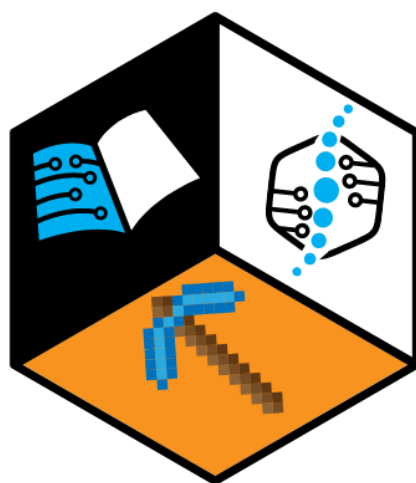


NANOWARE Program nauczania

MODUŁ 2: NANOMATERIAŁY

OCENA

DOSTAWCA: R1/T1.1



NANOWARE

31.10.2022

DIGICULT

Opracowany przez : Ilias Parlavantzas

Numer projektu : 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.

Spis treści

Spis treści	2
1. Wprowadzenie do modułu	3
2. Nanomateriały	4
2.1 Rodzaje nanomateriałów	4
2.2 Synteza i charakterystyka nanomateriałów	7
2.3 Zastosowania wykorzystania nanomateriałów	11
3. Studia przypadków i historie sukcesu	13
4. Referencje	13

1. Wprowadzenie do modułu

Moduł ten dotyczy zrozumienia różnych typów nanomateriałów. Wprowadza uczącego się do różnych syntez i krótko wyjaśnia charakterystykę nanomateriałów. Wreszcie, przedstawia kilka zastosowań nanotechnologii, podkreślając w ten sposób ich znaczenie i obiecujący potencjał w różnych dziedzinach.

Opis

Moduł ten zapozna słuchaczy z podstawowymi cechami nanomateriałów. W tym celu omówione zostaną różne rodzaje nanomateriałów, ich synteza oraz przyczyny ich zróżnicowania. Ponadto, omówione zostaną różne zastosowania nanomateriałów i zaprezentowanych zostanie kilka studiów przypadków.

Cele

Dzięki temu modułowi uczniowie dowiedzą się, że istnieją różne rodzaje nanomateriałów i że są one skategoryzowane pod względem ich syntezy, aczkolwiek są tworzone naturalnie lub sztucznie. Uczniowie zrozumieją również, że nanomateriały mają wiele zastosowań w różnych gałęziach przemysłu, a przykłady popularnych produktów pokazują znaczenie i potencjał takich materiałów w postępie ludzkości.

Cele nauczania

W tym module uczniowie zapoznają się z nanonauką i nanotechnologią poprzez kompleksowe przedstawienie nanomateriałów. W ten sposób staną się bardziej świadomi znaczenia tej dziedziny w życiu codziennym, a w konsekwencji bardziej pewni siebie przy włączaniu nanomateriałów i ich zastosowań do programów szkolnych.

Efekty kształcenia

Po pomyślnym ukończeniu tego modułu, uczący się powinni:

- Wiedzieć, jak charakteryzowane są różne nanomateriały
- Rozumieć, jak nanomateriały są wykorzystywane w praktyce
- Rozróżniać rodzaje nanomateriałów
- Analizować syntezę nanomateriałów

Szacowany czas

Zakończenie modułu wraz z wdrożeniem przekazanej wiedzy będzie trwało 3 godziny.

2. Nanomateriały

Nanonauki i nanotechnologia obserwują i manipulują pojedynczymi atomami i cząsteczkami. W ten sposób rozwinęły zdolność do zmiany właściwości materii w nanoskali i tworzenia nowych struktur dla wielu zastosowań. (NNI, 2022, NGS, 2022).

2.1 Rodzaje nanomateriałów

Nanomateriały

Nanomateriały można zdefiniować jako "każdy organiczny, nieorganiczny lub organometaliczny materiał, który prezentuje właściwości chemiczne, fizyczne i/lub elektryczne, które zmieniają się w zależności od rozmiaru i kształtu materiału" (Hochella et al., 2019).

