque légèrement inclinée et faire couler précautionneusement de petites gouttes d'eau sur le côté du verre couvert de suie.

Observation

Les gouttes d'eau ne restent pas sur le verre, mais roulent tout droit hors de la surface. Les particules de suie déposées sur la surface du verre forment une couche compacte, hydrophobe. La suie sur la plaque de verre fait perler les gouttes qui, en s'écoulant, laissent des traînées noires. Cela signifie que les gouttelettes arrachent des particules de suie car elles ne sont pas fermement collées à la vitre.



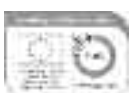
Explications

Lorsque vous maintenez la lame de verre dans la flamme d'une bougie, la cire partiellement brûlée forme une structure à l'échelle nanométrique sur la surface. Les gouttelettes d'eau roulent sur cette couche très mince car elle est hydrophobe.

Une goutte d'eau va coller différemment en fonction du matériau sur lequel on la dépose. Moins elle colle, plus elle ressemble à une sphère parfaite et plus elle glisse facilement. C'est ce qui arrive en présence de polluants ou d'une couche de suie. Si elle colle bien, alors la forme de la goutte s'aplatit ou est complètement déformée. C'est ce qui se produit sur une surface de verre propre.

Application

Des revêtements micrométriques et nanométriques peuvent rendre les surfaces insensibles aux polluants. Sur une lentille de verre avec un revêtement antiadhésif, par exemple, des gouttelettes d'eau vont perler pratiquement sans résidu. Ces revêtements hydrophobes sont utilisés dans de nombreux autres domaines (par exemple, céramiques ou textiles imperméables). Le coating présente seulement quelques nanomètres d'épaisseur et ne peut être vu à l'œil nu.



3ÈME EXPÉRIENCE : AUGMENTATION DE LA SURFACE

Matériel



- 8 cubes de sucre en morceaux
- 1 stylo
- 1 feuille de papier quadrillé
- 1 paire de ciseaux

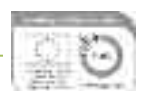
Méthode

1. Utilise les huit cubes de sucre pour construire un seul gros cube en les mettant les uns à côté et au-dessus des autres. Regarde la surface de ce gros cube et compte le nombre de côtés de cubes de sucres que tu vois à la surface de ce gros cube – et n'oublie pas de compter la face qui est en dessous !
Tu vas trouver un total de 24 faces des cubes que tu as utilisé pour le construire.
2. Prends la feuille de papier quadrillé et colore 24 cases les une à côté des autres et découpe cette surface.
3. Maintenant, reprends chacun des 8 cubes et dépose-les les uns à côté des autres pour faire un cercle par exemple. Si tu regardes maintenant la surface de tous ces cubes, tu verras que le nombre total de faces de cubes que tu peux voir est beaucoup plus grand.

C'est le phénomène d'augmentation de la surface.

Pour voir cela encore plus facilement, compte exactement le nombre de face que tu vois. Si aucun cube ne se touche, tu vas trouver 48 surfaces de cubes (n'oublie pas celles qui sont en dessous des cubes).

