

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 = roztwór stały

rodzaj roztworu stałego zależy od:

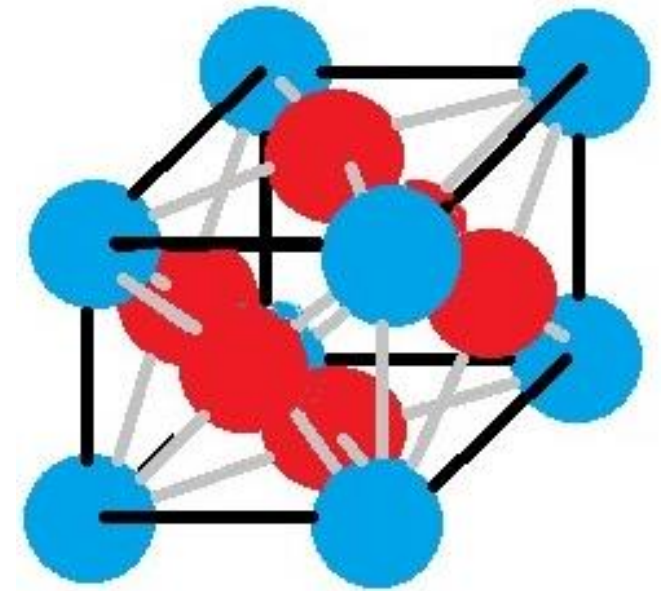
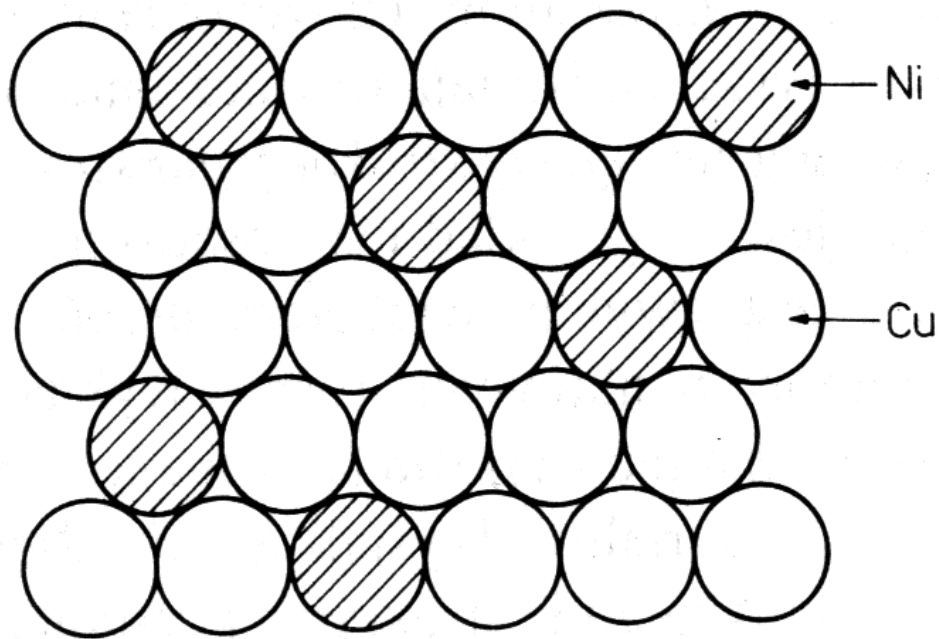
- wielkości atomów
- struktury krystalicznej
- powinowactwa elektronowego
- wartościowości pierwiastków

Rodzaje roztworów stałych:

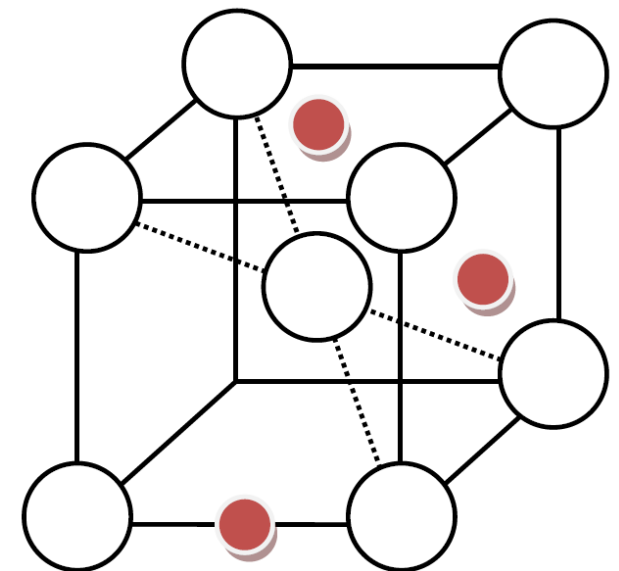
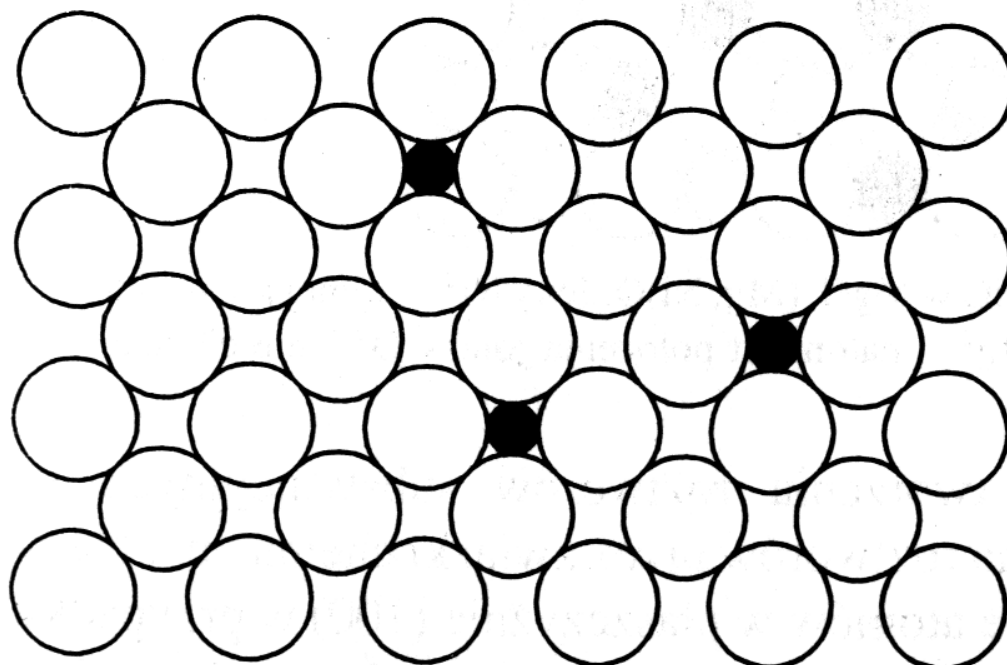
- roztwory stałe **podstawowe**
- roztwory stałe **wtórne**

Roztwory stałe podstawowe:

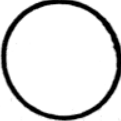

- różnowęzłowe
- międzywęzłowe



Roztwór stały
różnowęzłowy



Roztwór 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)
Co, Cr, Fe, Mn, Mo, Ni, Pd, Ti, V, W
- atomy pierwiastków o małych średnicach (B, C, H, N)
w lukach rozpuszczalnika
- ograniczona rozpuszczalność

Roztwory stałe wtórne:

- różnowęzłowe
- międzywęzłowe

Struktury różniące się od struktury składnika podstawowego

roztwór stały wtórny różnowęzłowy:

- fazy o gęstym wypełnieniu przestrzeni - MgCu_2 , MgZn_2 , TiCr_2
- fazy elektronowe - 21/14, 21/13, 21/12 - CuZn , Cu_3Al , FeAl
- fazy o wiązaniach metaliczno-jonowych lub metaliczno-kowalencyjnych

roztwór stały wtórny międzywęzłowy:

udział składników dodatkowych porównywalny z udziałem składnika podstawowego

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 - $r_X/r_M > 0,59$

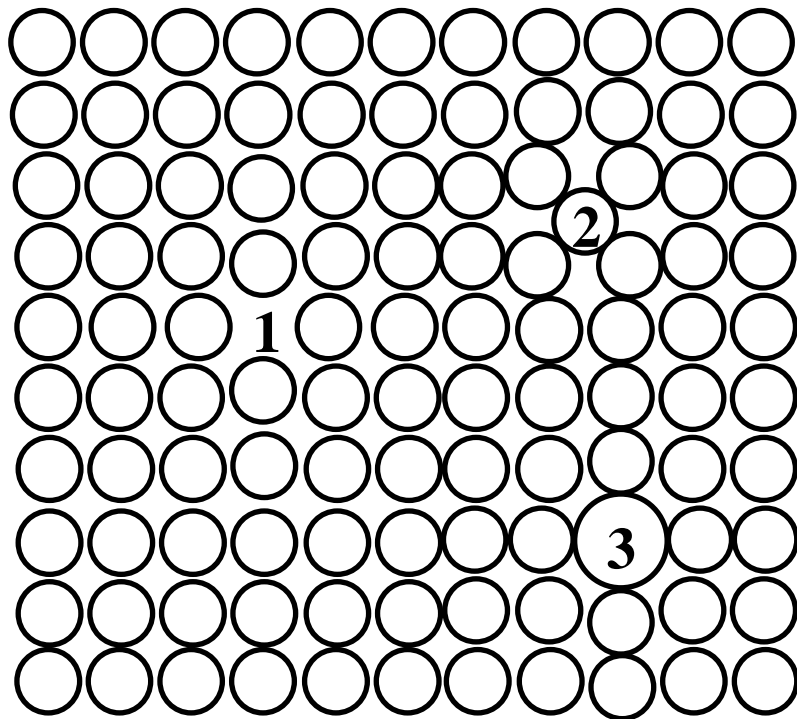
Defekty struktur krystalicznych

struktura ciał krystalicznych rzeczywistych jest odległa od idealnej

rodzaje defektów:

- punktowe
- liniowe
- powierzchniowe (objętościowe)

Defekty punktowe

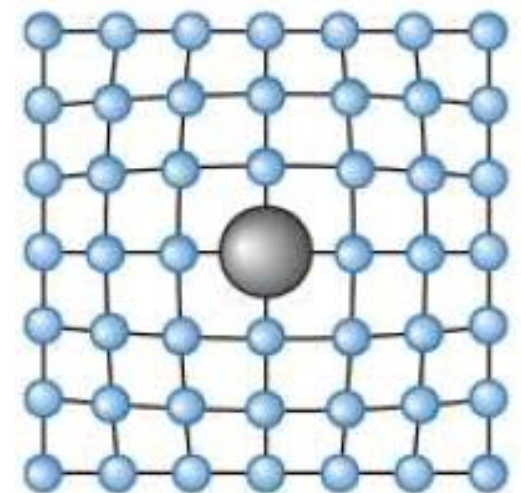
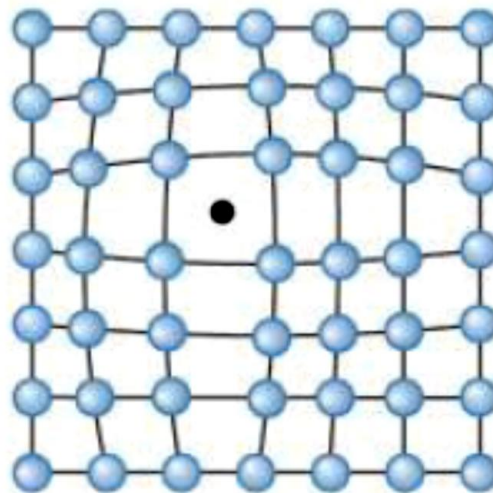
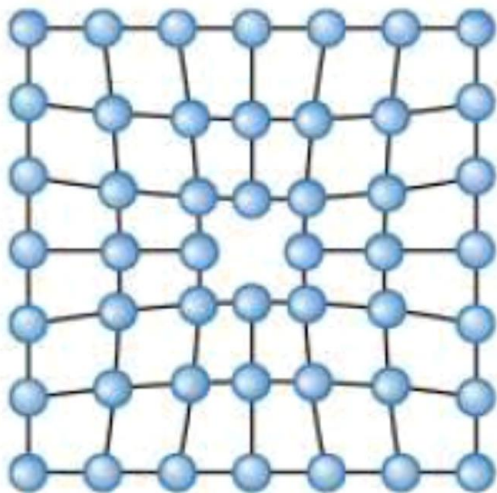


