

Sommaire

[Que sont les nanotechnologies ?]

Auteurs : [Christopher Fischer, Andrea Deißberger]

Date de la dernière révision : [29.10.2021]

Que sont les nanotechnologies ?

Introduction

PLUS C'EST GRAND MIEUX C'EST ? À l'inverse être plus petit est parfois mieux. Cela s'applique pour les « nanomatériaux ». Ces matériaux oscillent entre 1 et 100 nanomètres, mais qu'est-ce que le nanomètre au juste ? Nano est un mot grec signifiant nain et nanomètre représente un milliardième de mètre. C'est une dimension incroyablement petite. Pour se faire une idée : vos ongles poussent à la vitesse approximative d'un nanomètre par seconde. Nous allons vous présenter dans les parties suivantes de cette unité d'autres exemples pour une meilleure compréhension de cette taille difficilement imaginable.

Signification pratique - vous appliquez ici vos connaissances et savoir-faire

Vous apprendrez dans cette unité ce que sont les nanotechnologies et pour quoi elles sont généralement utilisées. Vous découvrirez combien est petit le nanomètre et quelles propriétés remarquables ont les nanoparticules justement grâce à leur taille. Puis nous vous présenterons l'histoire des nanotechnologies et vous découvrirez qu'elles se trouvent dans divers domaines de la recherche moderne et des technologies.

Aperçu des objectifs d'apprentissage et des compétences

Dans le cadre de la « Compréhension de la nano-dimension », vous verrez combien le monde des nanotechnologies est petit.

Dans le cadre de l'« Histoire des nanotechnologies », vous découvrirez que le premier grand nanotechnologue est la nature et apprendrez comment nous imitons de nos jours nombre de ses principes.

« Les nanotechnologies dans diverses disciplines » nous fait voir divers domaines scientifiques utilisant les nanotechnologies.

Objectifs pédagogiques	Objectifs partiels
LO_ Que sont les nanotechnologies ?_01 : Compréhension de la nano-dimension	FO_ Que sont les nanotechnologies ?_01_01 : Taille des nanoparticules FO_ Que sont les nanotechnologies ?_01_02 : Rapport entre la surface et le volume FO_ Que sont les nanotechnologies ?_01_03 : Taille et propriétés

LO_Que sont les nanotechnologies ?_02 : Histoire des nanotechnologies – la nature en tant que plus grand nanotechnologue	FO_What is nanotechnology?_02_01: Qui pouvait savoir que ce sont des nanotechnologies ? (avant que ce terme ait été inventé) FO_Que sont les nanotechnologies ?_02_02 : Comment elles sont devenues célèbres (milieu du 20ème siècle) FO_Que sont les nanotechnologies ?_02_03 : Où nous sommes arrivés aujourd’hui
LO_Que sont les nanotechnologies ?_03 : Les nanotechnologies dans diverses disciplines	FO_Que sont les nanotechnologies ?_03_01 : La nano dans la chimie FO_Que sont les nanotechnologies ?_03_02 : La nano dans la physique FO_Que sont les nanotechnologies ?_03_03 : La nano dans la médecine FO_Que sont les nanotechnologies ?_03_04 : La nano dans l’électronique

1.Compréhension de la nano-dimension

Les nanotechnologies sont un GRAND phénomène. Elles influencent divers domaines scientifiques. Elles s’appliquent dans de nombreux domaines de la vie courante et ont pénétré sur un des marchés mondiaux ayant la croissance la plus rapide. Il est paradoxal que toutes ces propriétés positives concernent de minuscules matériaux – les nanomatériaux. Ceux-ci oscillent dans une étendue allant d’1 à 100 nanomètres. Mais qu’est au juste le nanomètre ? Nano est un mot grec signifiant nain et nanomètre représente un milliardième de mètre. Pour se faire une idée : vos ongles poussent à la vitesse approximative d’un nanomètre par seconde.

Définition
Nanomètre Un nanomètre est un milliardième de mètre. En d’autres termes, 1 nanomètre est égal à 0,000000001 mètre.

Essayons donc de considérer cet aspect par le biais d’une comparaison avec le monde « métrique » dans lequel nous vivons. Quand nous mesurons de temps à autre la taille (donc la hauteur) de notre propre corps, nous l’exprimons avec une donnée en mètres, qui représente l’unité la plus adaptée à cette fin. Si nous voulions nous rapprocher de l’échelle nanométrique, nous pourrions regarder les parties plus petites de notre corps. Si nous prenons par exemple notre nez, nos doigts ou nos oreilles, nous serons certainement d’accord sur le fait que c’est en centimètres que nous exprimons au mieux leur taille.