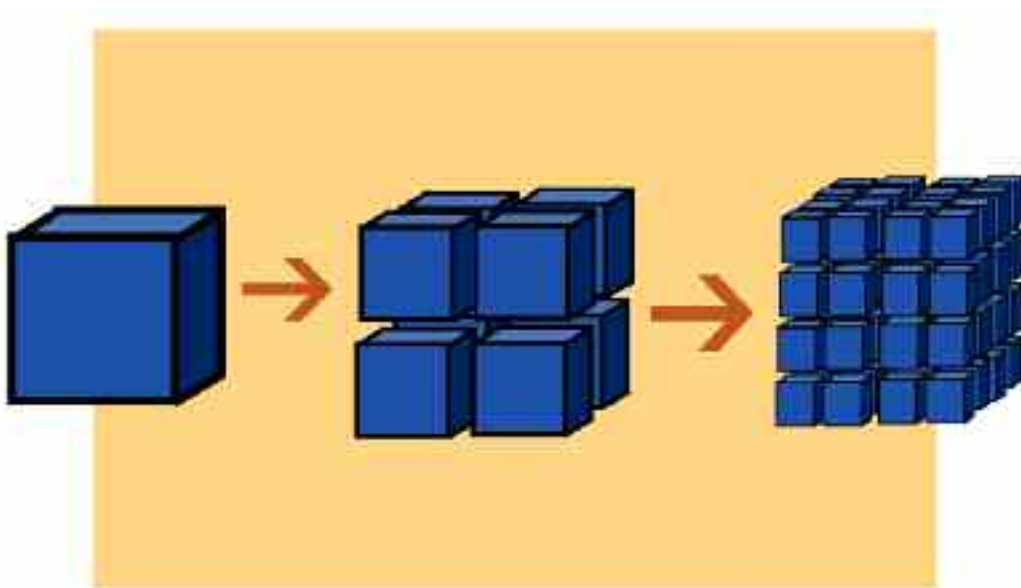
Reprends ta feuille quadrillée, colore les 48 cases et comme avant, découpe cette surface. Maintenant, compare-les !



AUGMENTATION DE LA SURFACE

Observation

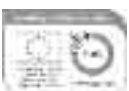
Si tu regardes d'abord le gros cube et qu'ensuite tu le découpes en plus petits cubes, tu vois que la surface totale des petits cubes est bien plus grande que la surface du gros cube.



Explications

Si tu continues à découper le cube en morceaux encore plus petits, la surface totale que tu pourras voir va continuer à augmenter. Si tu continues à le découper encore plus, tu parviendras presque à faire en sorte que le gros cube ne soit plus composé que de « surfaces ».

Si tu atteins cette très petite dimension qui est même difficile à imaginer, tu atteindras ce qu'on appelle l'échelle... nanoscopique. On est incapable de la voir, elle invisible pour nous. Tu devrais utiliser un microscope spécial appelé « microscope à effet tunnel » ou un « microscope électronique ». Ces deux types de microscopes sont extrêmement coûteux, très sensibles et ne se trouvent que dans les institutions de recherche (un microscope électronique « normal » coûte aussi cher qu'une Mercedes !



AUGMENTATION DE LA SURFACE

Si une substance est découpée en toutes fines particules, elle peut se comporter complètement différemment que la même substance sous forme de gros blocs. L'augmentation de la surface signifie que les autres substances qui sont autour d'elle ont beaucoup plus de surface pour s' » accrocher » que si elle est sous forme d'un bloc unique.

C'est un peu comme dans une fête : plus il y a de gens, plus il y aura de discussions et d'histoires à se raconter et plus cela sera amusant.



Le comportement de la substance dépend donc de la taille des particules qui la composent. Une surface très grande augmentera les liens possibles entre les nanoparticules. On peut dire que plus la substance a une grande surface, plus elle montrera ses propriétés.

C'est quelque chose qu'on verra encore plus avec la troisième expérience.

Application

La science peut maintenant produire des matières à l'échelle nanoscopique de façon à ce qu'elle ait des propriétés complètement nouvelles. Par exemple, on peut rendre l'acier plus solide sans qu'il devienne plus lourd. Ce type d'acier (l'acier « nanostructuré »), qui est fait de très nombreuses nanoparticules, peut être utilisé pour construire des ponts plus résistants et qui tiendront plus longtemps que les autres.



AUGMENTATION DE LA SURFACE

Les matériaux nanostructurés ont plein d'autres avantages. Par exemple, le carbone peut-être utilisé pour fabriquer ce qu'on appelle des « nanotubes de carbone », c'est-à-dire des très petits tubes faits d'atomes de carbone qui sont 400 fois plus solides que l'acier, mais aussi légers qu'une plume. Cette matière est parfaitement adaptée aux équipements de sports comme les raquettes de tennis. C'est cela qui rend les nanoparticules si intéressantes... elles peuvent nous permettre de créer des choses qui n'ont jamais existé auparavant !