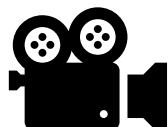
Istnieją różne rodzaje nanomateriałów i różne sposoby ich klasyfikacji.

Naturalne nanomateriały

Materiały te występują w sposób naturalny. Oznacza to, że istnieją w świecie "poprzez procesy (bio)geochemiczne lub mechaniczne, bez bezpośredniego lub pośredniego związku z działalnością człowieka lub procesem antropogenicznym" (Hochella et al., 2019).

Przykłady:

- Cząstki pyłu wulkanicznego
- Cząsteczki dymu
- Hemoglobina (Hb/cząsteczki w naszej krwi)
- Nanoskalowe struktury, które tworzą kolory na pawich piórach (rozstawienie struktur na powierzchni piór daje efekt wspaniałych kolorów)



Badanie naturalnych nanomateriałów

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



Tytuł obrazu: Pawie pióra Źródło: Pixabay.com

Sztuczne nanomateriały

Sztuczne nanomateriały to takie, które powstały w wyniku działalności człowieka. Oznacza to, że powstały one w wyniku działania przedmiotów lub procesów stworzonych przez ludzi.

Przykłady:

- Spaliny z silników spalających paliwa kopalne
- Niektóre formy zanieczyszczeń

Przypadkowe nanomateriały

Niektóre sztuczne nanomateriały są przypadkowe. Na przykład nanocząstki spalin są wytwarzane przez silniki pojazdów, bez początkowego zamiaru wytworzenia ich jako nanomateriałów (NGS, 2022).

Dlatego nanomateriały można określić jako przypadkowe, gdy są "niezamierzenie produkowane w wyniku jakiegokolwiek formy bezpośredniego lub pośredniego wpływu człowieka lub procesu antropogenicznego" (Hochella i in., 2019).



Innym przykładem przypadkowych nanomateriałów są dymy spawalnicze zawierające nanocząstki.



Tytuł obrazu: Welder

Źródło: Pixabay.com

Celowo produkowane/inżynierskie nanomateriały.

Podczas gdy niektóre nanomateriały są produkowane w sposób niezamierzony, inne są opracowywane celowo przez naukowców i inżynierów w celu wykorzystania ich w różnych gałęziach przemysłu, od produkcji po medycynę.

Są one nazywane nanomateriałami produkowanymi celowo lub inżynierskimi.

Antropogeniczne nanomateriały.

Nanomateriały antropogeniczne obejmują zarówno przypadkowe, jak i celowo produkowane/projektowane nanomateriały, z których wszystkie są wynikiem bezpośredniego lub pośredniego wpływu człowieka..



Tytuł obrazu: Power station

Źródło: Pixabay.com

2.2 Synteza i charakterystyka nanomateriałów

Fullereny i nanocząstki

“Jednym ze sposobów klasyfikacji nanomateriałów jest podział na fulereny i nanocząstki. Klasyfikacja ta obejmuje zarówno nanomateriały występujące naturalnie, jak i wytworzone przez człowieka” (NGS, 2022).

Fullereny

Fullereny są alotropami węgla.



Pierwiastek chemiczny może występować w różnych formach cząsteczkowych. Są one nazywane alotropami.

Przykłady alotropów węgla:

- Diamenty
- Grafit

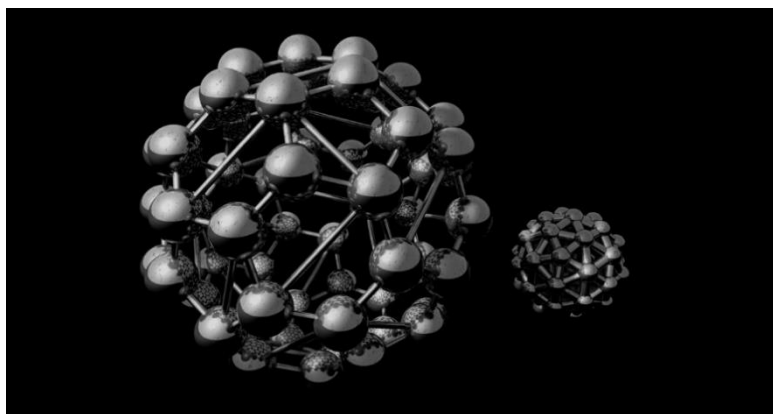
Fullereny to kuliste lub rurkowate struktury molekularne składające się z atomów węgla gęsto ułożonych i silnie związanych.

