

Struktury stopów metalicznych

Stop metaliczny:

- połączenie dwóch lub więcej składników,
- spójne makroskopowo jednorodne ciało krystaliczne,
- własności metaliczne (wiązania przynajmniej częściowo metaliczne).

Uzyskiwanie stopów:

- stopienie składników i zmieszanie ich w stanie ciekłym,
- zmieszanie sproszkowanych składników, sprasowanie i spiekanie,
- jednoczesna redukcja jonów różnych pierwiastków na katodzie.

Fazy stopowe krystaliczne:

- różnią się własnościami wynikającymi z odmiennego składu lub struktury.

Częściowo metaliczne i niemetaliczne składniki stopów:
C, Si, Ge, N, P, O, S, Se, Te.

Stop metaliczny jest także nazywany **roztworem stałym**.

Rodzaj roztworu stałego zależy od parametrów poszczególnych jego składników:

- wielkości atomów,
- struktury krystalicznej,
- powinowactwa elektronowego,
- wartościowości pierwiastków.

Rodzaje roztworów stałych:

- podstawowe,
- wtórne.

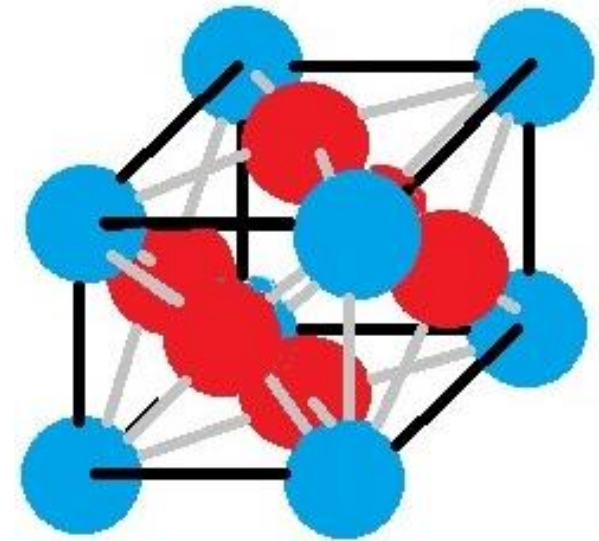
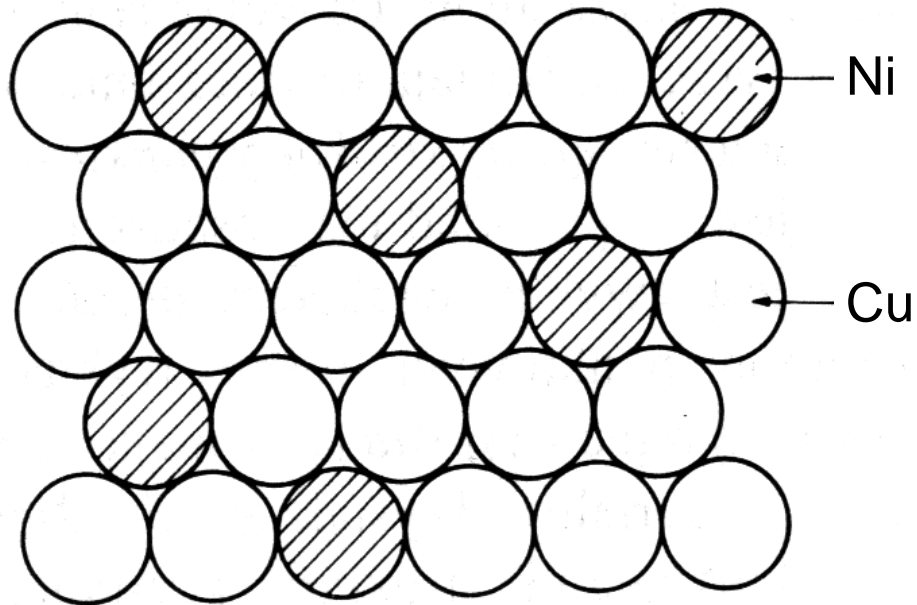
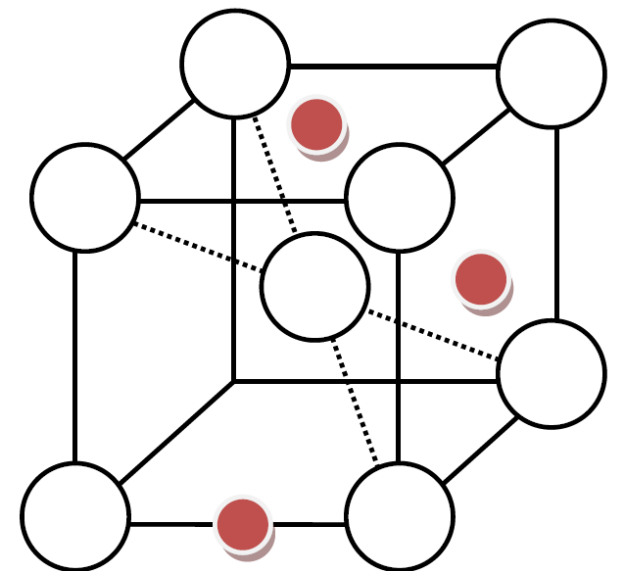
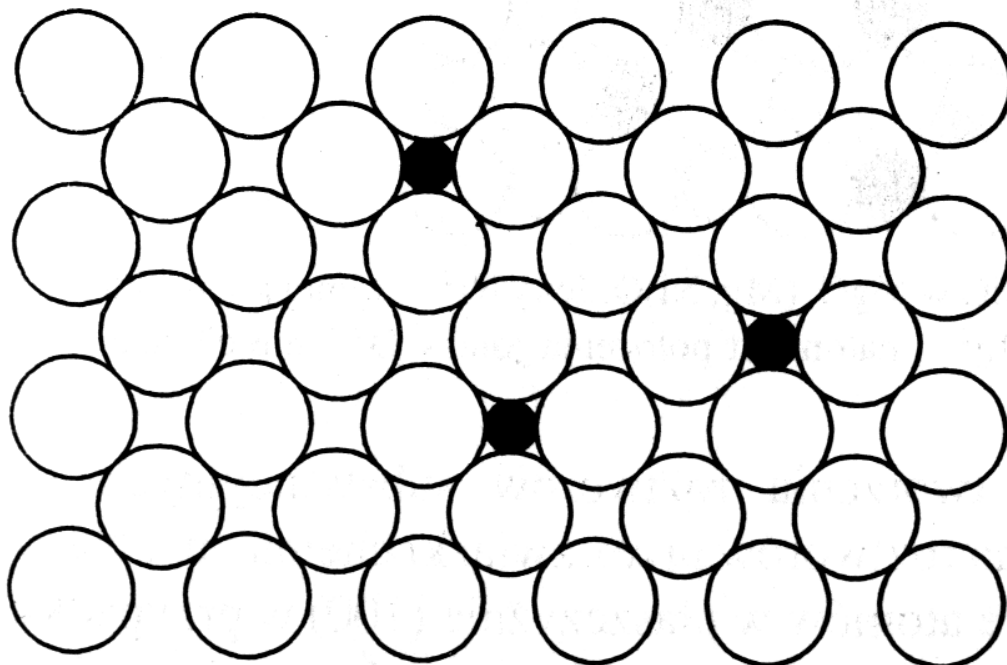
Roztwory stałe podstawowe:

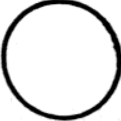

- różnowęzłowe,
- międzywęzłowe.

Roztwory stałe wtórne:

- różnowęzłowe,
- międzywęzłowe.