Bon à savoir

Si la science peut manipuler la matière et la séparer en nanoparticules, il est aussi normal de se demander si ces nouveaux nanomatériaux peuvent être dangereux pour les hommes ou l'environnement. Pour le moment, il n'y a aucune indication d'un nouveau danger si on ne fait que réduire la taille des particules. Bien sûr, si la matière est dangereuse quand elle est sous forme normale, elle le restera si elle est découpée tout petits morceaux.

Il y a cinq cents ans, il y avait un médecin, philosophe et chercheur qui a dit que tout dépendait de la quantité. Son nom était Paracelse et ses théories sont toujours valables aujourd'hui.



4ÈME EXPÉRIENCE: LE LIEN ENTRE LA SURFACE ET LA SOLUBILITÉ

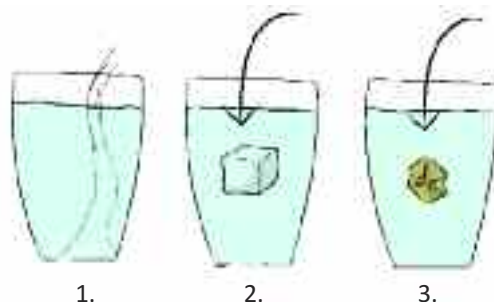
Matériel



- 1 cuiller de sucre en poudre (comme celui utilisé pour la pâtisserie)
- 1 cube de sucre (comme celui utilisé pour le café)
- 1 morceau de sucre candi (en gros cristaux)
- 3 verres
- 1 cuiller pour mélanger
- de l'eau chaude
- une montre avec une trotteuse pour les secondes
- 1 feuille de papier
- 1 stylo

Méthode

1. Remplis les trois verres avec la même quantité d'eau chaude et place-les sur une table.
2. Tenez-vous prêt avec votre montre ou avec un chronomètre et démarrez le chronométrage lorsque vous ajoutez la cuillère à café de sucre cristallisé dans le premier verre. Remuez 10 fois avec la petite cuillère, puis attendez que le sucre soit complètement dissout. Alors, arrêtez le chronomètre et écrivez le temps mesuré sur une feuille de papier.
3. Démarrez de nouveau le chronométrage lorsque vous ajoutez le cube de sucre dans le second verre. Encore une fois, remuez 10 fois et puis attendez jusqu'à ce que le sucre soit complètement dissout. Mesurez le temps nécessaire et notez-le sur la feuille de papier.
4. Démarrez le chronométrage pour la troisième fois lorsque vous ajoutez le sucre candi dans le troisième verre.



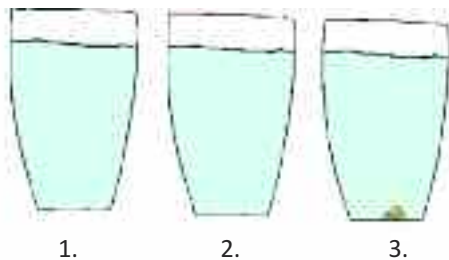
Encore une fois, remuez 10 fois et puis attendez jusqu'à ce que le sucre soit complètement dissout. Vous avez sûrement remarqué qu'il faut beaucoup plus de temps. Ecrivez le temps mesuré sur le papier.

LA SURFACE ET LA SOLUBILITÉ

5. Compare les trois temps que tu as notés. Lequel s'est dissous le plus rapidement ?

Observation

Le sucre en poudre se dissout le plus rapidement, suivi du sucre en morceau et ensuite, du sucre candi.

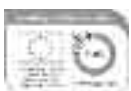


Explications

Lors de l'expérience précédente sur l'augmentation de la surface, tu as appris que les petites particules ont plus de surface que les grosses. On a également vu que l'augmentation de la surface peut changer la vitesse et la façon dont la particule réagit.