Buckyballs

Buckyball to przydomek buckminsterfullerene (C_{60}): rodzaj sferycznego fullereny. Buckyballs to "nanometrowej wielkości cząsteczki węgla o kształcie piłki nożnej - ciasno związanych sześć- i pięciokątów" (NGS, 2022).

Buckyballs są bardzo odporne, ponieważ są bardzo stabilne. W rezultacie pozostają niezmiennie w ekstremalnych warunkach, takich jak ekstremalne temperatury, ekstremalne ciśnienie, a nawet ekstremalne środowiska, takie jak przestrzeń kosmiczna.

“Buckyballs to największe cząsteczki, jakie kiedykolwiek odkryto w kosmosie, wykryte wokół mgławicy planetarnej w 2010 roku” (ibid.).



Tytuł obrazu: Buckyball

Źródło: Pixabay.com

Buckyballs są zbudowane jak sferyczne, solidne klatki, w których każdy atom lub cząsteczka pozostaje bezpieczny i niezmienny.

Ta podobna do klatki i ochronna struktura jest atrakcyjna dla naukowców poszukujących możliwości bezpiecznego zamknięcia atomów w celu przeniesienia ich w obrębie systemu: tak jest w przypadku kul Buckiego nasyconych helem, które mogą być wykorzystane jako chemiczne znaczniki śledzące zanieczyszczenia w rzekach itp. (Folger, 2019).

Nanorurki

Nanorurki to rurkowate fulereny (NGS, 2022).

Nanorurki węglowe mają niezwykle właściwości (chemiczne, elektroniczne, mechaniczne i optyczne), są bardzo sprężyste, mocne i elastyczne. Jest to wynik tego, jak atomy węgla łączą się ze sobą.

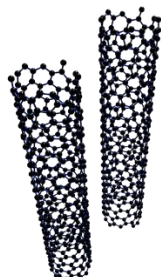


Nanorurki węglowe są twardsze od diamentów i bardziej elastyczne od gumy (tamże).

Nanorurki węglowe dzięki swoim niezwykłym właściwościom są niezwykle popularne w wielu dziedzinach nauki i techniki.

Przykłady:

- Nauki o środowisku i zdrowiu wykorzystują nanorurki węglowe w czujnikach chemicznych (ScienceDirect, 2022).
- NASA eksperymentuje z nanorurkami węglowymi w celu uzyskania "czarniejszej niż czarna" kolorystyki na satelitach, aby zmniejszyć odbicia i zoptymalizować zbieranie danych. (NGS, 2022).



Tytuł obrazu: Nanorurki węglowe

Źródło: Pixabay.com

Nanocząstki

Nanocząstki to małe cząstki, których wielkość mieści się w przedziale 1-100 nanometrów.

Istnieją różne grupy nanocząstek:

- Fullereny
- Nanocząstki metali
- Nanocząstki ceramiczne
- Nanocząstki polimerowe

Nanocząstki mają wysoką powierzchnię i rozmiar w nanoskali, co oferuje im unikalne właściwości fizyczne i chemiczne; w rezultacie są bardzo atrakcyjne dla różnych gałęzi przemysłu i zastosowań (Khan et al., 2019).