Mais nous restons encore très très très loin du nanomètre. Les cheveux sont sans doute le plus petit exemple que la plupart d’entre nous avons en nous. Nous sommes d’accord sur le fait que ce sont justement les cheveux qui sont la plus petite chose que nous trouvons sur notre propre corps. Pensez que le diamètre d’un cheveu est à peine visible par le simple œil. Vous vous rendrez alors compte de la taille du nanomètre en apprenant que le diamètre d’un cheveu humain est de 80 000 nanomètres.

Faits importants
Taille des nanomatériaux La taille des nanomatériaux oscille entre 1 et 100 nanomètres. Cette dimension exceptionnellement petite leur fournit de nombreuses propriétés excellentes.

Mais comment toutes ces propriétés spéciales sont-elles liées aux matériaux à une échelle nanométrique ? Le premier phénomène important représente le rapport élevé entre la surface et le volume. Ce rapport augmente rapidement au fur et à mesure que le matériau se miniaturise sous 100 nanomètres. L'importance des propriétés de surface augmente en conséquence de ce fait. L'idée que les atomes qui ne sont pas en contact avec la surface se comportent autrement que ceux de surface simplifie la compréhension. Les atomes de surface sont en contact avec le monde environnant et prennent part à diverses interactions. Cela peut apporter des classes plus efficaces de matériaux. Par exemple l'argent en tant qu'élément est utilisé pour ses excellentes propriétés germicides (= pouvant tuer les germes pathogènes). Si vous vouliez utiliser ce matériau à des échelles plus grandes, vous pouvez sans doute vous imaginer que le prix d'une grande quantité d'argent serait très élevé. Ce problème peut être résolu en miniaturisant l'argent en nanoparticules avec un grand nombre d'atomes de surface. Grâce à cette méthode, une plus petite quantité de « nano-argent » peut avoir la même efficacité qu'une grande quantité de « grand » argent.

Faits importants

Rapport entre la surface et le volume

Les nanomatériaux avec une taille de moins de 100 nanomètres montrent un rapport très élevé entre la surface et le volume. Ce rapport influence directement les propriétés chimiques et physiques des matériaux.

Des phénomènes quantiques peuvent commencer à dominer le comportement d'une matière à l'échelle nanométrique – surtout sur la limite inférieure (valeurs à un chiffre et dizaines basses de nanomètres). Un objet aussi petit est un objet de mécanique quantique. Cela signifie qu'il n'est plus soumis aux lois physiques classiques. À la place il se conforme aux règles de mécanique quantique, ce qui peut entraîner de grandes modifications de ses propriétés optiques, électriques ou magnétiques. Pour une meilleure illustration, nous le montrons à nouveau avec un exemple.

Le dioxyde de titane est un matériau très polyvalent. S'il est utilisé en grandes particules, il reflète très bien toutes les longueurs d'onde visibles de la lumière. Le dioxyde de titane est donc employé en tant que pigment dans la couleur blanche, car il est la garantie d'un beau mur blanc brillant.



Mais la situation change rapidement si nous regardons les petites nanoparticules de dioxyde de titane qui perdent totalement la capacité de réflexion de la partie visible de la lumière et ne reflètent que la lumière ultraviolette, le matériau étant donc transparent. Une caractéristique ainsi modifiée est parfaitement adaptée pour une utilisation dans une crème solaire. Les nanoparticules y empêchent la pénétration de la lumière UV dangereuse vers votre corps, tout en étant transparentes. Par conséquent, même si ces nanoparticules ont absolument la même composition chimique, leurs propriétés optiques sont dans une grande mesure dépendantes de la taille des particules.

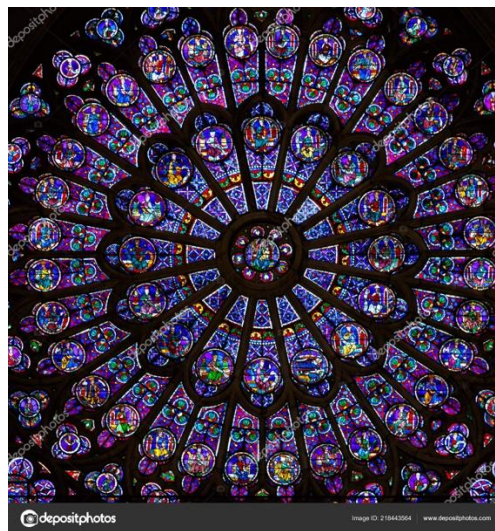
Faits importants

Taille et propriétés

Les nanomatériaux sur la limite inférieure de la nano-dimension (inférieures à environ 50 nm) sont des objets de mécanique quantique et changent leurs propriétés optiques, magnétiques et électriques.