Le sucre en poudre se compose des plus petits « blocs » de sucre et a donc la plus grande surface. Cela explique pourquoi il réagit plus rapidement avec l'eau qui l'entoure et se dissout le plus vite par rapport au cube de sucre et au sucre candi. Le sucre candi, lui, est composé de cristaux extralarges ce qui fait que la surface de sucre touchant l'eau est bien plus petite que pour le sucre en poudre. C'est pourquoi il faudra beaucoup plus de temps pour le dissoudre dans l'eau.

Les nanoparticules sont les plus petites particules et ont donc la plus grande surface pour la même quantité de matière. Cela signifie qu'elles sont extrêmement réactives. Dans notre exemple, le sucre montre combien il peut être plus réactif si on augmente sa surface. Les trois formes de sucre sont faites exactement du même matériau, du sucre, la seule chose qui change est sa forme, et donc la taille des particules qui le compose.



LA SURFACE ET LA SOLUBILITÉ

Application

En changeant la taille des substances, nous pouvons choisir et modifier leur réactivité. Ceci nous ouvre une vaste étendue d'applications possibles.



Une découverte étonnante s'est produite lorsque les scientifiques ont fabriqué des nanoparticules d'or. Tout d'un coup, l'or a changé de couleur. Il n'était plus jaune, mais rouge ! Et ce n'est pas nouveau, déjà au moyen âge, les artisans utilisaient l'or pour colorer en rouge le verre utilisé pour les vitraux. Évidemment, à cette époque, ils n'avaient strictement aucune idée de ce qui provoquait ce phénomène et qu'ils avaient créé des nanoparticules d'or.

Les nanotechnologies sont donc utilisées depuis des siècles, mais sans le savoir. Aujourd'hui, nous savons pourquoi et comment produire ces particules et nous pouvons jouer avec les couleurs en jouant sur les tailles des particules.

Grâce aux nanoparticules, vous pouvez même produire de nouvelles couleurs. Les couleurs engendrées dépendent des particules métalliques utilisées. Alors que les particules d'or donnent du rouge rubis, les particules d'argent font apparaître le verre jaune vif.

Lors d'un prochain voyage, fais un tour dans une église et repère les vitraux qui ont une couleur bien rouge. Demande éventuellement au prêtre s'il sait d'où vient cette couleur... Je te parie qu'il n'en a aucune idée.



LA SURFACE ET LA SOLUBILITÉ

Bon à savoir

Cet effet a probablement été découvert lors d'expériences d'alchimie pour créer de l'or. Les tentatives infructueuses des alchimistes ont souvent conduit à la découverte d'autres matériaux très utiles : y compris cet or, qui a été utilisé comme pigment nanométrique dans les peintures. On appelait aussi cette teinte, le "pourpre de Cassius" – pour la première fois, évoqué au 17^{ème} siècle.

A y regarder de près, les nanoparticules (ou agglomérats) sont constituées de seulement quelques milliers d'atomes ou même d'atomes isolés. Ces particules minuscules sont en effet trop petites pour être vues à la lumière normale. Ceux qui voudraient savoir comment l'effet de couleur se produit peuvent effectuer une recherche sur la "résonance des plasmons de surface" (SPR). La SPR explique comment la taille des particules, leur forme et leur densité affectent la couleur du verre et d'autres matériaux en fonction de la longueur d'onde de la lumière.

Les propriétés colorantes des nanoparticules ont même été utilisées avant. Les Égyptiens utilisaient les nanoparticules sans le savoir. Ils utilisaient une encre à base d'une sorte de suie assez spéciale. Aujourd'hui, nous dirions que cette encre est à base de nanocomposants de carbone !