Nanomateriały wytwarzane celowo

Istnieją cztery główne rodzaje celowo produkowanych nanomateriałów:

- na bazie węgla
- na bazie metalu
- dendrymery
- nanokompozyty

1. Nanomateriały oparte na węglu

Nanomateriały na bazie węgla są produkowane celowo i mogą zawierać:

- Fullereny
- Nanorurki węglowe
- Grafen i jego pochodne

- Tlenek grafenu
- Nanodiamenty
- Kropki kwantowe na bazie węgla (Patel et al., 2018).

2. Nanomateriały na bazie metali

Istnieją różne rodzaje nanomateriałów na bazie metali. Należą do nich, ale nie są ograniczone do:

- Złoto
- Srebrny
- Miedź
- Żelazo
- Cynk
- Platyna (Yaqoob et al., 2020).

3. Dendrymery

Dendrymery to złożone, drzewiaste nanocząstki zbudowane z połączonych, rozgałęzionych jednostek, które tworzą niezwykle silne struktury (NGS, 2022).

Dendrymery składają się z wewnętrznego rdzenia i obwodowej powłoki, która rozszerza się w obfitych grupach terminalnych (ScienceDirect, 2022b).

Rozgałęzianie się dendrymerów nazywane jest "generowaniem dendrymerów" (tamże).

Każda część dendrymeru może być zaprojektowana do pełnienia określonej funkcji chemicznej.

Dendrymery są bardzo atrakcyjne w zastosowaniach biomedycznych, ponieważ mogą spełniać wiele funkcji.

Przykład: Pojedynczy dendrymer może dostarczyć lek do konkretnej komórki, a także śledzić jego wpływ na otaczającą tkankę. (NGS, 2020).

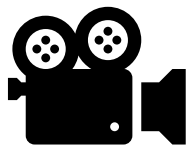
4. Nanokompozyty

Nanokompozyty to materiały hybrydowe łączące dwa lub więcej materiałów, z których przynajmniej jeden jest nanomateriałem.

Rodzaje nanokompozytów:

- Kompozyty o matrycy nanoceramicznej (NCMC)
- Często nazywane "nano-glinkami", są wykorzystywane w takich zastosowaniach jak powlekanie opakowań w celu zwiększenia wytrzymałości i sprężystości materiałów.
- Kompozyty na matrycy metalowej (MMC)
- Mocniejsze i lżejsze niż metale luzem, są idealne do takich zastosowań jak np. produkcja lżejszych pojazdów.
- Kompozyty na matrycy polimerowej (PMC)

Często używany do tworzenia tworzyw przemysłowych i popularny w nanomedycynie do rusztowań tkankowych. (NGS, 2022).



Proszę, obejrzyjcie następujący film:

The Mighty Power of Nanomaterials: Crash Course Engineering #23

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

2.3 Zastosowania wykorzystania nanomateriałów

Nanoprodukcja

Nanomateriały mogą być syntetyzowane na dwa sposoby:

- **podejście odgórne**
- **podejście oddolne**

Nanoprodukcja odgórna polega na manipulowaniu materiałami sypkimi w celu stworzenia drobnych cząstek w wymiarach nano (Parmasimav et al., 2021). Przykładem tego podejścia jest stworzenie mikrochipów na bazie grafenu (w przeciwieństwie do krzemowych) - rewolucyjnego produktu o ogromnym potencjale.

Nanoprodukcja oddolna polega na składaniu drobnych cząstek w celu stworzenia nanomateriałów poprzez metody samoasemblacji lub współstrącania (tamże). Przykładem tego podejścia jest tworzenie nanowymiarowych urządzeń elektronicznych z wykorzystaniem pojedynczych atomów i cząsteczek (np. mikrochipów).

Nanotechnologia i środowisko

Nanotechnologia jest wykorzystywana przez naukowców do tworzenia niedrogich, zaawansowanych technologicznie i energooszczędnych produktów, takich jak żarówki, farby, ekrany komputerowe i paliwa wytwarzające mniejszą emisję.