Roztwory stałe podstawowe

Roztwór stały
różnowęzłowyRoztwór stały
międzywęzłowy

-  Atom składnika podstawowego
-  Atom składnika rozpuszczonego w położeniu międzywęzłowym

Roztwór stały podstawowy różnowęzłowy:

- atomy różnych pierwiastków w węzłach sieci krystalicznej,
- warunki:
 - zbliżone promienie atomowe,
 - jednakowa struktura krystaliczna,
 - zbliżone wartości powinowactwa elektronowego.
- przykłady: Au-Cu, Au-Ag, Cu-Ni, Sb-Bi, Mo-W

Roztwór stały podstawowy międzywęzłowy:

- atomy pierwiastka metalicznego (rozpuszczalnik), takiego jak: Co, Cr, Fe, Mn, Mo, Ni, Pd, Ti, V, W,
- atomy pierwiastków o małych średnicach (B, C, H, N) w lukach rozpuszczalnika,
- ograniczona rozpuszczalność (nie więcej niż 1 % rozpuszczonych składników).

Roztwory stałe wtórne:

Struktury różniące się od struktury składnika podstawowego

Roztwór stały wtórny różnowęzłowy:

- fazy o gęstym wypełnieniu przestrzeni - MgCu_2 , MgZn_2 , TiCr_2 ,
- fazy elektronowe - CuZn , Cu_3Al , FeAl ,
- fazy o wiązaniach metaliczno-jonowych lub metaliczno-kowalencyjnych,

Roztwór stały wtórny międzywęzłowy:

Udział składników dodatkowych (X) porównywalny z udziałem składnika podstawowego (M):

M : Co, Cr, Fe, Mn, Mo, Ni, Pd, Ti, V, W.

X : B, C, H, N.

- fazy międzywęzłowe proste - $r_X/r_M \leq 0,59$,
- fazy międzywęzłowe złożone - $r_X/r_M > 0,59$.

Defekty struktur krystalicznych

Struktura ciał krystalicznych rzeczywistych jest odległa od idealnej.

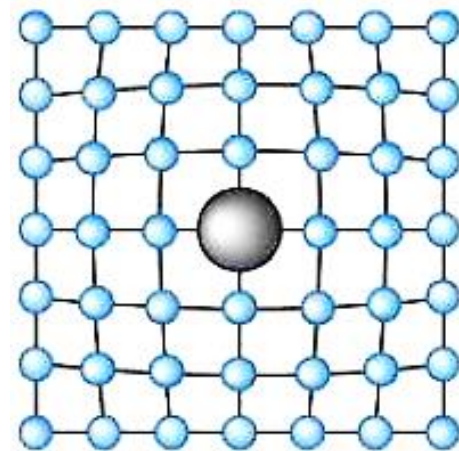
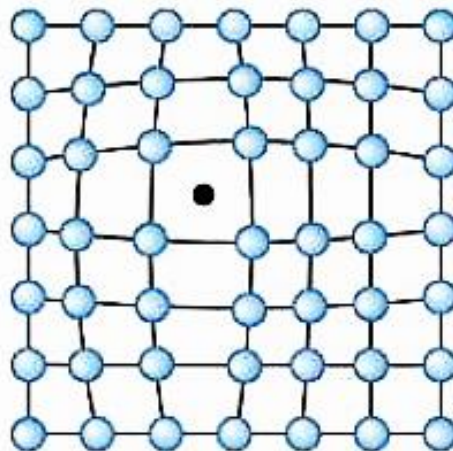
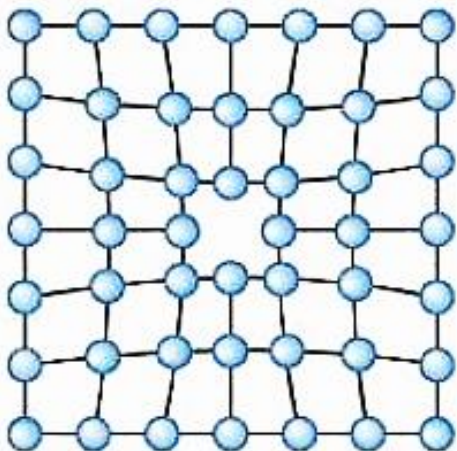
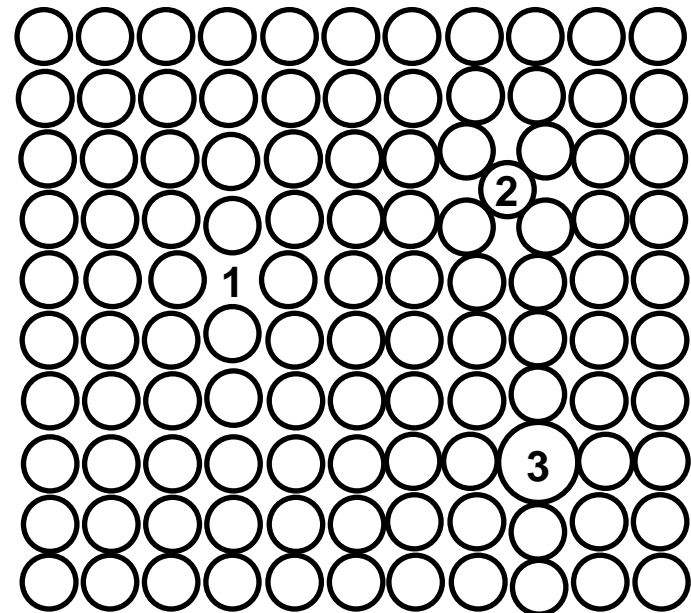
Typy defektów:

- punktowe,
- liniowe,
- powierzchniowe (objętościowe).

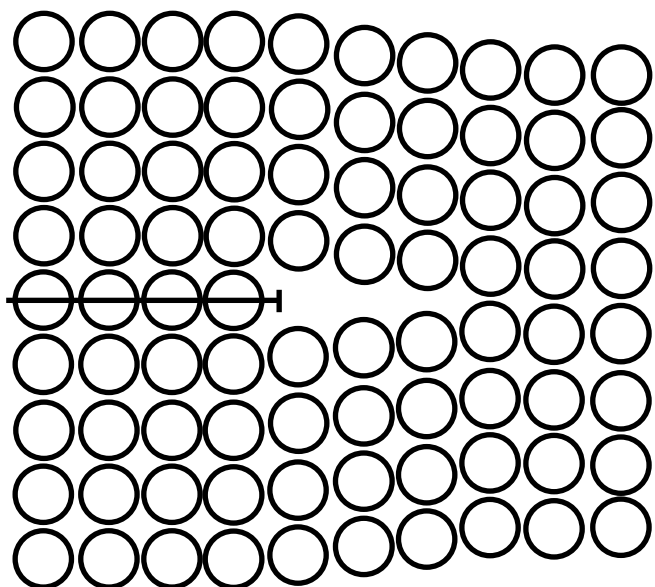
Defekty punktowe

Defekty punktowe sieci krystalicznej:

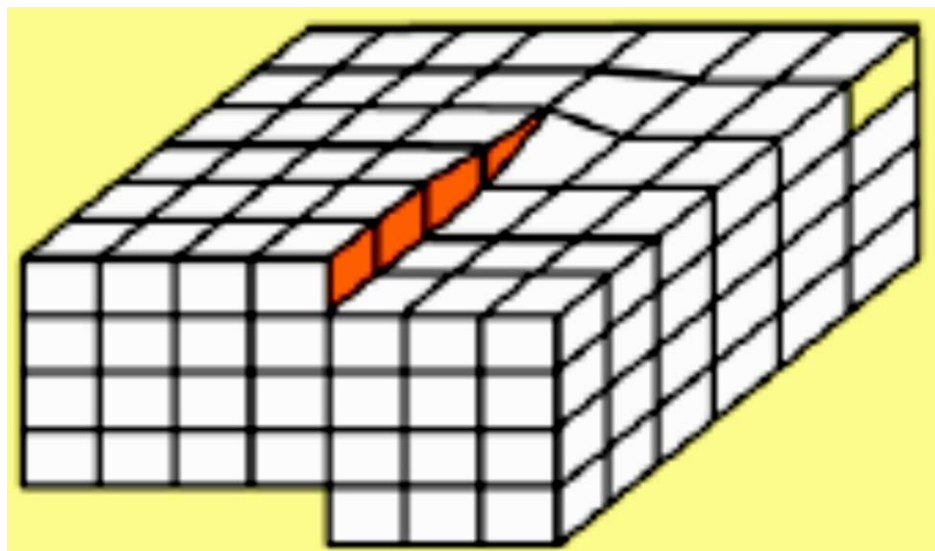
- 1 - wakans,
- 2 - atom w luce międzywęzłowej,
- 3 - atom domieszki.