2.Histoire des nanotechnologies – la nature en tant que plus grand nanotechnologue

L'histoire des nanotechnologies remonte bien plus loin dans le passé que la notion même par laquelle on les désigne. Par exemple les artisans médiévaux utilisaient dès le 10^{ème} siècle du nitrate d'argent et du chlorure d'or, par lesquels ils donnaient aux vitrages une couleur jaune ou rouge. Nous savons déjà de nos jours que ces éléments fonctionnent en tant que points quantiques et reflètent une certaine longueur d'onde de la lumière, le résultat étant donc la couleur correspondante.



Les lames « damascènes » des sabres populaires du fait de leur résistance et tranchant exceptionnels représentent un exemple plus tardif entre le 13^{ème} et le 18^{ème} siècle. Cette arme redoutée dans le passé est aujourd'hui un exemple fascinant de nanotechnologies appliquées. Les scientifiques ont constaté que cet acier contient des nanofils de cémentite enveloppés de nanotubes de carbone. Ceux-ci pourraient justement être à la base de leur solidité et résistance.



Se rappeler

Histoire des nanotechnologies

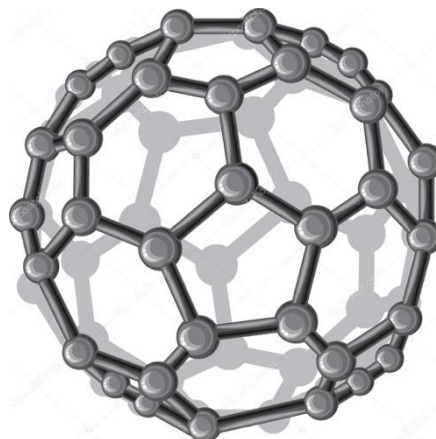
L'histoire des nanotechnologies commence bien avant qu'elles aient été ainsi dénommées. Dans le passé nous connaissons de nombreux exemples où les nanotechnologies ont été employées, même sans connaissances scientifiques détaillées sur les principes sur lesquels elles se basent.

La découverte de Michael Faraday – l'or colloïde « rubis » – a lancé l'ère des nanotechnologies modernes. Faraday a démontré en 1875 qu'en lien avec les conditions lumineuses, une solution d'or avec une nanostructure apparaît dans diverses couleurs.

Grâce à un intérêt croissant concernant les grandes possibilités des petites particules, Richard Feynman au sein du California Institute of Technology a présenté la première conférence sur les technologies et la technique dans une échelle atomique. En 1959, il n'existait pas encore de nom pour ce domaine, Feynman a donc dénommé sa conférence « Il y a encore beaucoup de place en bas ».

De plus en plus de scientifiques du monde entier se sont consacrés à ce nouveau domaine de recherche et en 1974 Norio Taniguchi – professeur à la Tokyo Science University – l'a baptisé « nanotechnologie ».

Jusqu'à ce stade, il est clair qu'au début ce sont les scientifiques qui étaient la force motrice de la connaissance et du développement des nanotechnologies. Cela a changé dans les années 90 du 20^{ème} siècle, quand ont commencé à naître les premières entreprises de nanotechnologies. Le changement est arrivé en même temps que le développement de la société de l'information, qui crée, stocke et enregistre de plus en plus de données. Les nanotechnologies ont également permis aux scientifiques d'obtenir en 1996 l'honneur suprême – le prix Nobel. Harold Kroto, Sean O'Brien, Robert Curl et Richard Smalley ont obtenu ce prix pour une nouvelle classe de molécules appelées « fullerènes », qui ne contiennent que des atomes de carbone. L'exemple le plus connu de ce groupe est le buckminsterfullène. Celui-ci se désigne aussi en tant que « buckyball » grâce à sa forme semblable à celle d'un ballon de football d'un diamètre d'environ un nanomètre.



