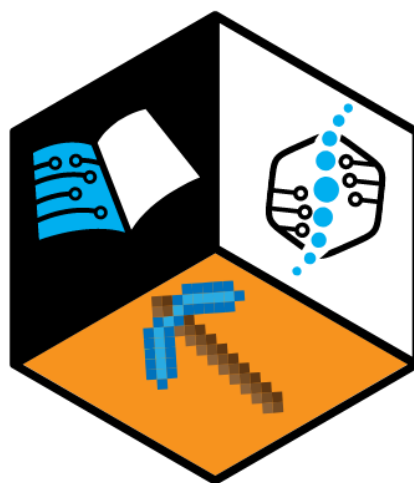


NANOWARE Curriculum

MODUL 2: NANOMATERIALE

DELIVERABLE: R1/T1.1



NANOWARE

31.10.2022

DIGICULT

Autor: Ilias Parlavantzas

Project Number: 2021-2-PL01-KA220-SCH-000051200



**Co-funded by
the European Union**

The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents, which reflect the views only of the authors, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.



Cuprins

1. Introducere in Modul	3
2. Nanomateriale	4
2.1 Tipuri de nanomateriale.....	4
2.2 Sinteza & Caracterizarea nanomaterialelor	7
2.3 Aplicarea – folosirea nanomaterialelor	12
3. Cazuri si povesti de succes	15
4. Referinte.....	16

1. Introducere in Modul

Acest modul este despre înțelegerea diferitelor tipuri de nanomateriale. Prezintă diferite sinteze și explică pe scurt caracteristicile nanomaterialelor. În cele din urmă, prezintă mai multe aplicații ale nanotehnologiei, evidențiind astfel importanța și potențialul promițător al acestora în diverse domenii.

Descriere

Acest modul va prezenta cursanților caracteristicile de bază ale nanomaterialelor. În acest scop, va acoperi diferitele tipuri de nanomateriale, sinteza acestora și motivele pentru care se diferențiază. În plus, va acoperi diverse aplicații ale nanomaterialelor și va prezenta câteva studii de caz.

Scopul

Cu acest modul, cursanții vor învăța că există diferite tipuri de nanomateriale și că acestea sunt clasificate în funcție de sinteza lor, deși sunt create natural sau artificial. Cursanții vor înțelege, de asemenea, că nanomaterialele au aplicații multiple în diverse industrii și că exemplele din produse comune arată importanța și potențialul acestor materiale în progresul uman.

Obiectivele de învățare

În acest modul, cursanții se vor familiariza cu nanoștiința și nanotehnologia printr-o prezentare cuprinzătoare a nanomaterialelor. În acest fel, ei vor deveni mai conștienți de importanța acestui domeniu în viața de zi cu zi și, ulterior, mai încrezători în integrarea nanomaterialelor și a aplicațiilor acestora în programele lor școlare.

Rezultatele învățării

După finalizarea cu succes a acestui modul, cursanții ar trebui să fie capabili să:

- Cunoască cum sunt caracterizate diferite nanomateriale
- Înțeleagă modul în care nanomaterialele sunt utilizate în practică
- Diferențieze tipurile de nanomateriale
- Analizeze sinteza nanomaterialelor

Durata estimată

- Finalizarea modulului, împreună cu implementarea cunoștințelor oferite, va dura 3 ore.

2. Nanomateriale

Nanoștiința și nanotehnologia observă și manipulează atomii individuali și moleculele. În acest fel, au dezvoltat capacitatea de a modifica proprietățile materiei la scară nanometrică și de a crea noi structuri pentru o multitudine de utilizări (NNI, 2022, NGS, 2022).

2.1 Tipuri de nanomateriale

Nanomateriale

Nanomaterialele pot fi definite ca „**orice material organic, anorganic sau organometalic care prezintă proprietăți chimice, fizice și/sau electrice care se modifică în funcție de dimensiunea și forma materialului**” (Hochella et al., 2019).

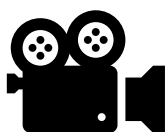
Există diferite tipuri de nanomateriale și diferite moduri de a le clasifica.

Nanomateriale naturale

Aceste materiale apar în mod natural. Aceasta înseamnă că ele există în lume „prin procese (bio)geochimice sau mecanice, fără legătură directă sau indirectă cu o activitate umană sau cu un proces antropic” (Hochella et al., 2019).