Defekty liniowe

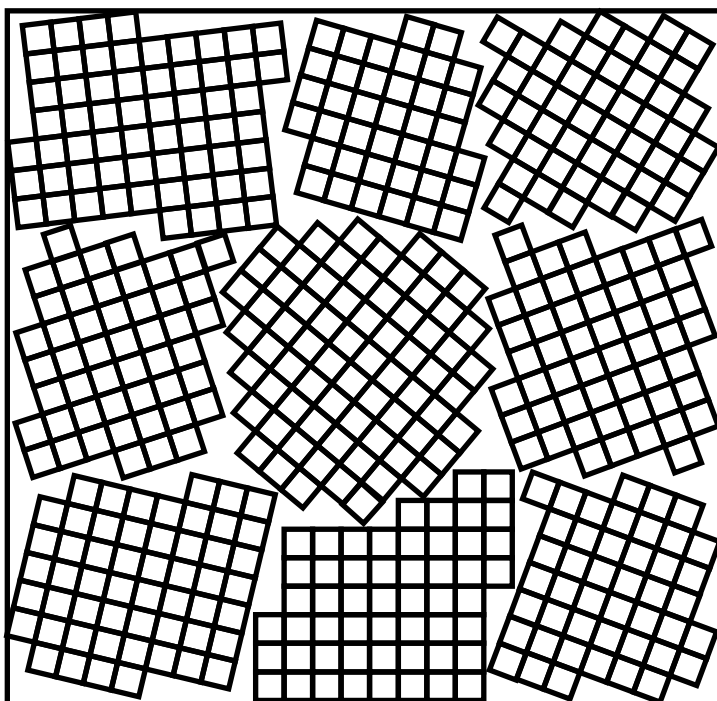


Dyslokacja krawędziowa



Dyslokacja śrubowa

Defekty powierzchniowe (objętościowe)

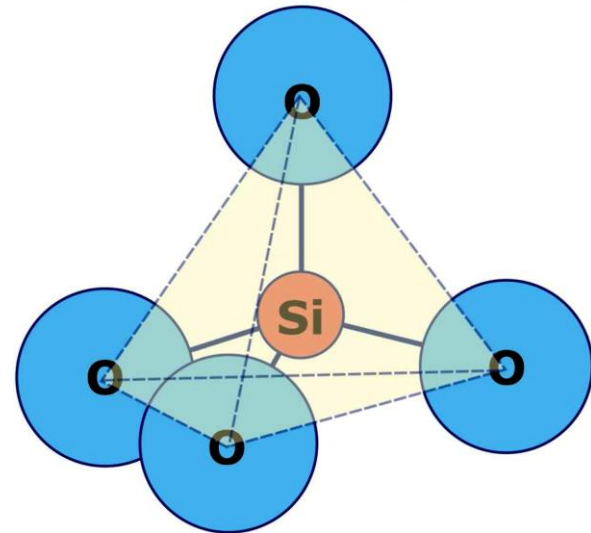
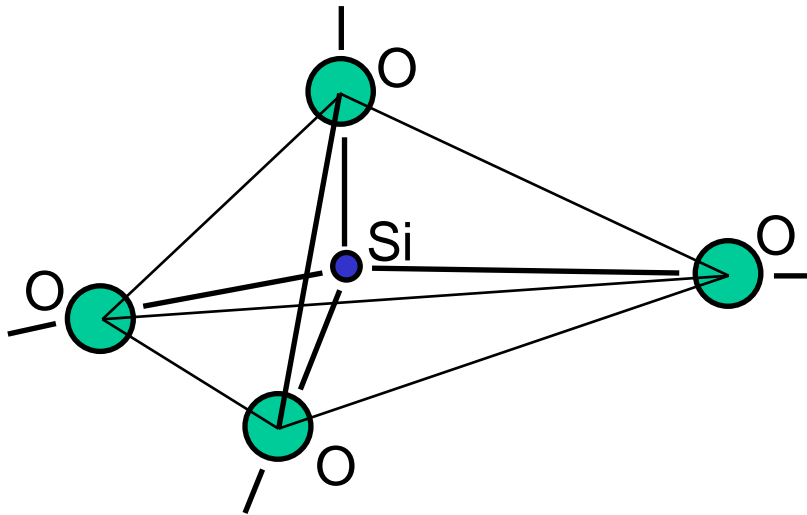


Defekty powierzchniowe
jako skutek ziarnistej
budowy kryształów

Struktury ceramiki i szkieł

Ceramika

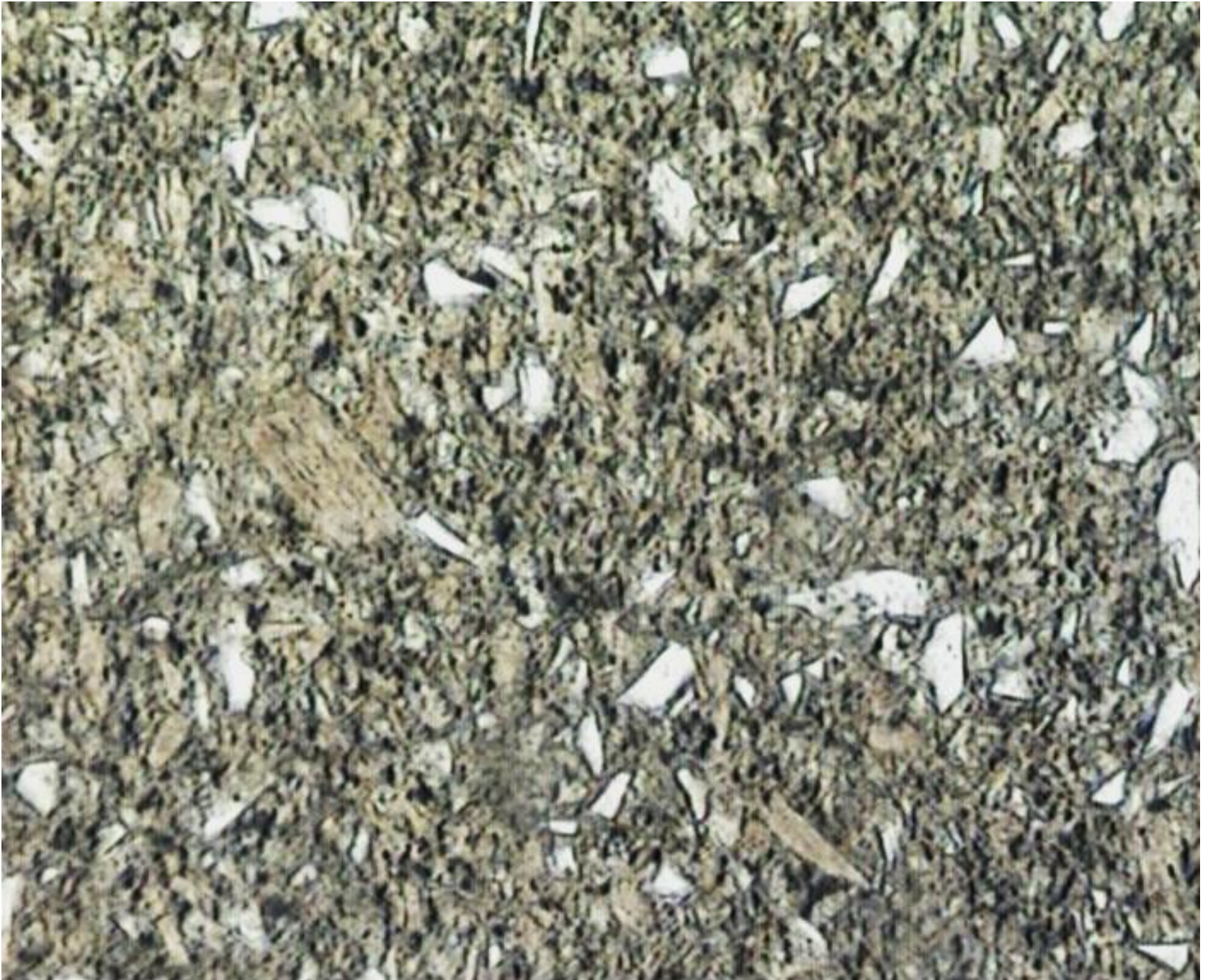
- kompleksy: $(\text{SiO}_4)^{4-}$ i $(\text{AlO}_4)^{5-}$ oparte na: SiO_2 i Al_2O_3
- tlenki: K_2O , MgO , BaO