Se rappeler

Les nanotechnologies au centre de l'intérêt

Le prix Nobel est la plus grande récompense qu'un scientifique puisse obtenir. Il a été attribué en 1996 pour la recherche sur les fullerènes à l'échelle nanométrique. Le monde de la science a ainsi démontré qu'il était conscient du potentiel de ces petites molécules.

Après que les scientifiques et les premières entreprises ont pris conscience du potentiel des nanotechnologies, cette discipline innovante a retenu aussi l'attention des premiers acteurs gouvernementaux. Le président Clinton a ainsi lancé en l'an 2000 la National Nanotechnology Initiative (NNI) chapeautant la recherche et le développement à un niveau fédéral dans le but d'accélérer la mise en place des nanotechnologies en pratique. Nous pouvons donc dire que l'histoire des nanotechnologies est une histoire à très grand succès. Mais à quoi sommes-nous au juste jusqu'alors parvenus ? La créativité de la science serait-elle arrivée à son point culminant et aurait-elle déjà utilisé tout le potentiel des nanotechnologies ou cela est-il encore devant nous ?

De nombreux exemples témoignent du fait que les nanotechnologies ont encore un superbe avenir devant elles. Par exemple en 2012 le gouvernement des États-Unis a prévu un investissement d'un montant de 2 milliards de dollars dans la recherche, car ce domaine a une importance stratégique pour lui. Et il semble que tous ces efforts apportent leurs fruits. Le volume du marché international des nanotechnologies a été estimé en 2015 à un billion de dollars. L'Europe voit aussi les nanotechnologies en tant qu'une technologie clé pour l'avenir et l'Union européenne surtout investit dans celles-ci. Un exemple est son projet de financement le plus récent « Horizon Europe », ciblé sur les innovations des matériaux fonctionnels, les technologies de communication et le secteur de la santé. Le programme incite les entreprises et scientifiques à s'allier et collaborer sans restrictions à travers les frontières intérieures de l'Europe ou les frontières entre chaque domaine. Cette stratégie intersectorielle pourrait apporter la solution de problèmes de longue durée dans la médecine ou l'énergie. Nous allons encore traiter ce thème dans d'autres parties.

Faits importants

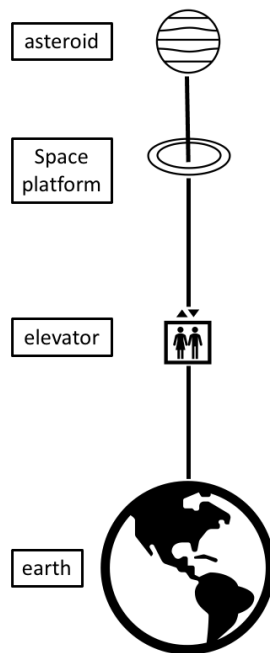
Ce qu'ont atteint les nanotechnologies dans l'ère moderne

Après de longues années d'essais pour comprendre le monde à l'échelle nanométrique, cet effort apporte ses fruits. Les nanotechnologies ont percé et peuvent devenir un domaine économiquement bien établi.

3. Les nanotechnologies dans diverses disciplines

Dans ce thème vous découvrirez les nanotechnologies en tant que domaine très multidisciplinaire. C'est justement une autre de leur caractéristique remarquable. Cela signifie que la nano est tout aussi intéressante pour les chimistes, les physiciens et les médecins et que tous utilisent les lois du monde nanométrique dans leur domaine. Regardons donc comment les nanotechnologies influencent divers domaines scientifiques et présentons quelques exemples.

Regardons d'abord la nanochimie. La tâche principale des nanochimistes est de synthétiser, analyser et caractériser des composés chimiques à l'échelle nanométrique. Le monde moderne réclame un grand nombre de nouveaux matériaux parfaitement adaptés pour une utilisation concrète, très spéciale. On peut dire de manière générale que la conception de matériaux ayant une caractéristique définie avec précision est pour les nanochimistes une affaire quotidienne. Comme nous l'avons déjà indiqué ci-dessus, les petites dimensions des nanomatériaux apportent avec elles des comportements et attributs uniques. De la sorte s'ouvrent de nouvelles possibilités de résolution de problèmes qui sont au-delà des possibilités des matériaux conventionnels. Nous pouvons l'illustrer avec cet exemple : un ascenseur spatial. Qu'est-ce que c'est et à quelles fins les nanomatériaux peuvent servir pour ses fonctions ? Un ascenseur spatial est une méthode de mise en orbite des objets sans utilisation d'une fusée. De manière analogue aux ascenseurs que nous connaissons dans les hauts bâtiments, il pourrait transporter des biens et des personnes. Le motif pour l'édification de cet ascenseur est d'éliminer les coûts énormes que les vols spatiaux entraînent. Comment fonctionne donc cet ascenseur ? C'est en substance un très long câble sur lequel l'ascenseur est suspendu. Il est accroché à la Terre au niveau de l'équateur et à l'astéroïde. Et entre eux peut se trouver la plate-forme cosmique sur laquelle nous voulons monter.