Defekty punktowe sieci krystalicznej:

1 – wakans

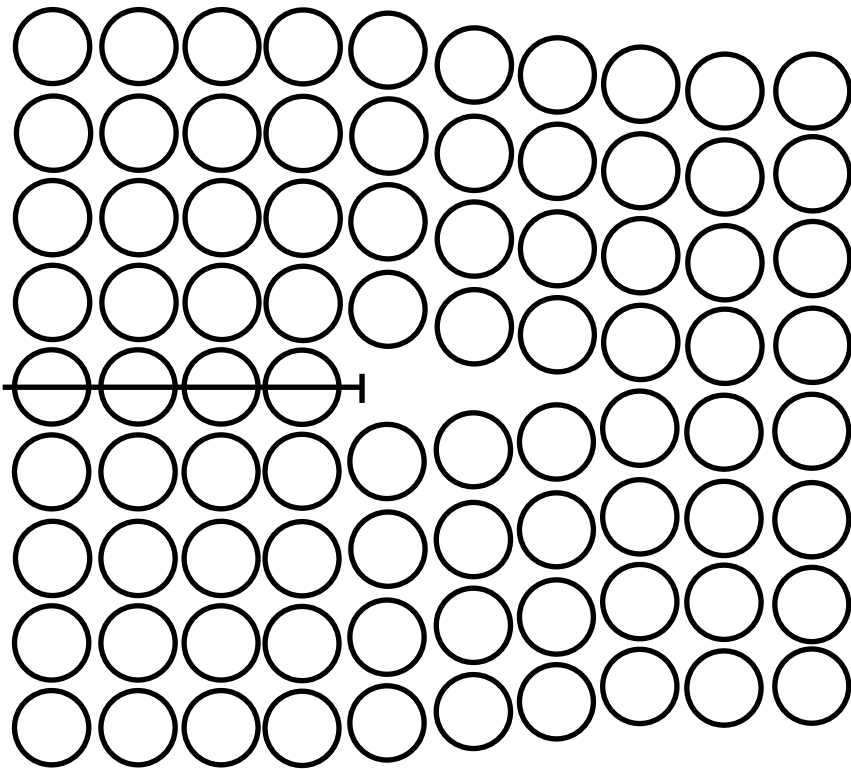
2 – atom w luce międzywęzłowej

3 – atom domieszki

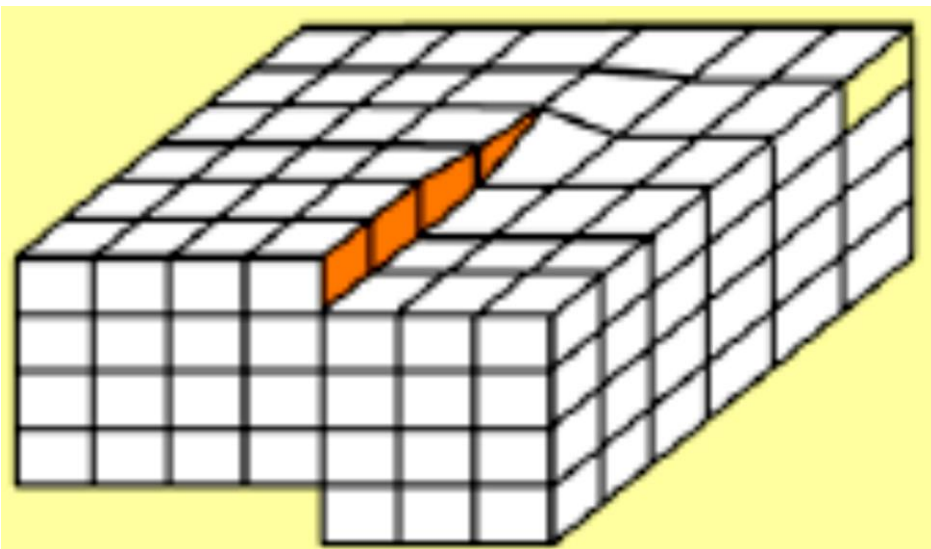


Defekty liniowe