Szkic rozkładu przestrzennego elementów kompleksu $(\text{SiO}_4)^{4-}$

Porcelana elektrotechniczna składa się z:

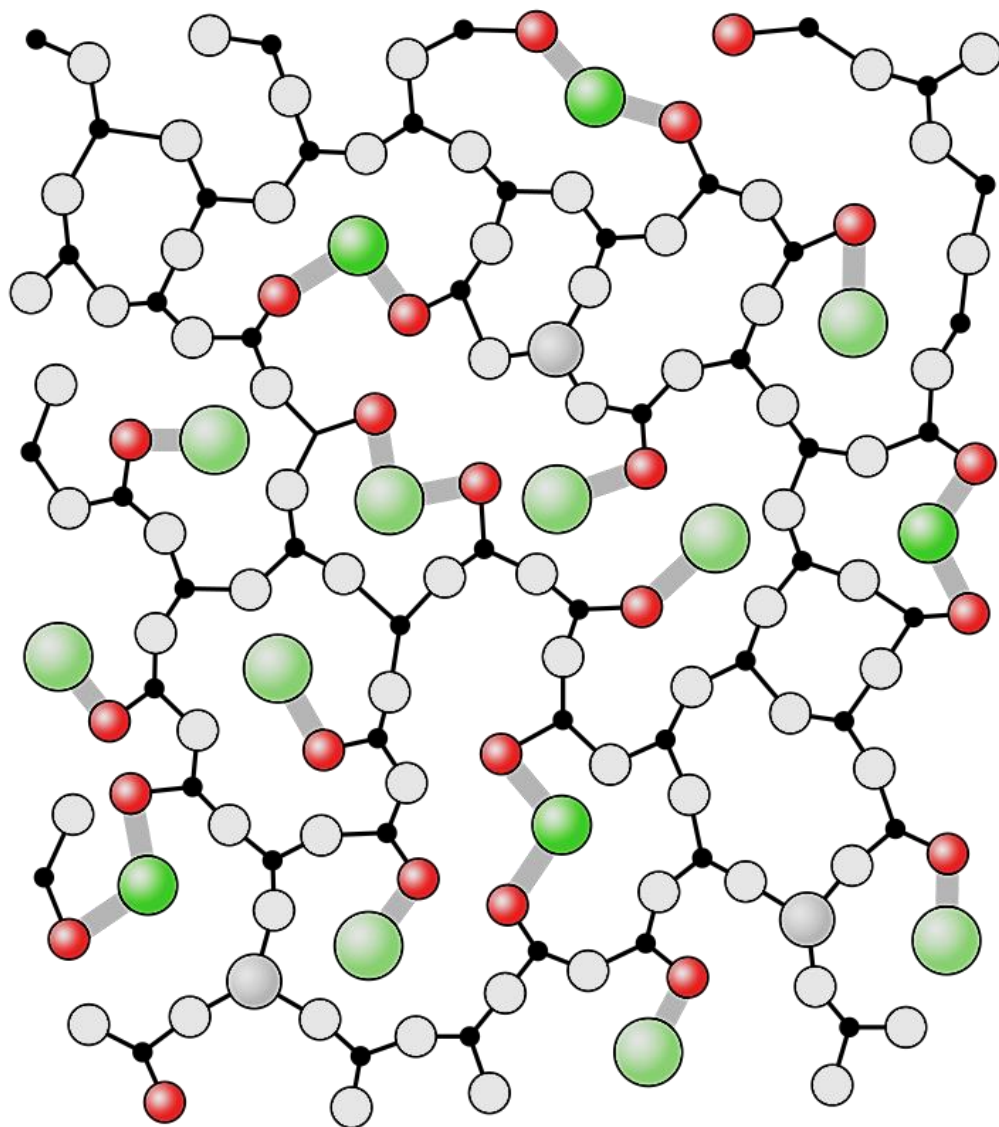
- **kwarcu** - tlenek krzemu SiO_2 , krystalizujący w układzie heksagonalny lub trygonalnym,
- **mulitu** $\text{Al}_6\text{Si}_2\text{O}_{13}$ - krystalizujący w układzie rombowym,
- **silimanitu** - polimorficzna modyfikacja krzemianu glinu Al_2SiO_5 , krystalizującego w układzie rombowym, w postaci włóknistych lub igiełkowych skupisk.



Szlif próbki porcelany elektrotechnicznej - jaśniejsze pola to ziarna kwarcu, brązowo-szare pola to pseudomorfozy z mikrokryształami mulitu i sillimanitu

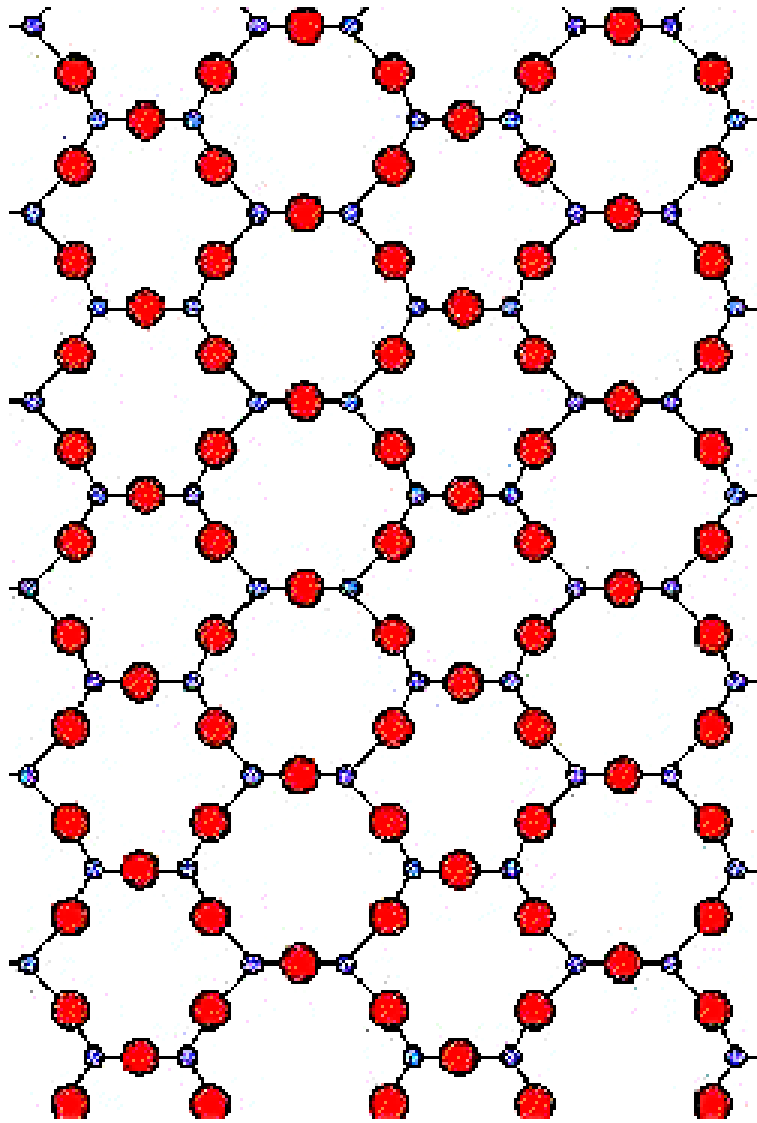
Szkła

- składniki szklotwórcze: SiO_2 , B_2O_3 , GeO_2 , Al_2O_3
kompleksy: $(\text{SiO}_4)^{4-}$, $(\text{BO}_3)^{3-}$, $(\text{GeO}_4)^{4-}$, $(\text{AlO}_4)^{5-}$
- składniki modyfikujące: Na_2O , K_2O , PbO , CaO