5ÈME EXPÉRIENCE : DÉTECTION DE COLLOÏDES GRÂCE À L'EFFET TYNDALL

Pour expliquer l'effet Tyndall, jetons d'abord un oeil à notre source d'inspiration : la nature. Lorsque des rayons lumineux comme ceux du soleil deviennent visibles comme des stries dans l'air, nous parlons de l'effet Tyndall. Cela peut être particulièrement bien observé dans une forêt, par exemple, lorsque les rayons du soleil apparaissent au travers des arbres, ou dans le brouillard au crépuscule. Les particules d'eau finement dispersées dans l'air de la forêt ou dans le brouillard diffractent les rayons du soleil ou les phares d'une voiture, ce qui les rend visibles. Ce phénomène a été appelé ainsi, d'après le nom de son découvreur, le physicien Irlandais, John Tyndall (1820 à 1893).



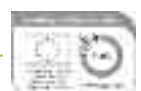
Lorsque des rayons lumineux comme ceux du soleil deviennent visibles comme des stries dans l'air, nous parlons de l'effet Tyndall.

L'effet Tyndall se produit toujours en présence de particules dont la taille est approximativement égale à la longueur d'onde de la lumière incidente, de 400 à 800 nm. Cette condition se produit lorsque les nanoparticules sont mises en suspension dans une solution. Les systèmes qui présentent l'effet Tyndall sont appelés « colloïdes » (du grec : kolla = colle) et les particules en suspension sont appelées « particules colloïdales ». Une suspension colloïdale est donc une solution qui contient des particules dans une gamme de taille de 1 nm à 1000 nm. Les

particules colloïdales nanométriques sont si petites qu'elles ne peuvent pas être retenues par un filtre en papier et elles ne peuvent même pas être vues sous un microscope optique.

L'effet Tyndall fournit ainsi un moyen de distinguer les « suspensions » (= mélange hétérogène de matières solides finement dispersées dans un liquide) des « solutions » (= mélange homogène constitué de deux ou plusieurs substances chimiquement pures).

L'expérience suivante permet de démontrer ce phénomène.



L'EFFET TYNDALL

Matériel

- 80 ml d'orangeade
- 80 ml d'eau du robinet
- Une source de lumière concentrée, par exemple un pointeur laser ou une petite torche
- 2 béchers, 80 ml

Méthode

1. Remplir le premier bécher avec 80 ml d'orangeade et le second avec 80 ml d'eau.
2. Orienter le faisceau de lumière vers le bécher contenant l'orangeade et le faire passer au travers du liquide.
3. Ensuite, orienter le faisceau de lumière vers le bécher d'eau et le faire passer au travers de l'eau.

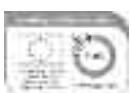


Observation

Lorsque la lumière passe au travers de l'orangeade, vous pouvez clairement voir le faisceau rouge dans le liquide jaune.



La présence du faisceau lumineux visible prouve que des particules colloïdales nanométriques sont présentes dans la solution.



L'EFFET TYNDALL

Lorsque la lumière passe au travers d'eau, seuls les reflets du pointeur du laser sur les parois sont visibles. Il n'y a pas faisceau de lumière visible.



Le faisceau du pointeur laser n'est pas visible, puisque l'eau ne contient pas de particules colloïdales.

Explications

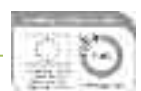
L'orangeade contient du bêta-carotène (β -carotène), ajouté pour la couleur. Une partie du β -carotène dissout se présente sous la forme d'un colloïde nanométrique. Voilà pourquoi il reflète le faisceau lumineux.

Il n'y a pas de particules colloïdales dans l'eau et donc, aucun effet de Tyndall n'est observé lorsqu'elle est traversée par de la lumière.

Cette expérience démontre comment l'effet Tyndall permet de détecter la présence de particules colloïdales nanométriques dans les liquides.

