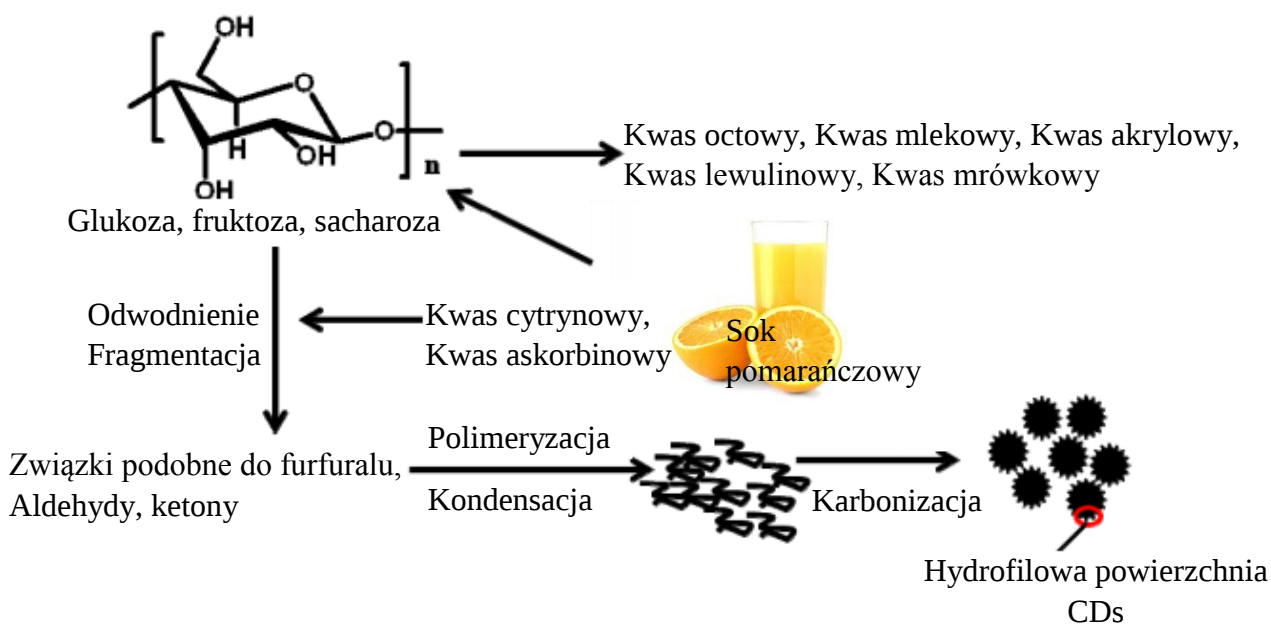


Ćwiczenie 6 – Naturalna synteza nanocząstek węglowych – metodą termalną (v1.0)

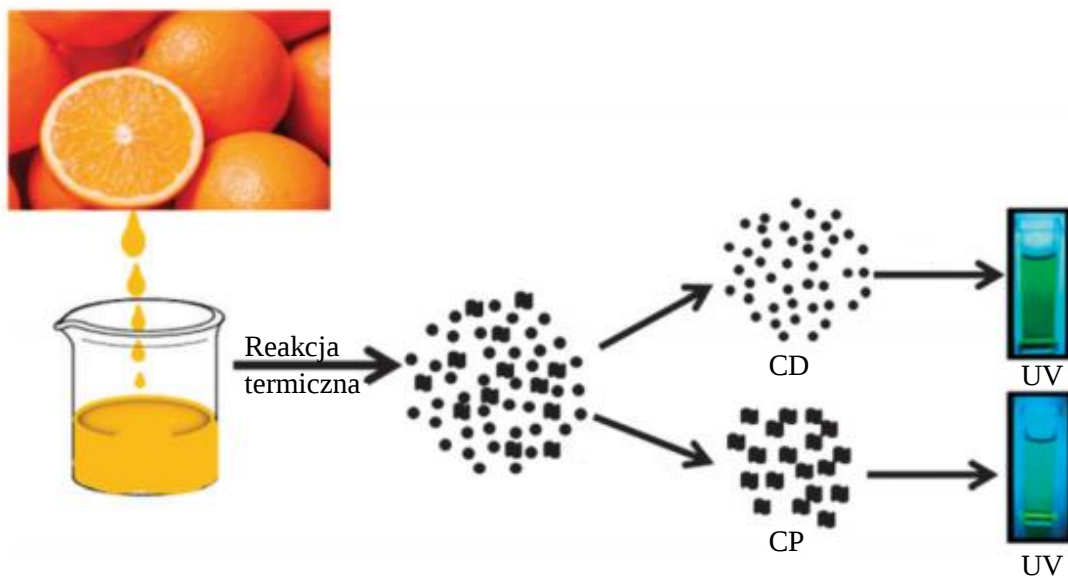
1. Wstęp teoretyczny

Kropki węglowe (ang. *carbon dots*, CDs), mające zdolność emitowania światła, przyciągają uwagę ze względu na ich wyjątkowe właściwości fizyko-chemiczne tj. wysoka stabilność, dobra przewodność, niska toksyczność, przyjazność dla środowiska, prosta metoda syntezy, jak również właściwości optyczne porównywalne do półprzewodnikowych kropek kwantowych. CDs są rozpuszczalne w środowisku wodnym i biokompatybilne. Dodatkowo, dzięki pasywacji powierzchni, mają silne i przestrajalne właściwości emisji fluorescencji, które umożliwiają ich szerokie zastosowanie w nanobiotechnologii, biomedycynie, katalizie i sensoryce.