Même si cela semble être de la science-fiction folle, il s'agit d'une ambition sérieuse. La NASA promet par exemple une grande récompense financière à la personne qui résoudra les problèmes empêchant la réalisation de l'ascenseur spatial. Un des problèmes de longue durée est par exemple la structure du câble nécessaire. Il faut prévoir qu'il doit avoir une longueur de 90 000 kilomètres, il doit donc être plus solide que n'importe quel câble normal sur la planète Terre. Et c'est justement ici qu'arrivent les nanomatériaux. Plus précisément les molécules de fullerène dont nous avons déjà parlé. Dans le cas présent, ce sont les nanotubes de carbone qui apparaissent être un matériau très adapté pour la construction de ce câble si résistant. Certains chercheurs ont déjà préparé des échantillons semblant être largement plus résistants que l'acier.

Se rappeler

Les nanotechnologies dans la chimie

Les chimistes synthétisent, analysent et caractérisent les nanomatériaux. Ils peuvent influencer les propriétés des nanomatériaux pour qu'ils correspondent précisément aux demandes d'une utilisation concrète.

Nous avons déjà appris que l'une des méthodes de création des matériaux est la synthèse chimique. Dans la plupart des cas, nous pourrions l'appeler « approche de bas en haut ». Cela veut dire que vous commencez par des unités atomiques ou moléculaires en les associant, jusqu'à atteindre une échelle nanométrique. L'approche « de haut en bas » est, elle, diamétralement différente. C'est plutôt une méthode physique. Ici vous commencez par un « grand » matériau ou de grandes particules et les cassez en nanoparticules. On peut comparer cette méthode à la sculpture, où on trouve au début un matériau initial de grande dimension, dans lequel on découpe de petits morceaux jusqu'à ce que le sculpteur arrive à la taille et aux formes demandées.

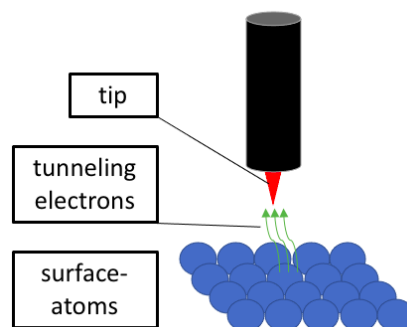
Bifurcation

De haut en bas contre de bas en haut

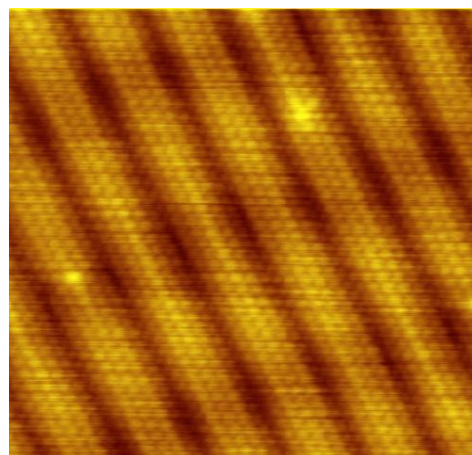
L'approche de haut en bas se déroule du grand vers le petit. Un « grand » matériau est cassé en petits morceaux, jusqu'à atteindre de l'échelle nanométrique. L'approche de bas en haut consiste au contraire dans une association de petites unités atomiques ou moléculaires dans des structures plus grandes de la taille de nanoparticules.