Nanotechnologia jest również wykorzystywana do ulepszania zastosowań alternatywnych źródeł energii. Na przykład naukowcy eksperymentują obecnie z panelami słonecznymi podobnymi do druków, aby zwiększyć wydajność i zapewnić łatwą i tanią instalację. (NGS, 2022)

W wodzie nanomateriały mogą zmniejszyć toksyczność poprzez eliminację toksycznych metali i cząsteczek organicznych (np. niebezpiecznych chemikaliów, komórek wirusów itp.).

Nanotechnologia jest również stosowana do zmniejszania zanieczyszczenia wyciekami ropy naftowej poprzez wykorzystanie właściwości magnetycznych nanocząstek.

Produkty konsumenckie

Naukowcy i inżynierowie wykorzystują nanotechnologię w wielu produktach konsumpcyjnych.

Przykłady:

Odzież (np. metody powlekania, dzięki którym tkaniny stają się wodoodporne lub bardziej odporne na plamy)

Kosmetyki (np. produkty o zwiększonej przejrzystości, lepszej absorpcji, lepszej ochronie przed promieniowaniem UV itp.)

Lekkoatletyka (np. nanododatki sprawiające, że sprzęt sportowy jest lżejszy i bardziej wytrzymały).

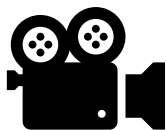
Opakowania i materiały do ochrony powierzchni (mocniejsze, bardziej odporne i lekkie rozwiązania)

Wzmacniacze żywności (w celu poprawy tekstury i smaku)

Elektronika (tworzenie szybszych przenośnych i bardziej wydajnych systemów, które mogą zarządzać i przechowywać większe ilości danych i które mogą zużywać mniej energii).

Nanomedycyna (procedury/leczenia chorób, urządzenia/narzędzia medyczne itp).

- Nanomateriały mogą być stosowane do zmniejszenia krwawienia i przyspieszenia koagulacji.
- Nanocząstki mogą być włączone do bandażu, aby uwięzić mikroby i wzmocnić regenerację tkanek.
- Nanocząstki mogą dostarczać leki do określonych komórek, aby zapobiec uszkodzeniu zdrowej tkanki, gdy nie jest to konieczne (np. w leczeniu raka).
- Dendrymery mogą zwiększyć szybkość i efektywność dostarczania leków.
- Fullereny mogą być manipulowane tak, aby miały właściwości przeciwzapalne, aby spowolnić lub nawet zatrzymać reakcje alergiczne.
- Nanocząstki mogą być manipulowane tak, aby wykrywały i przyczepiały się do specyficznych białek lub chorych komórek. Poprawia to procedury diagnostyczne (testowanie i obrazowanie).



Proszę obejrzeć poniższe wideo:

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

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

3. Studia przypadków i historie sukcesu

Air0 – Breathe Finland

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

Firma wykorzystuje nanotechnologię do udoskonalenia mechanicznego i elektrycznego oczyszczania powietrza.

Jej produkt smAIRt®600 dzięki nanomateriałom usuwa nawet najdrobniejsze cząsteczki, które mogą przenosić choroby przenoszone drogą powietrzną lub w inny sposób pogarszać jakość powietrza w pomieszczeniach: może usuwać lotne związki organiczne, pleśń, bakterie, wirusy, dym, zapachy itp. bez wytwarzania ozonu.

CNM Technologies, Germany

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

Firma specjalizuje się w opracowywaniu, produkcji i sprzedaży nanomembran na bazie węgla. Te molekularnie cienkie membrany są najcieńszymi foliami polimerowymi na świecie, jak podaje ich producent. Mogą być stosowane w różnych dziedzinach, w tym w medycynie, energetyce i elektronice.

Nanoalps GmbH, Italy: Nanoalps® System SOIL

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

Firma wykorzystuje nanotechnologię w geotechnice stosowanej i rozwoju. Jej produkt Nanoalps® System SOIL może być stosowany do odkażania gleby i unieruchamiania szkodliwych substancji w połączeniu ze spoiwami hydraulicznymi. Może być również stosowany do konsolidacji, stabilizacji i utwardzania dróg, tras i gruntów.

4. Referencje

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>