- dyslokacje krawędziowe
- dyslokacje śrubowe

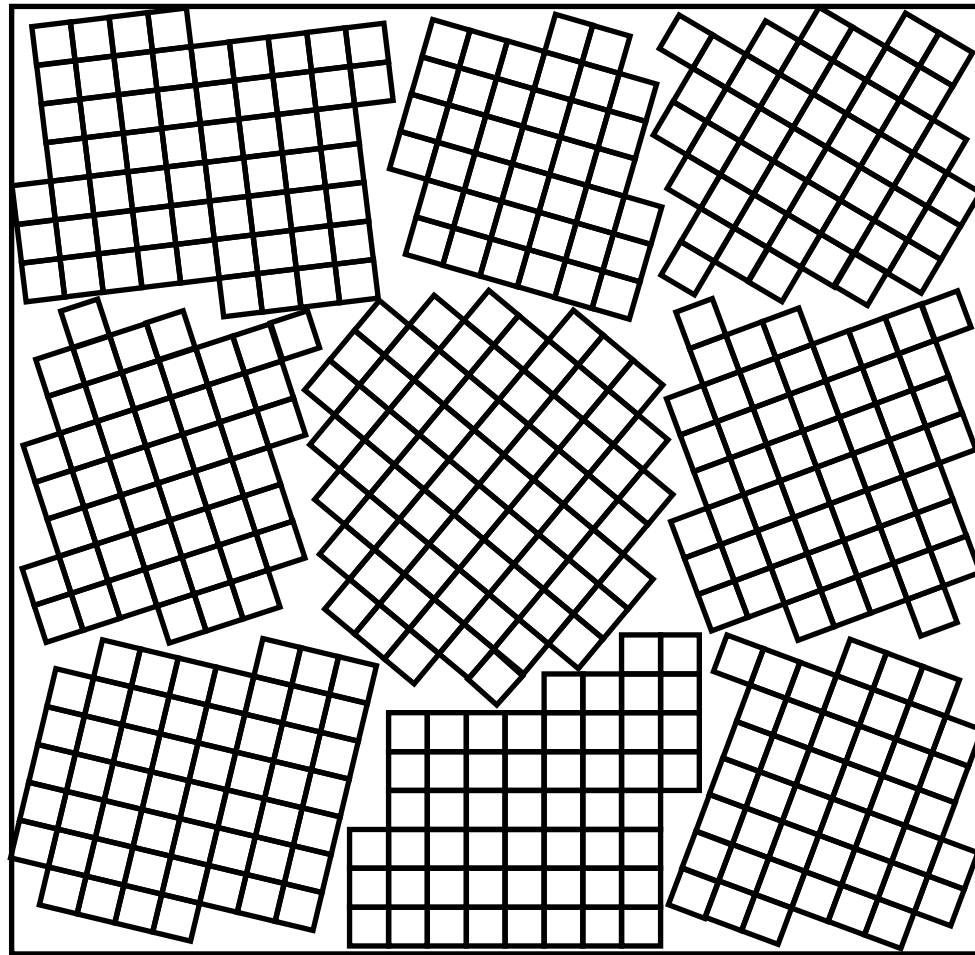


Zniekształcenie sieci krystalicznej przez dyslokację krawędziową



Zniekształcenie sieci krystalicznej przez dyslokację śrubową