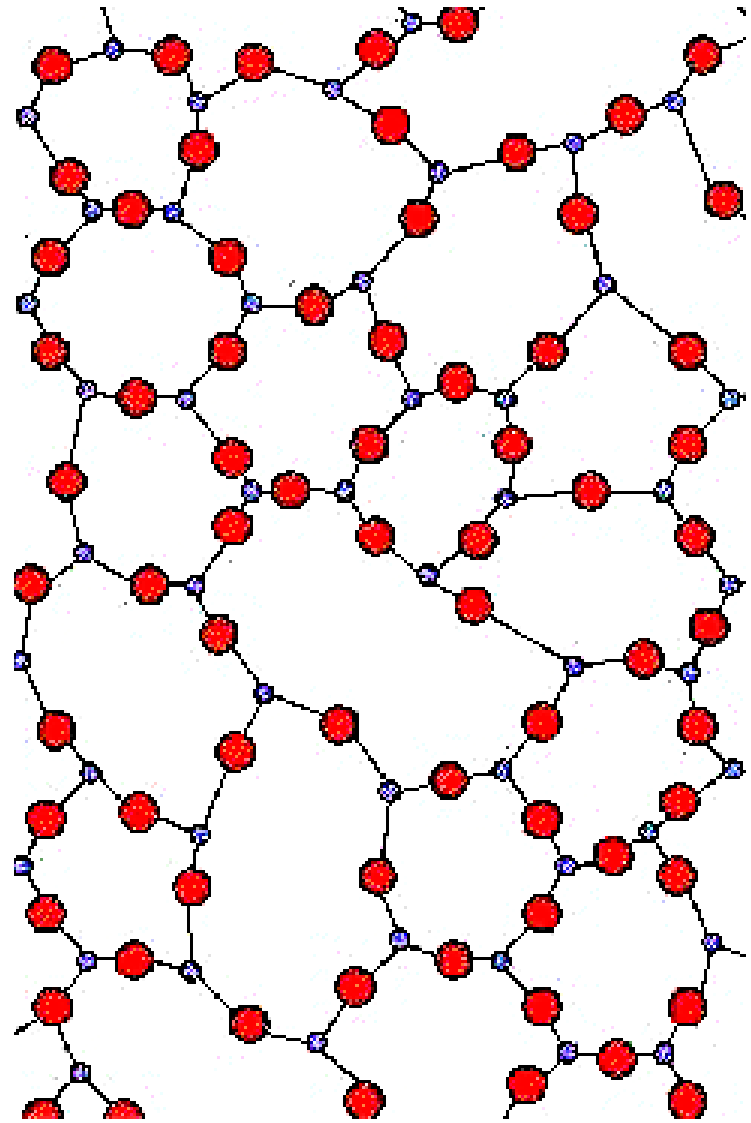


Szkło sodowo-wapniowe
stanowi około 90%
produkowanego szkła





SiO₂ krystaliczny (kwarc)



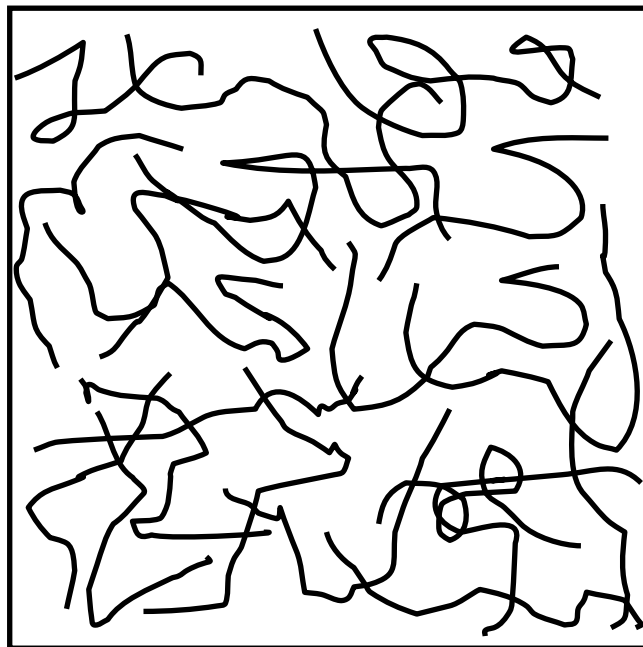
SiO₂ amorficzny (krzemionka)

Struktury dwutlenku krzemu

Struktury materiałów organicznych

Podstawowe własności:

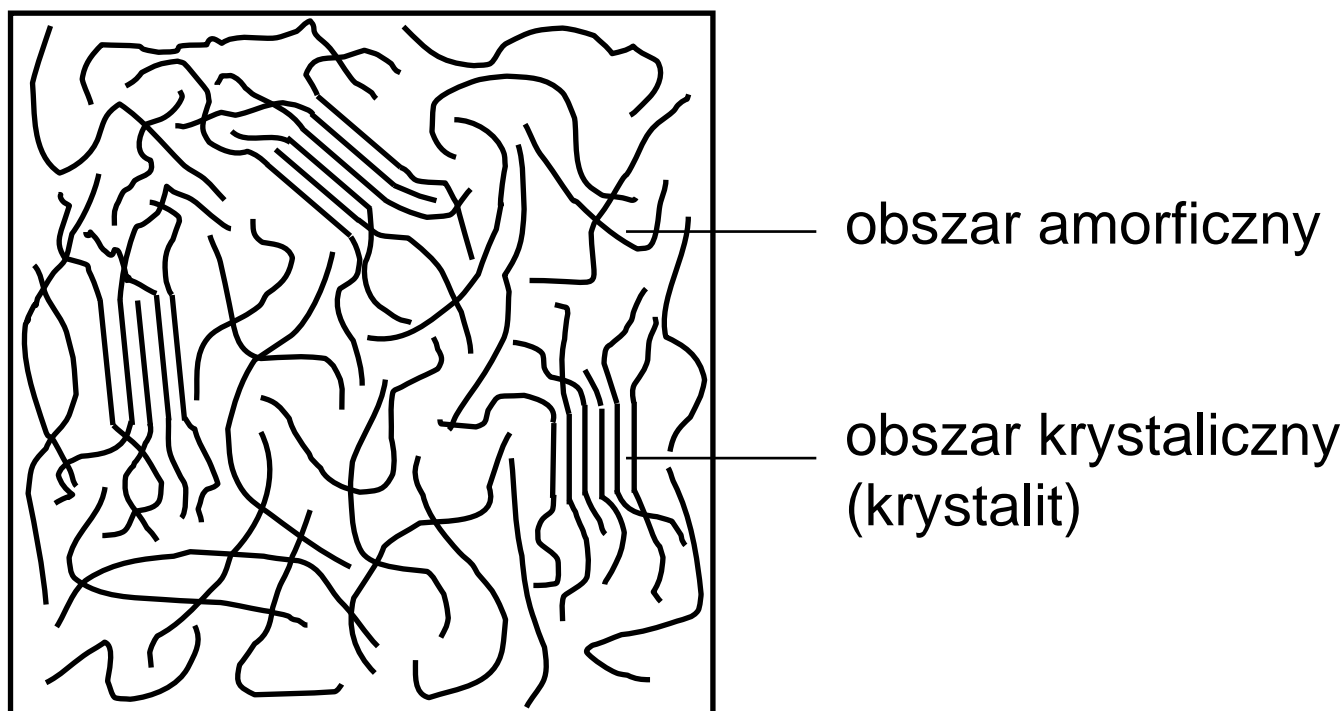
- wielkocząsteczkowe materiały organiczne,
- stosowanie głównie jako materiały izolacyjne,
- nie wykazują uporządkowania przestrzennego dalekiego zasięgu,
- 100...10000 monomerów w łańcuchu z dołączonymi bocznie atomami wodoru, grupami atomów lub pierścieniami węglowymi.