Exemple:

- Particule de cenușă vulcanică
- Particule de fum
- Hemoglobina (Hb/ molecule din sângele nostru)
- Structurile la scară nanometrică care alcătuiesc culorile penelor de păun (spațierea structurilor de pe suprafața penelor are ca rezultat un efect strălucit de colorat)



Exploarea Nanomaterialelor Naturale

<https://www.youtube.com/watch?v=aJCA0yGRrCI>



Imagine: Pene de păun

Sursa: Pixabay.com

Nanomateriale Artificiale

Nanomaterialele **artificiale** sunt cele care apar din cauza activității umane. Aceasta înseamnă că au fost create, ca urmare a obiectelor sau proceselor create de oameni.

Exemple:

- ☐ Evacuări de la motoarele cu combustibili fosili
- ☐ Unele forme de poluare

Nanomateriale accidentale

Unele dintre nanomaterialele artificiale sunt întâmplătoare. De exemplu, nanoparticulele de evacuare sunt produse de motoarele vehiculelor, fără intenția inițială de a fi produse ca nanomateriale (NGS, 2022).

Prin urmare, nanomaterialele pot fi definite ca incidentale atunci când sunt „*produse neintenționat ca urmare a oricărei forme de influență umană directă sau indirectă sau proces antropic*” (Hochella et al., 2019).



Un alt exemplu de nanomateriale incidentale este fumul de sudare care conține nanoparticule.



Imagine: Welder

Sursa: Pixabay.com

Nanomateriale produse/proiectate intenționat.

În timp ce unele nanomateriale sunt produse neintenționat, altele sunt dezvoltate în mod intenționat de oameni de știință și ingineri pentru a fi utilizate în diverse industrii, de la producție la medicină.

Acestea se numesc nanomateriale produse sau proiectate intenționat.

Nanomateriale antropice.

Nanomaterialele antropogenice includ atât nanomaterialele produse **accidentale**, cât și cele produse/proiectate în mod **intenționat**, toate acestea fiind rezultatul influenței umane directe sau indirecte.



Imagine: Power station

Sursa: Pixabay.com

2.2 Sinteza & Caracterizarea nanomaterialelor

Fulerene și nanoparticule

„O modalitate de a clasifica nanomaterialele este între fulerene și nanoparticule. Această clasificare include atât nanomaterialele naturale, cât și cele produse de om” (NGS, 2022).

Fulerene

Fulerenele sunt alotropi ai carbonului.



Un element chimic poate exista sub diferite forme moleculare. Aceștia se numesc alotropi.

Exemple de alotropii de carbon:

- Diamante
- Grafite

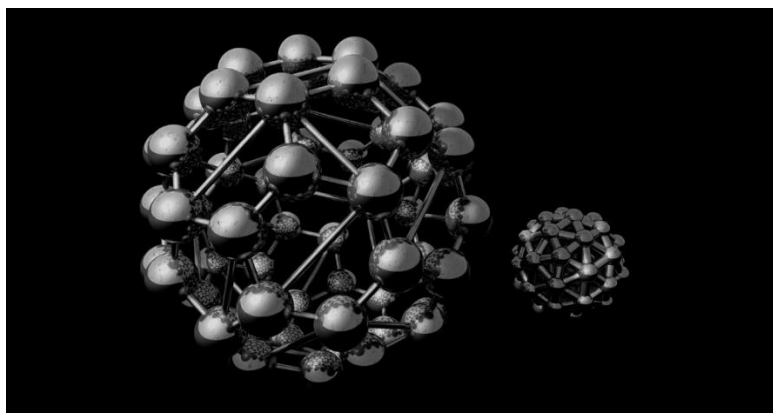
Fulerenele sunt structuri moleculare sferice sau tubulare formate din atomi de carbon aranjați gros și puternic legați.

Buckyballs

Buckyball este porecla pentru *buckminsterfullerene* (C_{60}), un tip de fullerene sferică. Buckyballs sunt „molecule de carbon de mărime nanometrică, în formă de mingi de fotbal – hexagoane și pentagoane strâns legate” (NGS, 2022).

Buckyball-urile sunt foarte rezistente pentru că sunt foarte stabile. Ca rezultat, ele rămân neschimbate în condiții extreme, cum ar fi temperaturi extreme, presiune extremă și chiar medii extreme precum spațiul cosmic.