Mechanizm syntezy CDs z soku pomarańczowego obejmuje karbonizację jego składników. Termalne zwęglanie sacharozy jest skomplikowanym procesem wieloetapowym. Prowadzony w odpowiednich warunkach umożliwia uzyskanie koloidalnych, hydrofilowych nanocząstek węglowych. Schemat przebiegu reakcji zaznaczony jest na rysunku poniżej.



W trakcie syntezy można wytworzyć dwa rozmiary węglowych nanostruktur: wysoko fluorescencyjne kropki węglowe o średnim rozmiarze: 1.5-4.5 nm (ang. *carbon dots*, CD) oraz gruboziarniste nanocząstki (ang. *coarse nanoparticles*, CP) o średnicy w zakresie 30-50 nm i słabszych właściwościach fluorescencyjnych.



Zagadnienia

- Nanocząstki węgla – właściwości fizyczne (optyczne) i chemiczne
- Metody syntezy nanocząstek węglowych
- Zasady działania urządzeń wykorzystywanych w ćwiczeniu

2. Cel ćwiczenia

- Synteza nanocząstek metodą reakcji termalnej
- Zbadanie właściwości wytworzonych nanocząstek węglowych

3. Bezpieczeństwo

Przed przystąpieniem do wykonywania ćwiczenia:

- Upewnij się, że zapoznałeś się z zasadami bezpiecznej pracy w laboratorium
- Znasz zagrożenia wynikające z pracy z urządzeniami laboratoryjnymi oraz odczynnikami chemicznymi
- Skorzystaj ze środków ochrony indywidualnej:
 - fartuch laboratoryjny
 - okulary ochronne
 - rękawice nitrylowe
- Przedstaw prowadzącemu uzupełnioną Tabele I (kolumny oznaczone na czerwono)

4. Odczynniki chemiczne

Tabela I. Lista odczynników

Lp.	Nazwa PL	Nazwa ANG	Nr CAS	Wzór sumaryczny	Zagrożenia/ toksyczność	Pierwsza pomoc
1	Alkohol etylowy (etanol)	Ethanol	64-17-5			
2	Dichloro- metan	Dichloro- methane	75-09-2			
3	Aceton	Acetone	67-64-1			
4	Sok pomarańc- zowy	Wypisz związki organiczne jake się w nim znajdują (min. 3)				

5. Materiały

- Kolba płaskodenna (100 ml)
- Cylinder miarowy (25 ml)
- 8 x falkon (15 ml)
- Zlewka (50 ml, 250 ml)
- Woda dejonizowana
- Buteleczki (2 x 4 ml)
- Pipeta automatyczna (1 ml)

6. Stanowisko aparaturowe

- Mieszadło
- Mieszadło magnetyczne z grzaniem
- Statyw z łapą
- Termometr
- Wirówka
- Wyrząsarka typu Vortex

7. Instrukcja do wykonania ćwiczenia

Do kolby o pojemności 100 ml odmierzyć 10 ml soku pomarańczowego, następnie dodać 7,5 ml etanolu. Wsadzić mieszadło magnetyczne do kolby, następnie umocować ją stabilnie na statywie za pomocą łapy. Do kolby wsadzić termometr. Postawić kolbę na mieszadle magnetycznym z grzaniem. Podgrzewać roztwór przez 60 minut, monitorując temperaturę (nie powinna być **niższa niż 80°C**). Po zadany czasie, pozostawić roztwór do uzyskania temperatury pokojowej. Roztwór przelewać do 4 falkonów (po ok. 4.5 ml), następnie do każdego z nich dodać po 4 ml dichlorometanu, w celu **pozbycia** się organicznych związków, które nie uległy reakcji. Falkony wstawić do wirówki 6 000 rpm, 10 minut. Z otrzymanego, dwufazowego roztworu, zbierać tylko warstwę wodną, przenosząc ją do pustych falkonów. Dodać po 4 ml acetonu. Ponownie wsadzić falkony do wirówki na 10 min, 6 000 rpm. Roztwór zbierać do zlewki (A), a osad osuszyć. Do falkonów, w których znajduje się osad, dodać po 2 ml wody dejonizowanej. Wymieszać za pomocą vortexu, w celu całkowitego rozpuszczenia osadu (B). Przygotować dwie buteleczki (podpisać je) – do jednej przelewać roztwór A, a do drugiej B. Zmierz widma PL otrzymanych roztworów.

8. Zakończenie pracy

Szkło laboratoryjne umyć wodą z kranu i detergentem. Następnie wypłukać wodą DI. Na koniec przemyć małą ilością acetonu (zlewki do baniaka stojącego przy zlewce). Posprzątać stanowisko pracy.

9. Raport z badań

Raport z badań powinien zawierać następujące elementy:

1. Wstęp teoretyczny
2. Cel eksperymentu
3. Wyniki:
 - a. Reakcja chemiczna (może być schematyczna)
 - b. Widma PL przygotowanych roztworów
 - c. Zdjęcie przygotowanych próbek
 - d. Analiza zaobserwowanych różnic w kolorze i widmie PL próbek, z zaznaczeniem, które są CD, a które CP
4. Wnioski

10. Literatura

1. Wang Y., Hu A. (2014). "Carbon quantum dots: Synthesis, properties and applications", *Journal of Materials Chemistry C*. 2 (34), 6921–39.
2. Lim S.Y., Shen W., Gao Z. (2015). "Carbon quantum dots and their applications", *Chemical Society Reviews*, 44 (1), 362–81.
3. Sahu S., Behera B., Maitib T.K., Mohapatra S. (2012), „Simple one-step synthesis of highly luminescent carbon dots from orange juice: application as excellent bio-imaging agents”, *Chem. Commun.*, 48, 8835–8837