

# 0 Opracowanie zagadnień (pierwsze 6 wykładów)

## 1. Wybrane elementy klasycznej inżynierii kompozytów

1. Podać i porównać moduły sprężystości włókien szklanych, włókien węglowych i kompozytów otrzymanych z ich udziałem.
  - włókna szklane - 70 GPa
  - włókna węglowe 290 GPa
  - kompozyty szklane - względnie niski, w wąskim zakresie
  - kompozyty węglowe - względnie wysoki, w bardzo szerokim zakresie
2. Zdefiniować sposób klasyfikacji i wymienić różne klasy materiałów kompozytowych
  - kompozyty napełniane
  - kompozyty warstwowe i laminaty
  - kompozyty strukturalne
3. Wyjaśnić w jaki sposób reguła kompozycji wiąże sprężystość materiału ze składem
  - $E_c = E_f \times \Phi_f + E_m \times (1 - \Phi_f)$
4. Jakie czynniki decydują o właściwościach mechanicznych kompozytów z napełniaczami rozdrobnionymi np. włóknami ciętymi?
  - połączenie adhezyjne (zła powoduje wyciąganie włókien i delaminację)
  - rozdrobnienie (skutkuje brakiem anizotropii)
5. Jak zmienia się wytrzymałość whiskersów metalicznych w funkcji ich średnicy?
  - maleje, dla największych średnic funkcja się wypłaszcza

## 2. Fizykochemia powierzchni a rozdrobnienie i oddziaływania na granicy faz

1. Do jakiej klasy układów dyspersyjnych należą nanokompozyty?
  - zole i żele stałe
2. Co to jest praca adhezji i jaki ma związek z rozdrabnianiem materii?
  - Praca adhezji - nakład energii wymaganej do podziału ciała (prowadzącego do wytworzenia dwóch powierzchni), zgrubnie proporcjonalny do napięcia powierzchniowego wytworzonych powierzchni. Rozdrabnianie to zwiększanie powierzchni materiału więc wykonanie takiej pracy nad układem prowadzi do rozdrabniania.
3. Wyjaśnić rolę entalpii swobodnej powierzchni w nanokompozytach
  - $dG = \gamma dA$
  - Zwiększaniu powierzchni, dokonywanemu dowolną metodą fizyczną bez zmiany ładunku elektrycznego lub magnetyzacji układu towarzyszy dodatnia zmiana entalpii swobodnej powierzchni.
4. Podać związek pomiędzy napięciem powierzchniowym a entalpią swobodną powierzchni
  - $\gamma = \frac{\partial G}{\partial A}$
5. Jak szorstkość powierzchni ciała stałego wpływa na oddziaływanie z otoczeniem?
  - wzrost szorstkość powierzchni powoduje wzrost hydrofilowości powierzchni hydrofilowej (przypadek Wenzela) i wzrost hydrofobowości powierzchni hydrofobowej (przypadek Cassiego-Baxtera, powierzchnie samoczyszczące)

## 3. Właściwości układów dyspersyjnych o małej lepkości: ładunek nanocząstek, agregacja i perkolacja

1. Wyjaśnić wpływ potencjału zeta i lepkości na agregację cząstek w nanokompozytach
  - Dyspersja jest stabilna (cząstki nie agregują) kiedy w układzie występują:
    - relatywnie duża lepkość ośrodka cięgiego ogranicza szybkość dyfuzji cząstek w układzie (stabilizacja kinetyczna)
    - jednorodny ładunek powierzchniowy cząstek (stabilność - potencjał zeta > 40 [mV], duża stabilność - potencjał zeta > 61 [mV])
2. Jakie przybliżone wartości może przyjmować potencjał zeta? Jakie znaczenie praktyczne mają wartości potencjału zeta?  
potencjał  $\zeta$  stabilność koloidu  
0-5 zakres koagulacji lub fluktuacji