„Buckyballs sunt cele mai mari molecule descoperite vreodată în spațiu, detectate în jurul nebuloasei planetare în 2010” (ibid.).



Imagine: Buckyball

Sursa: Pixabay.com

Buckyballs sunt structurate ca niște cuști sferice, solide, în care orice atom sau moleculă rămâne în siguranță și nealterată.

Această structură asemănătoare cu o cușcă și de protecție este atractivă pentru oamenii de știință care doresc să încapsuleze în siguranță atomii pentru a-i transfera în sisteme: acesta este cazul buckyballs impregnate cu heliu, care pot fi folosite ca trasori chimici care urmăresc poluanții în râuri etc. (Folger, 2019).

Nanotuburi

Nanotuburile sunt fulerene tubulare (NGS, 2022).

Nanotuburile de carbon au proprietăți remarcabile (chimice, electronice, mecanice și optice) și sunt foarte rezistente, puternice și flexibile. Acesta este rezultatul modului în care atomii de carbon se leagă între ei.

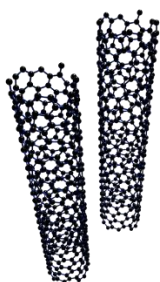


Nanotuburile de carbon sunt mai dure decât diamantele și mai flexibile decât cauciucul (ibid).

Nanotuburile de carbon sunt extrem de populare în multe domenii științifice și tehnologice datorită proprietăților lor remarcabile.

Exemple:

- Științele mediului și ale sănătății folosesc nanotuburi de carbon în senzorii chimici (ScienceDirect, 2022).
- NASA experimentează cu nanotuburi de carbon pentru a produce o colorare „mai neagră decât negru” pe sateliți pentru a reduce reflexia și a optimiza colectarea datelor (NGS, 2022).



Imagine: Carbon nanotubes

Sursa: Pixabay.com

Nanoparticule

Nanoparticulele sunt particule mici care variază între 1-100 nanometri în dimensiune.

Există diferite grupuri de nanoparticule:

- Fulerene

- Nanoparticule de metal
- Nanoparticule ceramice
- Nanoparticule polimerice

Nanoparticulele au o suprafață mare și o dimensiune nanometrică, ceea ce le oferă proprietăți fizice și chimice unice; ca urmare, sunt foarte atractive pentru diverse industrii și aplicații (Khan et al., 2019).

Nanomateriale produse intenționat

Există patru tipuri principale de nanomateriale produse în mod intenționat:

- pe bază de carbon
- pe bază de metal
- dendrimeri
- nanocompozite

1. Nanomateriale pe baza de carbon

Nanomaterialele pe bază de carbon sunt produse în mod intenționat și pot include:

- Fulerene
- Nanotuburi de carbon
- Grafenul și derivații săi
- Oxid de grafen
- Nanodiamante
- Puncte cuantice bazate pe carbon (Patel et al., 2018).

2. Nanomateriale pe baza de Metal

Există diferite tipuri de nanomateriale pe bază de metal. Acestea includ, dar nu se limitează la:

- Aur
- Argint
- Cupru
- Fier
- Zinc

- Platinum (Yaqoob et al., 2020).

3. Dendrimetri

Dendrimerii sunt nanoparticule complexe, asemănătoare arborilor, construite din unități legate, ramificate, care compun structuri extrem de puternice (NGS, 2022).

Dendrimerii constau dintr-un miez interior și o înveliș periferic care se extinde în grupuri terminale abundente (ScienceDirect, 2022b).

Ramificarea dendrimerului se numește „generarea dendrimerului” (ibid.).

Fiecare parte a unui dendrimer poate fi proiectată pentru a îndeplini o funcție chimică specifică.

Dendrimerii sunt foarte atractivi pentru aplicațiile biomedicale, deoarece pot îndeplini mai multe funcții.

Exemplu: *Un singur dendrimer poate livra un medicament unei anumite celule și, de asemenea, poate urmări impactul medicamentului asupra țesutului din jur* (NGS, 2020).

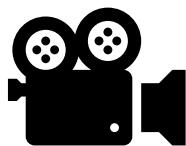
4. Nanocompozite

Nanocompozitele sunt materiale hibride care combină două sau mai multe materiale, dintre care cel puțin unul este un nanomaterial.