La physique et les nanomatériaux ont en commun bien plus qu'uniquement la conception de création de nanomatériaux. Une méthode connue d'analyse des nanomatériaux est la microscopie à effet tunnel (STM). L'action de cette technique consiste à rendre visible la surface des nano-objets à l'œil humain. Rappelez-vous le début de cette unité d'apprentissage, où nous avons expliqué combien est petit un nanomètre et aussi combien

est importante la caractéristique de la surface des petites particules en comparaison avec des matériaux à une échelle plus grande. Il devrait désormais être clair pour vous pourquoi cette technique microscopique est aussi adaptée aux nanotechnologies. La méthode STM mesure en substance l'interaction entre la pointe et la surface d'une sonde et, sur la base de cette information, crée une image. Les résultats remarquables que l'on peut atteindre avec cet instrument ne sont à nouveau possibles que grâce au comportement spécifique des objets à l'échelle nanométrique. Nous avons déjà indiqué au début qu'ils se conforment aux lois de la mécanique quantique. Le « tunnelage » est un phénomène important dans ce domaine. Pour une meilleure compréhension de cette notion, imaginons que nous lançons un ballon contre un mur. Dans le monde normal, le ballon s'arrête sur le même côté du mur – donc celui sur lequel nous nous trouvons. Dans le monde de la mécanique quantique, le fait est que si le mur est suffisamment mince et si le ballon va suffisamment vite, il existe une certaine possibilité que le ballon traverse le mur (sans le détruire). Et c'est notamment cet effet de tunnel qui s'applique dans la méthode STM. La pointe du microscope « aspire » les électrons des atomes de surface de notre nanomatériau, bien que dans le monde classique la distance entre la pointe et la surface ne le permettrait pas. Ce mur représente cette distance dans notre monde classique.



Par bonheur, la pointe et la sonde sont si petites qu'elles se comportent comme des objets quantiques, ce qui permet d'« aspirer » les électrons de surface également sur une certaine distance. Mais comment obtenir un signal à partir de cet effet ? Pour cela, nous devons savoir qu'existe une tension entre la sonde et la pointe. Et si la distance entre la pointe et la surface de la sonde est très courte, les électrons peuvent passer dans la sonde, ce qui nous permet de créer un flux d'électrons – courant. Nous pouvons ensuite détecter ce dernier, ce qui représente notre signal. Mais comment obtenons-nous l'image demandée de la surface ? Simplement en bougeant la pointe sur toute la surface et en mesurant le courant dans chaque point individuel. Et quand nous nous rendons compte que dans les points où la distance à partir de la surface est petite, nous obtenons un plus grand courant et, au contraire, pouvons en tirer des conclusions concernant la structure de la surface. Pour qu'un courant naisse dans le monde classique, la pointe devrait toucher la surface. Mais ce contact pourrait endommager notre matériau examiné. Vous connaissez déjà désormais le principe élaboré de la méthode STM et la raison pour laquelle elle est si utile pour les nanotechnologies.



Surface de l'or dans une imagerie STM

Se rappeler

Les nanotechnologies dans la physique

Les physiciens ont réussi à réaliser un scanning des structures de surface à l'aide de la STM. Sur la base de la connaissance selon laquelle le poids de la surface des nanomatériaux est supérieur à celui des « grands » matériaux, nous comprenons l'importance de cette méthode analytique.

Les nanotechnologies pourraient de plus potentiellement résoudre certains problèmes persistants dans la médecine. Par exemple, à l'aide de certaines nanoparticules, il est possible d'optimiser le transport des médicaments dans notre organisme. Ces nanoparticules sont les nanocapsules, enveloppant la substance active.

Tout comme le taxi qui va vers une certaine direction déterminée, les capsules transportent aussi le médicament directement vers un endroit déterminé dans le corps humain. Cela comporte en soi plusieurs grands avantages. Grâce à un ciblage efficace, il est possible d'atteindre le même effet en utilisant une plus petite quantité de médicament. Il n'est donc plus nécessaire d'administrer une grande quantité de médicaments par des injections, ce qui réduit rapidement le risque d'effets secondaires. En outre, de petites particules peuvent être conçues pour qu'elles traversent la barrière hématoencéphalique. C'est toujours un problème pour les médicaments qui doivent agir contre les tumeurs au cerveau ou les maladies neurologiques. Les nanodiamants apparaissent comme très prometteurs dans ce contexte. Ils sont recouverts de la protéine « albumine », qui est une composante naturelle du sang humain. Grâce à leur surface traitée de cette façon, les nanodiamants ne sont pas identifiés comme des corps étrangers et traversent la barrière naturelle jusqu'au cerveau. Les molécules des médicaments peuvent aussi se fixer sur ces protéines de surface, ce qui leur ouvre la voie menant au cerveau.