10-30 początek zakresu stabilności

30-40 zakres umiarkowanej stabilności

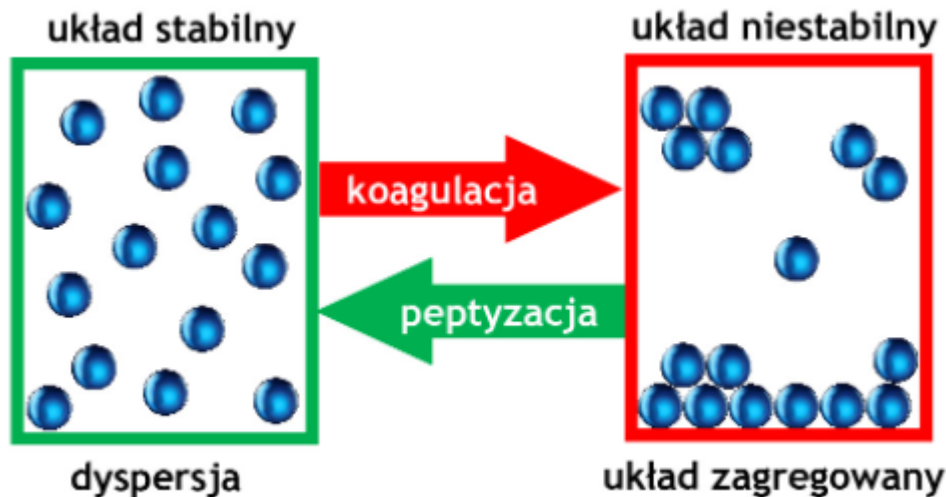
40-60 zakres stabilności

>60 duża stabilność

(potencjał zeta może być dodatni albo ujemny, dając ten sam efekt - w zestawieniu powyżej stoi wartość bezwzględna)

3. Wyjaśnić pojęcia: koagulacja, peptyzacja, perkolacja

- koagulacja - proces polegający na łączeniu się cząstek fazy rozproszonej koloidu w większe agregaty tworzące fazę ciągłą o nieregularnej strukturze.
- peptyzacja - zjawisko przechodzenia osadu koloidalnego lub żelu w koloid, np. zol. Jest to odwrót koagulacji i zachodzi w sposób odwracalny.
- perkolacja - łączenie się cząstek koloidu w nieregularną sieć



4. Od jakich czynników zależy wartość ułamka objętościowego cząstek, przy którym tworzy się sieć perkolacyjna?

- ułamek objętościowy cząstek "w ogóle" -  $\Psi = \frac{(N+1)V_p}{V_0}$
- współczynnik kształtu cząstki (pręta) -  $\frac{l}{d}$
- im wyższy iloczyn ułamka objętościowego i współczynnika kształtu tym więcej cząstek należy do sieci perkolacyjnej

4. Efekty wymiarów, wymiarowości i rozrzutu wielkości

1. Wyjaśnić czym jest wymiarowość nanocząstek i zdefiniować współczynnik kształtu cząstek o różnej wymiarowości

- wymiarowość nanocząstek - możliwość posiadania przez nanocząstki 1 lub 2 wymiarów nienanometrycznych (nanopręty, nanoarkusze)
- współczynnik kształtu - iloraz wymiarów przestrzennych

$$\xi(0D) = 1, \xi(1D) = \frac{\text{długość}}{\text{średnica}}, \xi(2D) = \frac{\text{średnica średnia}}{\text{grubość}}$$

2. Wyjaśnić znaczenie terminu dyspersja stosowanego do oceny stopnia rozdrobnienia nanocząstek

$$\delta = \frac{\text{powierzchnia fazy rozproszonej}}{\text{objętość fazy rozproszonej}} = \frac{S}{V}$$

3. Wyjaśnić w jaki sposób można uśrednić wymiary i masy nanocząstek. Czym jest wskaźnik polidispersyjności?

- Omówiono dwa typy średnich:

- średnia liczbowa (1. rzędu) -  $\bar{X}_I = \frac{\sum N_i X_i}{\sum N_i}$

- średnia wagowa (2. rzędu) -  $\bar{X}_I = \frac{\sum N_i X_i^2}{\sum N_i X_i}$

- do ich porównania służy wskaźnik polidispersyjności -  $PDI = \frac{\bar{X}_w}{\bar{X}_n}$

- wymiary nanocząstek można uśrednić dowolną średnią - mają niski wskaźnik polidispersyjności

- pomiary masy i objętości mają wysoki wskaźnik p. - są wrażliwe na metodę uśredniania (poprawna jest chyba średnia wagowa)

4. Zdefiniować pracę adhezji i wyjaśnić jej związek z rozdrabnianiem materiałów

- Praca adhezji - nakład energii wymaganej do podziału ciała (prowadzącego do wytworzenia dwóch powierzchni), zgrubnie proporcjonalny do napięcia powierzchniowego wytworzonych

powierzchni. Rozdrabnianie to zwiększanie powierzchni materiału więc wykonanie takiej pracy nad układem prowadzi do rozdrabniania.