Tipuri de nanocompozite:

- Compozite cu matrice nanoceramică (NCCM)
- Adesea numite „nano argile”, acestea sunt utilizate în aplicații precum acoperirea ambalajelor pentru a crește rezistența și rezistența materialelor.
- Compozite cu matrice metalică (MMC)
- Mai puternice și mai ușoare decât metalele în vrac, sunt ideale pentru astfel de aplicații, cum ar fi, de exemplu, fabricarea de vehicule mai ușoare.
- Compozite cu matrice polimerică (PMC)

Adesea folosit pentru a crea materiale plastice industriale și popular în nanomedicină pentru schele de țesut. (NGS, 2022).



Priviti, va rog, urmatorul video!

The Mighty Power of Nanomaterials: Crash Course Engineering #23

<https://www.youtube.com/watch?v=IkYimZBzguw>

2.3 Aplicarea – folosirea nanomaterialelor

Nanomanufactua

Nanomaterialele pot fi sintetizate în două moduri:

- abordare de **sus în jos**
- abordare de **jos în sus**

Nanofabricarea de sus în jos se referă la manipularea materialelor în vrac pentru a crea particule fine în nano dimensiuni (Parmasimav et al., 2021). Un exemplu al acestei abordări este crearea de microcipuri pe bază de grafen (spre deosebire de cele pe bază de siliciu) – un produs revoluționar cu potențial mare.

Nanofabricarea de jos în sus se referă la asamblarea particulelor fine pentru a crea nanomateriale prin metode de auto-asamblare sau co-precipitare (ibid.). Un exemplu al acestei abordări este crearea de dispozitive electronice de dimensiuni nanometrice care utilizează atomi și molecule unice (de exemplu, microcipuri).

Nanotehnologie și mediul

Nanotehnologia este folosită de cercetători pentru a crea produse la prețuri accesibile, de înaltă tehnologie și eficiente din punct de vedere energetic, cum ar fi becuri, vopsele, ecrane de computer și combustibili care produc emisii mai mici.

Nanotehnologia este, de asemenea, utilizată pentru a îmbunătăți aplicațiile surselor alternative de energie. De exemplu, oamenii de știință experimentează acum panouri asemănătoare imprimării sau chiar panouri solare pentru a crește eficiența și pentru a asigura o rată ușoară și cu costuri reduse. (NGS, 2022)

În apă, nanomaterialele pot reduce toxicitatea prin eliminarea metalelor toxice și a moleculelor organice (de exemplu, substanțe chimice periculoase, celule virale etc.).

Nanotehnologia este, de asemenea, utilizată pentru a reduce poluarea deversării de petrol prin utilizarea proprietăților magnetice ale nanoparticulelor.

Produse pentru consumatori

Oamenii de știință și inginerii folosesc nanotehnologia într-o varietate de produse de consum.

Exemple:

Îmbrăcăminte (de exemplu, metode de acoperire pentru a face țesăturile hidrofuge sau mai rezistente la pete)

Cosmetice (de exemplu, produse cu o claritate sporită, o absorbție mai bună, o protecție UV mai bună etc.)

Atletism (de exemplu, nano-aditivi pentru a face echipamentul sportiv mai ușor și mai rezistent).

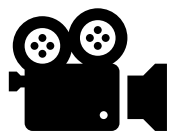
Materiale de ambalare și de protecție a suprafețelor (soluții mai puternice, mai rezistente și mai ușoare)

Amelioratori alimentari (pentru a îmbunătăți textura și aromele)

Electronică (pentru a crea sisteme portabile mai rapide și mai eficiente care pot gestiona și stoca cantități mai mari de date și care pot consuma mai puțină energie).

Nanomedicina (proceduri/tratamente ale bolilor, dispozitive/instrumente medicale etc).

- Nanomaterialele pot fi folosite pentru a reduce sângerarea și pentru a accelera coagularea.
- Nanoparticulele pot fi încorporate în bandaje pentru a prinde microbii și pentru a îmbunătăți regenerarea țesuturilor.
- Nanoparticulele pot furniza medicamente către anumite celule pentru a preveni deteriorarea țesutului sănătos atunci când nu este necesar (de exemplu, în tratamentele pentru cancer).
- Dendrimerii pot crește viteza și eficiența în livrarea medicamentelor.
- Fulerenele pot fi manipulate pentru a avea proprietăți antiinflamatorii pentru a încetini sau chiar opri reacțiile alergice.
- Nanoparticulele pot fi manipulate pentru a detecta și a se atașa de anumite proteine sau celule bolnave. Acest lucru îmbunătățește procedurile de diagnostic (testare și imagistică).