Bon à savoir

Une technique de diffusion de la lumière simplifiée, appelée néphélométrie, développée par Tyndall, mesure l'intensité de la lumière diffractée pour déterminer la concentration en particules colloïdales ou en particules d'aérosols. Vous pouvez utiliser des mesures de diffusion de la lumière pour mesurer la taille de particules colloïdales (par exemple, pour déterminer la masse molaire de molécules macromoléculaires du soluté). Une lumière parfaite, pratiquement sans dispersion, est la lumière infrarouge, qui traverse sans altération le brouillard. Un certain nombre de technologies infrarouges modernes sont basées sur ce principe.



6ÈME EXPÉRIENCE : PRODUIRE DE L'ARGENT COLLOÏDAL

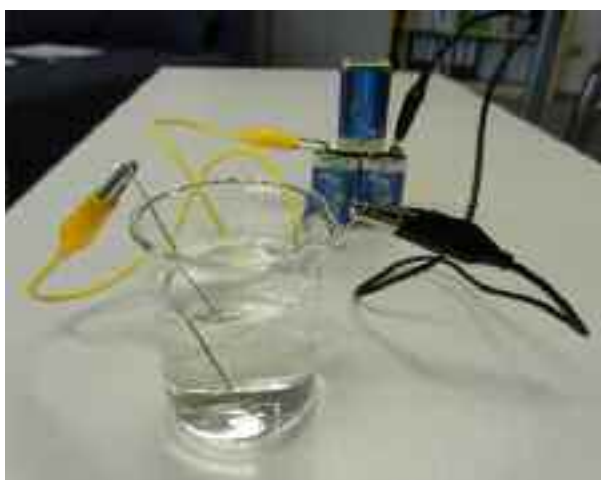
Matériel

- 2 segments de fil en argent fin (999,9) chacun d'environ 10 cm de long (source d'approvisionnement : par exemple, www.schmuckclub.de)
- 80 ml d'eau distillée
- 3 piles (9 V)
- 2 pinces crocodiles
- 1 bécher



Méthode

1. Brancher les trois piles ensemble pour obtenir 27 V.
2. Fixer une pince crocodile à chaque extrémité d'un fil d'argent.
3. Remplir le bécher avec de l'eau distillée et tremper les deux extrémités du fil d'argent dedans.
4. Fermer le circuit en connectant les autres extrémités des pinces crocodile respectivement à la borne négative et positive de la batterie.
5. Après cinq minutes, ouvrir le circuit et orienter le pointeur laser à travers le liquide. Veiller à ce que le pointeur laser ne soit jamais orienté vers les yeux de quelqu'un.



Dispositif expérimental : circuit fermé avec des fils d'argent dans de l'eau.

PRODUIRE DE L'ARGENT COLLOÏDAL

Observation

Dès que les pinces crocodiles sont fixées aux batteries et que le circuit est fermé, de minuscules bulles apparaissent à la cathode (borne négative).



Lorsque le circuit est fermé, de minuscules bulles apparaissent à la cathode.

Si le pointeur laser est utilisé au bout de cinq minutes, l'effet Tyndall peut être observé.

Il est plus facile d'observer l'effet Tyndall quand on est dans une pièce sombre ou lorsqu'on place le bécher devant une surface foncée.

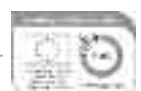


Le faisceau visible prouve l'existence de nanoparticules d'argent.

Explications

Lorsque le circuit est fermé, l'électrolyse a lieu, ce qui signifie que l'argent commence à se dissoudre. Ce qui est produit est de l'argent colloïdal, constitué d'un mélange d'ions d'argent, d'atomes d'argent et de particules d'argent (colloïdes).

Un gaz (l'hydrogène) se forme à la cathode (borne négative) et des ions d'argent se forment à l'anode (borne positive).



PRODUIRE DE L'ARGENT COLLOÏDAL

Application

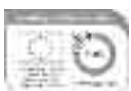
L'argent colloïdal a une grande gamme d'applications. Comme l'argent a un effet antibactérien, les suspensions d'argent colloïdal peuvent agir contre les bactéries, virus et champignons. Il peut tuer de nombreux agents pathogènes dans des temps très courts.