5. Wyjaśnić znaczenie swobodnej energii powierzchni w inżynierii układów dyspersyjnych
  - $dF = dG - pdV = \gamma dA - pdV$
6. Jakie oddziaływania mają wpływ na destabilizację dyspersji i agregację nanocząstek?
  - lepkość
  - potencjał zeta
7. Wyjaśnić na czym polega i od czego zależy perkolacja w układach dyspersyjnych
  - polega na łączeniu się cząstek koloidu w nieregularną sieć, zależy od ułamka objętościowego cząstek w koloidzie i ich wymiarów (współczynnika kształtu)
8. Wyjaśnić czym są cząstki (nanocząstki) Janusa
  - cząstki o właściwościach biegunowych - jedna strona cząstki ma inną swobodną energię powierzchni, ładunek elektryczny, morfologię powierzchni, reaktywność lub posiada inne grupy funkcyjne
5. Metody otrzymywania nanocząstek
  1. Wyjaśnić na czym polegają metody "top-down" i "bottom-up" otrzymywania nanocząstek. Podać przykłady.
    - Top-down - obróbka mechaniczna lub termomechaniczna materiałów makroskopowych a zwłaszcza surowców mineralnych.
      - ścieranie
      - mielenie
    - Bottom-up - szereg metod fizycznych i chemicznych do otrzymywania nanocząstek "atom po atomie"
      - procesy solwotermalne
      - metody zol-żel
      - syntezy matrycowe
  2. Wyjaśnić na czym polega otrzymywanie nanocząstek przez kondensację par w gazie obojętnym
    - kondensacja par pożądaných nanocząstek na zimnej powierzchni. Proces prowadzi się w strumieniu gazu obojętnego aby uniknąć niekontrolowanej koalescencji i agregacji.
    - zastosowania - cząstki metaliczne oraz tlenki metali
    - zalety - kontrola kształtu i rozrzutu wielkości cząstek
  3. Wyjaśnić na czym polegają procesy zol-żel
    - Stabilny zol -> żelowanie przez polikondensację -> wygrzanie, zestalenie i suszenie żelu (kontrakcja sieci) -> odwodnienie wysokotemperaturowe
    - reakcje hydrolizy wiązań metali z tlenem oraz kondensacji powstałych grup OH między sobą lub z wiązaniami MO
  4. Wyjaśnić na czym polega synteza Ströbera
    - proces zol-żel umożliwiający uzyskanie cząstek o bardzo regularnych kształtach i bardzo wąskim rozrzucie wielkości oraz późniejszą funkcjonalizację powierzchni cząstek. Reakcja w środowisku alkoholowym (studenckim)
    - taka jakby polimeryzacja silanów
  5. Czym jest synteza matrycowa?
    - synteza złożonych struktur na powierzchni lub w środku matrycy
  6. Podać przykłady nanocząstek mineralnych pochodzących z naturalnych źródeł
    - skały metamorficzne
      - kaolinit
      - montmorylonit
      - imogolit
    - pył wulkaniczny
      - bazalt
      - krzemionka
      - fluoryt
6. Mikroskopia elektronowa, mikroskopia sił atomowych

1. Wyjaśnić na czym polega różnica pomiędzy skaningową, a transmisyjną mikroskopią elektronową
  - SEM
    - TOPO i COMPO
    - próbka musi być przewodzącą
    - pomiar emisji elektronów wtórnie rozproszonych
    - próbka na dole mikroskopu
  - TEM
    - struktura materiału w głębi
    - próbka musi być bardzo cienka
    - pomiar transmisji wiązki elektronów
    - próbka w środku układu
2. W jaki sposób przy pomocy TEM uzyskuje się informacje o wewnętrznej budowie badanych kryształów
  - ?
3. Omówić zasadę działania AFM
  - Igła na belce. Światło lasera odbija się od belki na detektor.
  - można analizować wyłącznie strukturę powierzchni. Nie dostarcza informacji o objętości materiału
7. Rentgenografia
  1. Wyjaśnić w jaki sposób powstają maksima dyfrakcyjne w eksperymencie rentgenowskim
  2. Co to jest przestrzeń odwrotna?
  3. Podać związek wektora rozpraszania z kątem dyfrakcji