Priviti, va rog, urmatorul video!

Nanotechnology is not simply about making things smaller | Noushin Nasiri | TEDxMacquarieUniversity

<https://www.youtube.com/watch?v=M8d3pxVb4c4>

3. Cazuri si povesti de succes

Air0 – Breathe Finland

<https://air0.fi/en/>

Compania folosește nanotehnologia pentru a perfecționa purificarea mecanică și electrică a aerului.

Produsul său smAIRt®600 îndepărtează chiar și cele mai fine particule care pot transmite boli din aer sau pot deteriora în alt mod aerul din interior, datorită nanomaterialelor: poate îndepărta compușii organici volatili, mucegaiul, bacteriile, virușii, fumul, mirosurile etc., fără a produce ozon.

CNM Technologies, Germany

<https://www.cnm-technologies.com>

Compania este specializată în dezvoltarea, producerea și comercializarea nanomembranelor pe bază de carbon. Aceste membrane subțiri moleculare sunt cele mai subțiri filme polimerice din lume, conform producătorului lor. Ele pot fi utilizate în diverse domenii, inclusiv în medicină, energie și electronică.

Nanoalps GmbH, Italy: Nanoalps® System SOIL

<http://www.nanoalps.com/en/>

Compania folosește nanotehnologia în geotehnica aplicată și dezvoltare. Produsul său Nanoalps® System SOIL poate fi folosit pentru decontaminarea solului și imobilizarea substanțelor nocive în combinație cu lianți hidraulici. De asemenea, poate fi folosit pentru consolidarea, stabilizarea și întărirea drumurilor, cursurilor și terenurilor.

4. Referinte

ScienceDirect (b). (2022). *Dendrimer - an overview*. ScienceDirect Topics. Retrieved October 9, 2022, from <https://www.sciencedirect.com/topics/nursing-and-health-professions/dendrimer>

ScienceDirect. (2022). *Carbon nanotubes- an overview*. ScienceDirect Topics. Retrieved October 9, 2022, from <https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/carbon-nanotubes>

Folger, T. (2019, November 12). *Cages of Carbon*. Discover Magazine. Retrieved October 9, 2022, from <https://www.discovermagazine.com/the-sciences/cages-of-carbon>

Hochella, M. F., Mogk, D. W., Ranville, J., Allen, I. C., Luther, G. W., Marr, L. C., McGrail, B. P., Murayama, M., Qafoku, N. P., Rosso, K. M., Sahai, N., Schroeder, P. A., Vikesland, P., Westerhoff, P., & Yang, Y. (2019). Natural, incidental, and engineered nanomaterials and their impacts on the Earth System. *Science*, 363(6434). <https://doi.org/10.1126/science.aau8299>

Khan, I., Saeed, K., & Khan, I. (2019). Nanoparticles: Properties, applications and toxicities. *Arabian Journal of Chemistry*, 12(7), 908–931. <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2017.05.011>

nanoHUB. (2009). *A Comparison of Scale: Macro, Micro, Nano*. nanoHUB.org. Retrieved October 10, 2022, from https://nanohub.org/resources/26670/download/Comparison_of_scale_Presentation.pdf

NNI (b). (2022). *Applications of nanotechnology*. National Nanotechnology Initiative. Retrieved October 10, 2022, from <https://www.nano.gov/about-nanotechnology/applications-nanotechnology>

Patel, K. D., Singh, R. K., & Kim, H.-W. (2018, December 21). *Carbon-based nanomaterials as an emerging platform for Theranostics*. Materials Horizons. Retrieved October 9, 2022, from <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2019/mh/c8mh00966j>

Yaqoob, A. A., Ahmad, H., Parveen, T., Ahmad, A., Oves, M., Ismail, I. M. I., Qari, H. A., Umar, K., & Mohamad Ibrahim, M. N. (2020). *Recent advances in metal decorated nanomaterials and their various biological applications: A Review*. Frontiers. Retrieved October 9, 2022, from <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fchem.2020.00341/full>