Les utilisations thérapeutiques de l'argent colloïdal sont connues depuis le milieu du XIXe siècle. Au début du XXe siècle, l'argent a été étudié de manière intensive par de nombreux scientifiques et reconnu comme un agent capable de tuer les germes. Des revues médicales respectées ont publié des articles sur les propriétés curatives de l'argent colloïdal.

Dans le même temps, l'industrie pharmaceutique a intensifié ses activités de recherche et développement. Elle a inventé de nouveaux antibiotiques et les a brevetés. A cause de cela, l'argent colloïdal a été presque complètement oublié par les médecins et les patients. Mais à présent, il y a un regain d'intérêt (et même plus) pour l'argent, car les effets secondaires des antibiotiques sont considérés comme problématiques et le nombre de résistances aux antibiotiques ne cesse d'augmenter.

Bon à savoir

Les effets de l'argent sur la santé ont déjà été reconnus il y a des milliers d'années. L'action curative de l'argent a été reconnue dans la Grèce antique, Rome, la Chine, l'Inde et la Perse. Dans l'Egypte ancienne, les blessures étaient couvertes de feuilles d'argent. Beaucoup de médecins et deguérisseurs célèbres du Moyen-Age, comme Paracelse et Hildegard von Bingen, utilisaient l'argent. Comme mesures prophylactiques, la riche noblesse stockait ses réserves dans des récipients d'argent et utilisait des couverts en argent. Les chercheurs d'or américains conservaient leur lait en y plongeant des pièces d'argent. On n'a découvert que l'argent sous forme colloïdale pourrait être bien plus utilisé que beaucoup plus tard.



EXPÉRIENCE COMPLÉMENTAIRE : ACTION DES NANOPARTICULES D'ARGENT

L'expérience suivante sert à démontrer l'action antibactérienne de l'argent colloïdal en montrant l'effet des nanoparticules d'argent sur la croissance des micro-organismes. Comme les micro-organismes ont besoin de temps pour grandir, cette expérience nécessite environ cinq jours, les étapes de travail devront être réparties sur plusieurs périodes.

Matériel

- 10 ml de solution de nanoparticules d'argent de l'expérience précédente
- 3 plaques de gélose avec milieu de culture (par exemple de Klüver & Schulz, www.klueverundschulz.de)
- 10 ml d'eau du robinet
- 3 pipettes jetables
- 1 spatule
- 1 coton-tige
- 3 tubes à essai

Méthode (env. 5 jours)

1. Frotter un coton-tige doucement sur l'intérieur de votre joue, puis répandre l'échantillon sur une plaque de gélose. Ensuite, mettre cette plaque dans un endroit chaud pendant deux jours, par exemple, près d'un radiateur ou dans un incubateur (37 ° C). Les colonies de bactéries seront visibles au bout de deux jours.



Plaques de gélose avec le frottis de la flore buccale.

2. Après deux jours, appliquer plusieurs gouttes de l'eau du robinet sur la plaque. Agiter d'avant en arrière de sorte que certaines particules de la colonie de bactérie se dissolvent. Prendre cette solution avec une pipette et l'injecter dans un tube à essai.



ACTION DES NANOPARTICULES D'ARGENT

3. Dans le second tube, ajouter 10 ml de solution d'argent colloïdal (solution de nanoparticules d'argent) provenant de l'expérience précédente. Dans le troisième tube de test, verser 10 ml d'eau du robinet.