Les nanotechnologies ouvrent aussi de nouvelles approches pour le traitement du cancer. Comme les maladies tumorales sont l'un des problèmes permanents du monde moderne, de nombreux scientifiques se consacrent à la recherche dans ce domaine. La recherche se déroule déjà depuis de nombreuses années, mais les nanotechnologies représentent l'une des rares méthodes travaillant absolument différemment des méthodes déjà traditionnelles comme, par exemple, la radiothérapie. La nouvelle méthode curative utilise en substance des nanoparticules d'oxyde de fer, qui sont transportées directement dans le tissu tumoral. Quand vous les placez dans un champ électromagnétique, les nanoparticules se réchauffent. Cela provoque la mort ou au moins un grand endommagement des cellules tumorales. Le tissu voisin n'est, lui, pas atteint avec cette méthode, ce qui est un énorme avantage comparé à l'endommagement provoqué par la radiothérapie habituelle.

Se rappeler

Les nanotechnologies dans la médecine

Les nanoparticules ouvrent la voie à de nouvelles méthodes de traitement du cancer. Les nanocapsules montrent, de leur côté, le chemin menant à un ciblage bien plus efficace de la distribution des médicaments. Cela permet de réduire les doses et, par conséquent, le risque d'effets secondaires.

Regardons aussi pour finir la « nanoélectronique ». Sa tâche principale est le développement et la production de circuits miniatures intégrés. Avec la miniaturisation des structures microélectroniques, il est possible d'augmenter leur performance tout en réduisant les coûts. Voilà la raison pour laquelle les structures électroniques au cours des années se miniaturisent toujours et nous sommes passés de la « microélectronique » à la « nanoélectronique ». Celle-ci inclut avant tout les structures de moins de 100 nanomètres. Ci-après sont présentés trois exemples de domaines importants de recherche dans la nanoélectronique. La tâche permanente des scientifiques est de continuer à miniaturiser les transistors utilisés dans les circuits intégrés. Grâce à cela, il sera possible dans le futur de fusionner la puissance de plusieurs ordinateurs aujourd'hui « couramment grands » dans des structures bien plus petites. Un autre objectif est d'accroître la densité des puces mémoire. Comme cela vous est sans doute évident, il faut stocker et traiter une énorme quantité de données dans notre monde numérique et c'est justement pourquoi l'efficacité des puces mémoire doit correspondre à la nouvelle croissance de cette quantité.

L'optimisation des écrans représente un dernier exemple. Cela veut dire le besoin de réduire la consommation d'énergie ainsi que le poids et l'épaisseur d'un écran.

Se rappeler

Les nanotechnologies dans l'électronique

La nanoélectronique s'oriente avant tout sur la miniaturisation des structures électroniques afin d'augmenter leurs performances et de réduire leurs coûts.

1. Ancrage des connaissances

Résumé

Vous avez atteint la fin de l'unité sur le thème « **Que sont les nanotechnologies?** » En raison de la grande quantité de nouvelles connaissances, nous vous présentons une brève répétition des informations les plus importantes que vous avez obtenues sur ce thème :

Les nanomatériaux ont des propriétés spéciales résultant de leur petite taille allant d'1 à 100 nanomètres. Pour comparaison : l'épaisseur d'un cheveu moyen est de 80 000 nanomètres. Quand un objet est vraiment petit, sa surface augmente en comparaison avec sa taille. Et c'est justement ce qui explique que la plupart des nanomatériaux sont si exceptionnels. Un grand effet peut être atteint même avec une petite quantité de nanomatériaux.

Nous connaissons aussi des exemples de nanomatériaux remontant à des époques dans lesquelles personne ne se doutait même de ce qu'étaient au juste les nanotechnologies. Quand les scientifiques ont constaté que des objets à l'échelle nanométrique ont d'autres propriétés que le même matériau à une plus grande échelle, ils ont commencé à s'occuper plus en détail de ces matériaux et à les traiter. On peut trouver à l'heure actuelle une très grande quantité d'exemples d'utilisation pratique des nanomatériaux et la recherche dans ce domaine se déroule dans le monde entier.

Nous ne trouvons pas les nanotechnologies que dans une seule discipline scientifique, il s'agit en effet d'une technologie qui relie diverses branches : chimie, physique, médecine, électronique, etc. Dans les chapitres suivants, vous vous familiariserez plus en détail avec le monde à l'échelle nanométrique et nous vous montrerons aussi des exemples de la façon avec laquelle les nanotechnologies trouvent une application dans votre vie quotidienne.