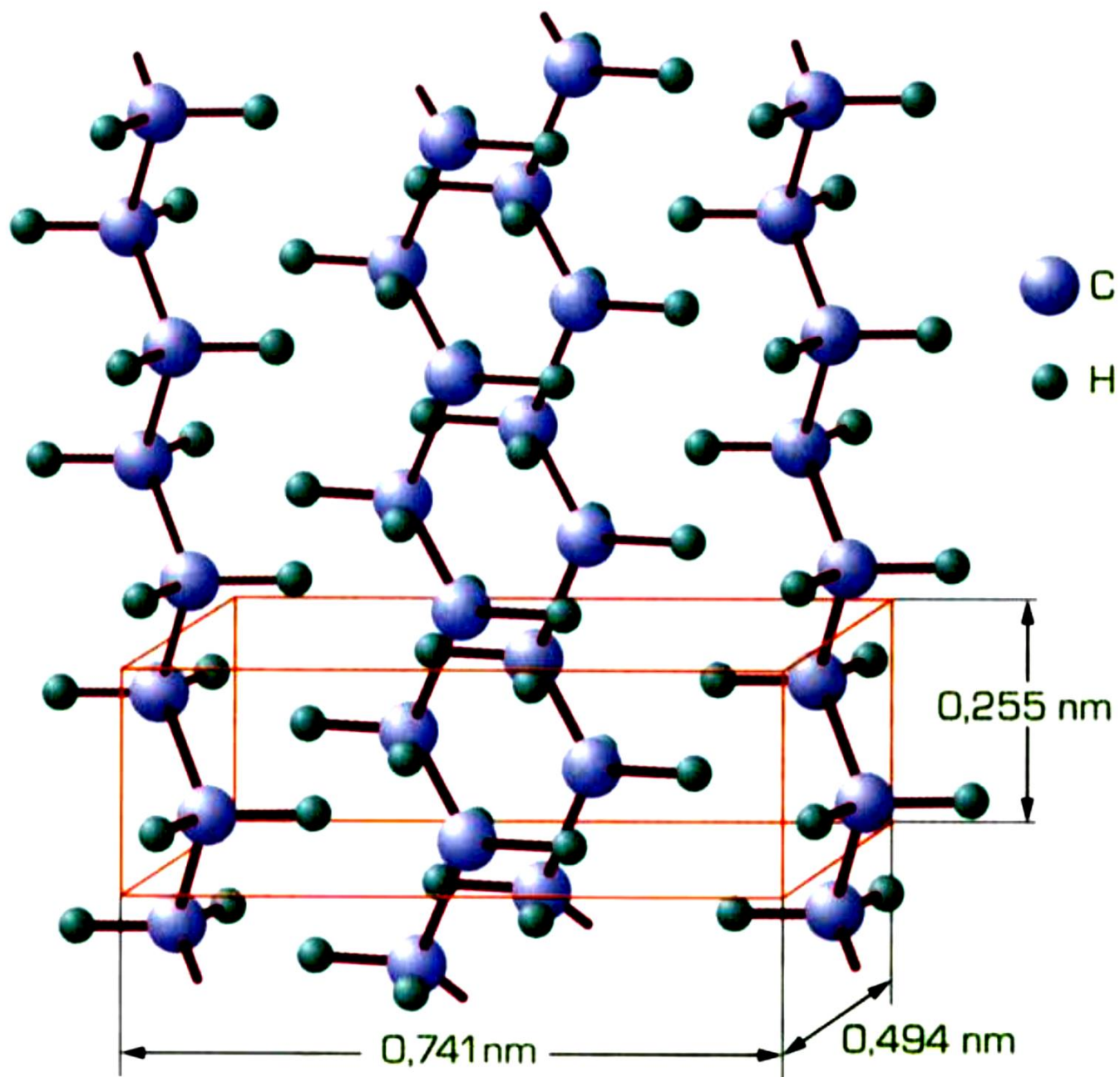
Szkic przekroju próbki polimeru organicznego z zaznaczeniem położenia wybranych makrocząsteczek

Struktura mikrokrystaliczna:

- utworzona w określonych warunkach ciśnienia i temperatury z zastosowaniem specjalnej procedury,
- charakteryzują się uporządkowanym ułożeniem makrocząsteczek w małych przestrzeniach wewnątrz materiału.



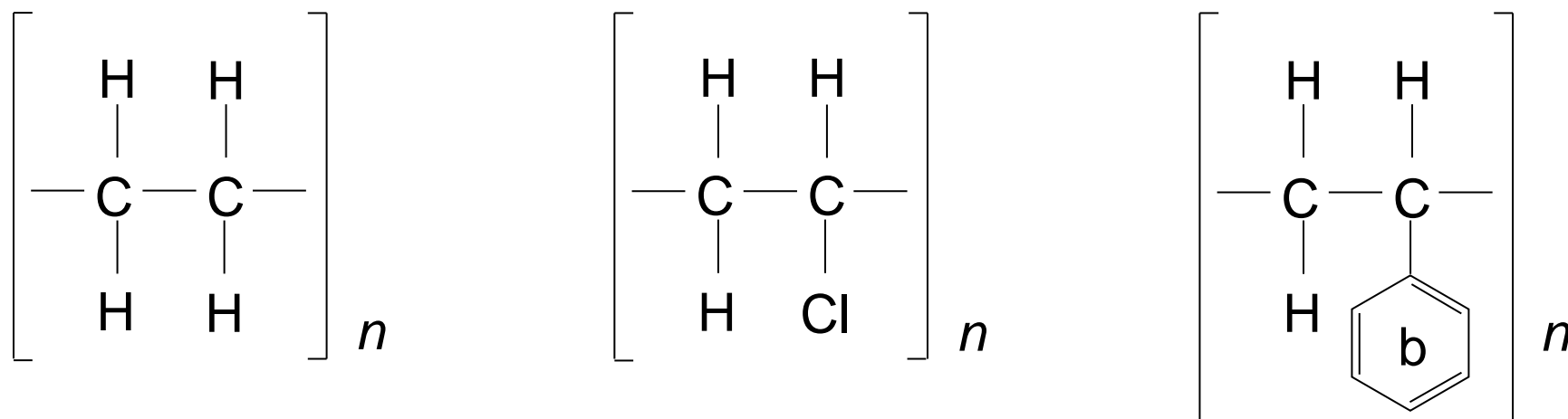
Szkic przekroju próbki polimeru organicznego z widocznymi obszarami mikrokrystalicznymi



Struktura krystaliczna polietylenu

Własności polimerów organicznych

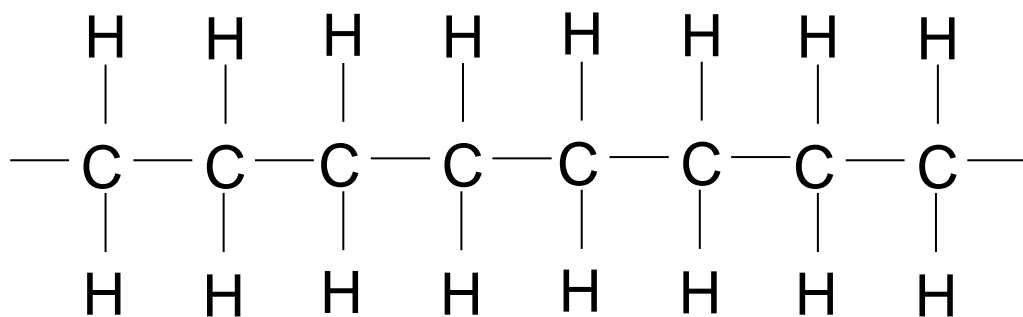
Wpływ składu i budowy makrocząsteczek na własności polimerów:



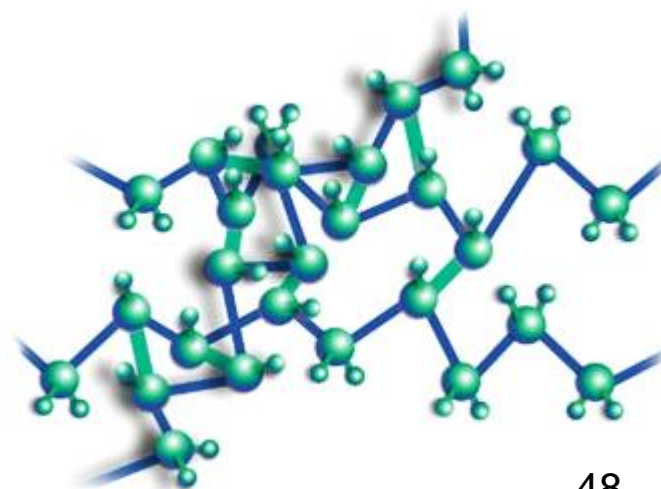
Wzory strukturalne monomerów (od lewej): polietylenu, polichlorku winylu i polistyrenu; b – benzen; $n = 100 \dots 10000$

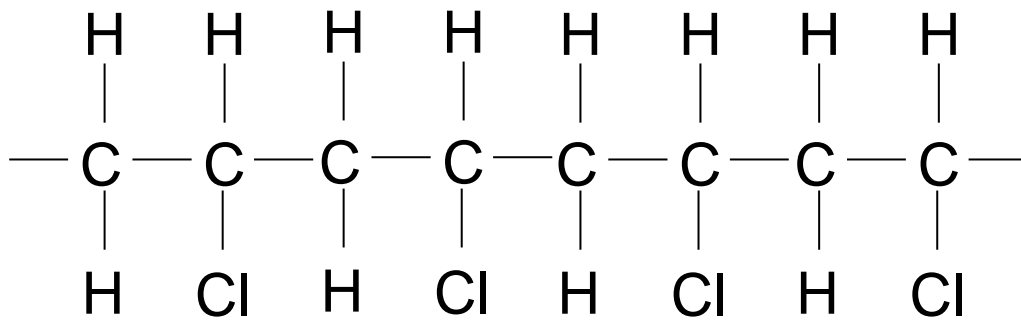
Wiązania między makrocząsteczkami:

- wiązania międzycząsteczkowe,
- wiązania międzyatomowe (usieciowanie).

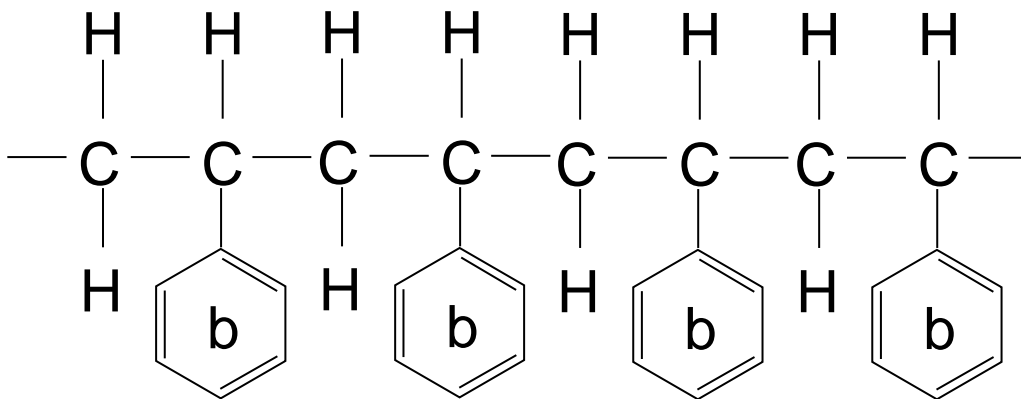
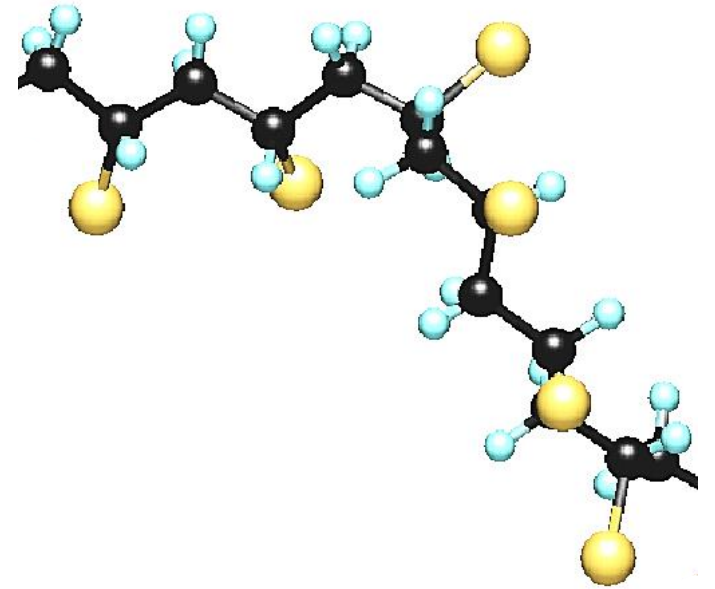


Polietylen

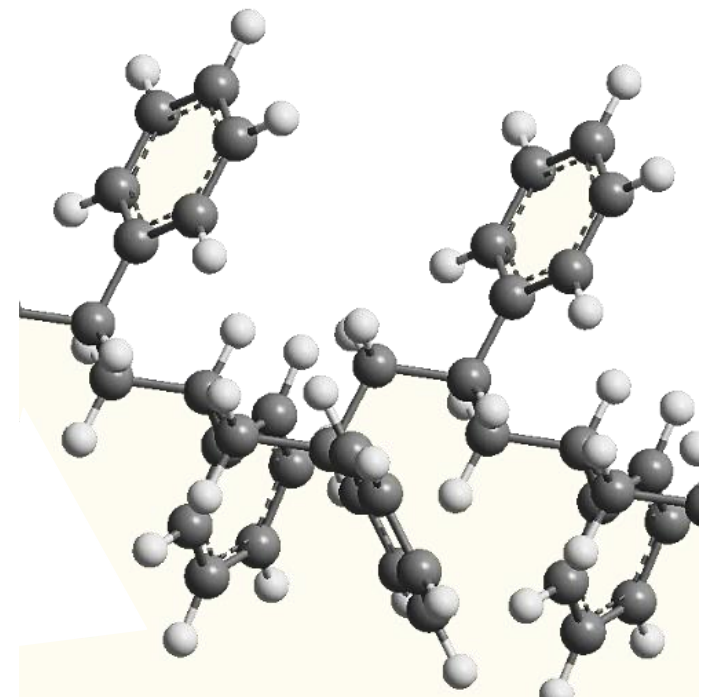




Polichlorek winylu



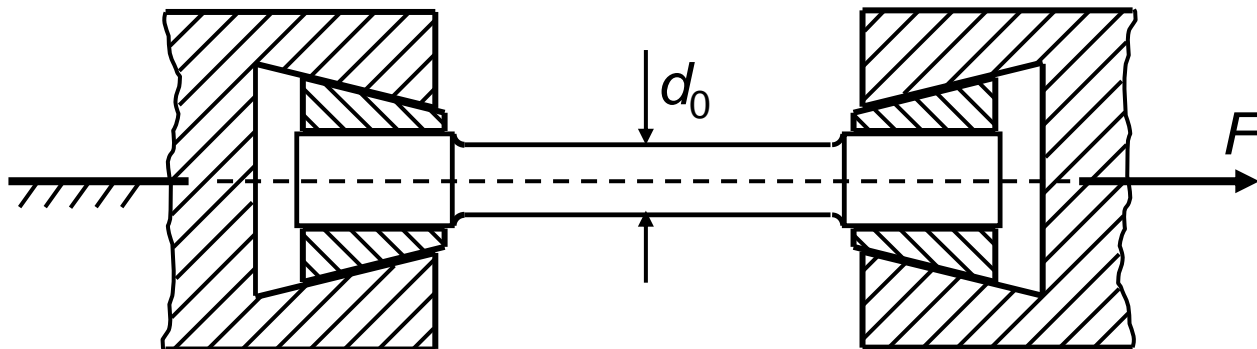
Polistyren



Własności mechaniczne materiałów

- funkcje konstrukcyjne materiałów elektrotechnicznych,
- najczęściej występują obciążenia mechaniczne:
 - rozciągające,
 - ściskające,
 - zginające.