1er tube à essai :
solution avec la flore
bactérienne buccale



2ème tube à essai :
10 ml solution de nano-
particules d'argent



3ème tube à essai :
10 ml d'eau du robinet

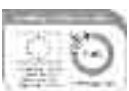
4. Maintenant, ajouter 10 gouttes de la solution avec des bactéries de la flore buccale dans les deuxième et troisième tubes et garder chacun des tubes à essai avec les nouveaux mélanges au repos pendant 30 minutes. Secouer doucement les tubes à essai toutes les 10 minutes au cours de ces 30 minutes.
5. Ensuite, versez chaque tube à essai sur une plaque de gélose fraîche et distribuer le liquide uniformément. Maintenant, laisser les plaques reposer à température ambiante pendant trois jours. (Dans l'incubateur à 37 ° C, un seul jour est nécessaire)
6. Après ces 3 jours, comparer les deux plaques de gélose, pour vérifier le développement des micro-organismes.

Observation

Seuls quelques micro-organismes auront grandi sur la plaque avec la solution de nanoparticules d'argent (plaque de droite). La plaque sans la suspension d'argent (la plaque de gauche) est recouverte de micro-organismes.



La plaque de gauche est recouverte
de micro-organismes.



ACTION DES NANOPARTICULES D'ARGENT

Explications

L'action des nanoparticules d'argent est connue depuis longtemps, mais n'a toujours pas été pleinement documentée. On pense que le nano-argent empêche la réplication du matériel génétique (ADN) et les cellules ne peuvent donc plus se diviser. De plus, les nanoparticules d'argent inhibent certaines enzymes et bloquent ainsi les réactions biochimiques importantes dans l'organisme.

Cette expérience démontre clairement l'action anti-bactérienne des nanoparticules d'argent sur les germes.

Application

L'argent nanométrique apaise les irritations et agit contre l'acné et l'herpès, car il régule la sécrétion de sébum et de sueur. Il est également utilisé pour traiter la dermatite atopique.

Bon à savoir

Il a été dit que l'emploi d'argent colloïdal pouvait être dangereux car il pourrait provoquer des dépôts d'argent dans le corps. La peau devient alors bleu-gris, phénomène aussi connu sous le nom d' « argyrie ». Ceci, cependant, ne se produit que lorsque des sels d'argent sont ingérés. Mais l'argent colloïdal n'est pas constitué de sels d'argent, c'est une suspension de particules d'argent ultrafines, qui ne se dissolvent sous forme d'ions d'argent qu'à de faibles concentrations. En conséquence, lorsqu'on ingère de l'argent colloïdal, il est toujours recommandé d'éviter de le prendre avec de l'eau potable. Si l'on devait le faire, alors cela pourrait produire des sels d'argent en raison des minéraux présents dans l'eau. Pour la même raison, il doit être pris au moins 1 heure avant ou après un repas.



NANORA

NANORA est un réseau unique d’institutions représentant les pouvoirs publics, d’associations, de groupes et de centres technologiques et de recherche. Ses membres soutiennent activement la recherche et les activités des entreprises dans le domaine de la nanotechnologie dans leur région respective et ils ont la volonté de faire avancer leur région en exploitant tout le potentiel. NANORA – l’alliance régionale du secteur des nanotechnologies – financée par l’Union européenne dans le cadre du programme INTERREG IVB NWE, cherche à améliorer les conditions-cadres et les infrastructures de soutien aux acteurs du secteur des nanotechnologies.

Ses objectifs sont :

- de développer la collaboration entre les entreprises à travers différentes régions et le soutien aux entreprises, au moyen de l’expertise dans les nanotechnologies, en vue d’élaborer des produits plus compétitifs.
- d’ouvrir de nouvelles opportunités commerciales pour les PME au moyen d’actions transnationales communes pour les nouveaux marchés cibles
- d’assurer la sensibilisation au niveau des pouvoirs publics et l’ancrage à long terme de l’alliance dans les régions.

NANORA Partners

NANORA réunit des participants de régions axées sur les nanotechnologies, en Belgique, en France, en Allemagne, en Grande-Bretagne, en Irlande et aux Pays-Bas, qui s’engagent à favoriser les nanotechnologies en tant que technologie clé.