Wytrzymałość na rozciąganie



Zamocowanie próbki do badania wytrzymałości na rozciąganie

Wytrzymałości na rozciąganie R_m [MN/m²]:

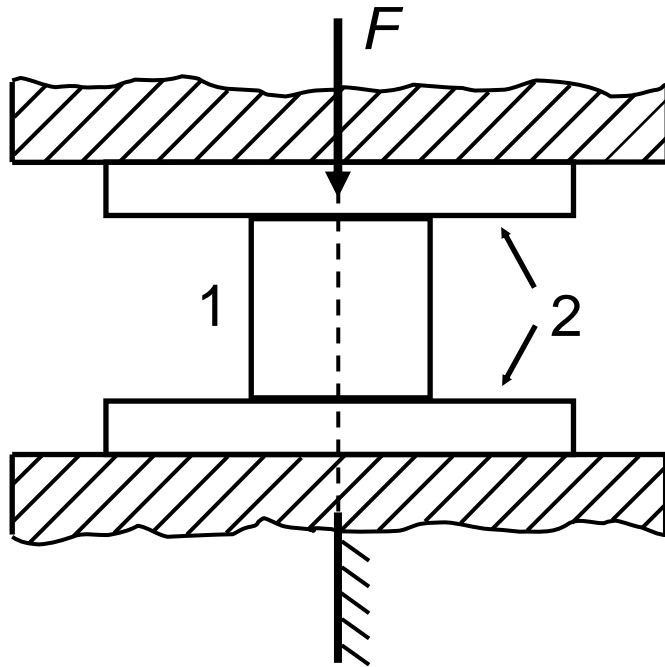
$$R_m = \frac{F_m}{S_0} \quad S_0 = \frac{\pi \cdot d_0^2}{4}$$

F_m – największa wartość siły przed zerwaniem próbki,

S_0 – powierzchnia pierwotnego przekroju poprzecznego próbki,

d_0 – średnica odcinka pomiarowego próbki.

Wytrzymałość na ściskanie



Zamocowanie próbki do badania wytrzymałości na ściskanie:

1 - próbka, 2 - płytki prasy

Wytrzymałości na ściskanie

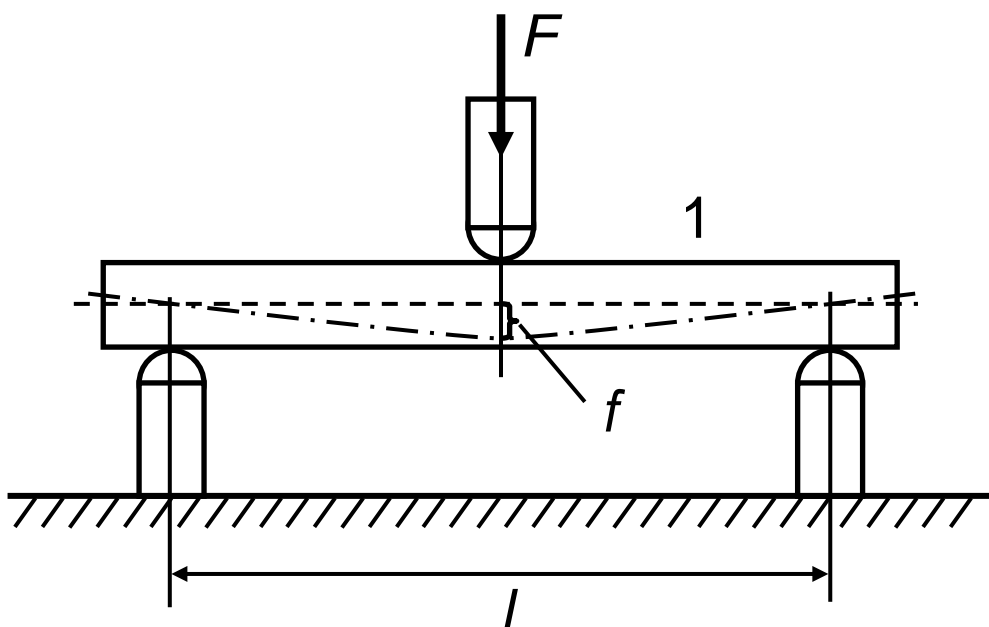
R_s [MN/m²]:

$$R_s = \frac{F_{sm}}{S_0}$$

F_{sm} - największa zarejestrowana wartość siły ściskającej,

S_0 - początkową wartość powierzchni przekroju poprzecznego próbki.

Wytrzymałość na zginanie



Zamocowanie próbki do badania wytrzymałości na zginanie:

1 - próbka,

F - siła zginająca,

f - strzałka ugięcia,

l - odległość między punktami podparcia

Wytrzymałości na zginanie R_g [MN/m²]:

$$R_g = \frac{M_m}{W} \quad M_m = \frac{1}{4} F_m \cdot l$$

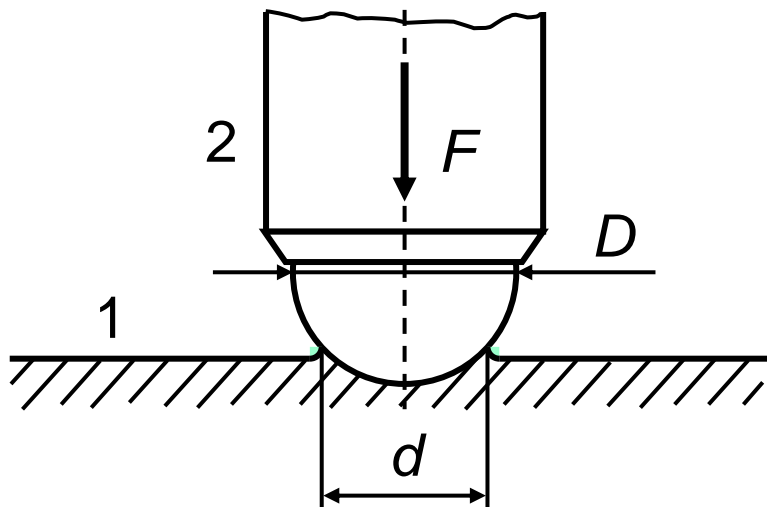
M_m - maksymalny moment gnący,

F_m - maksymalna zarejestrowana siła gnąca,

W - wskaźnik przekroju próbki walcowej o średnicy d :

$$W \cong 0,1 \cdot d^3$$

Twardość materiałów



Badanie twardości metodą Brinnella:

1 - próbka,

2 - wgłębnik.

Twardość w metodzie Brinella HB :

$$HB = \frac{2F}{\pi \cdot D [D - \sqrt{D^2 - d^2}]}$$

D - średnica wgłębnika,

d - średnica wgłębienia.

Własności cieplne materiałów

Rozszerzalność cieplna

Współczynnik względnej rozszerzalności liniowej α_L :

$$\alpha_L = \frac{1}{l_0} \left(\frac{\Delta l}{\Delta T} \right)_p$$

Współczynnik względnej rozszerzalności objętościowej β :

$$\beta = \frac{1}{V_0} \left(\frac{\Delta V}{\Delta T} \right)_p$$

l_0 - początkowa długość próbki w temperaturze 0°C,

V_0 - początkowa objętość próbki w temperaturze 0°C,

Δl - zmiana długości próbki,

ΔV - zmiana objętości próbki,

ΔT - zmiana temperatury próbki,

p - określone stałe ciśnienie.

Przewodność cieplna

Ilość ciepła Q przepływająca w jednostce czasu przez próbkę:

$$Q = \lambda \cdot S \frac{\Delta T}{l} \quad [\text{J} \cdot \text{s}^{-1}]$$

λ - współczynnik przewodności cieplnej materiału próbki

$1 [\text{J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}]$,

S - przekrój poprzeczny próbki,

ΔT - różnica temperatur między końcami próbki,

l - długość próbki.