Defekty powierzchniowe

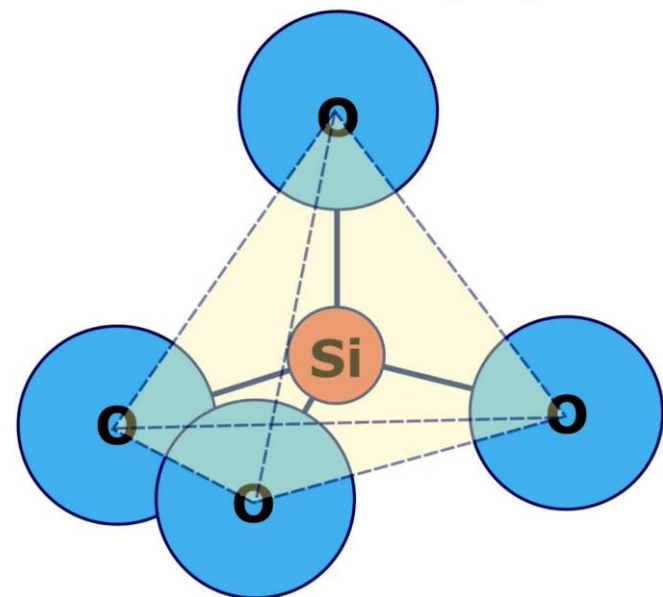
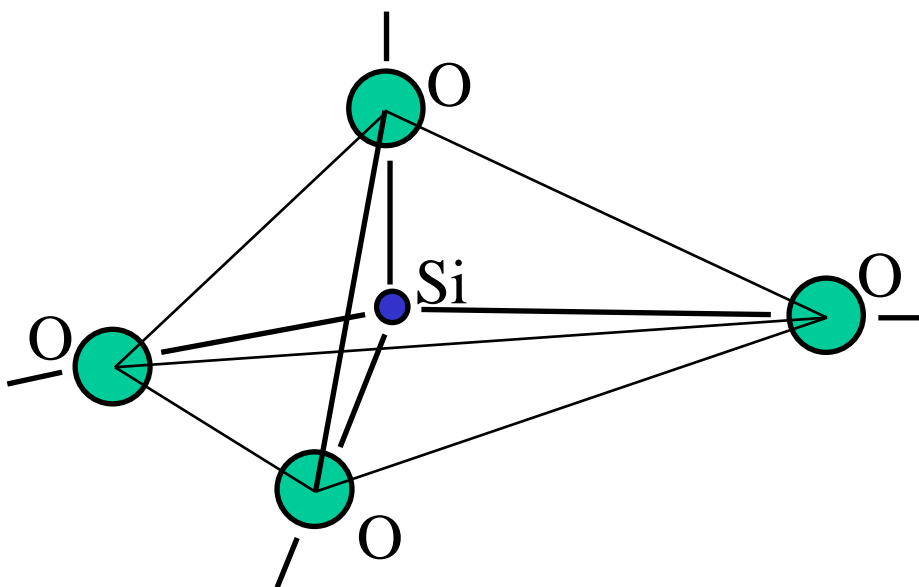


Defekty powierzchniowe jako skutek
ziarnistej budowy kryształów

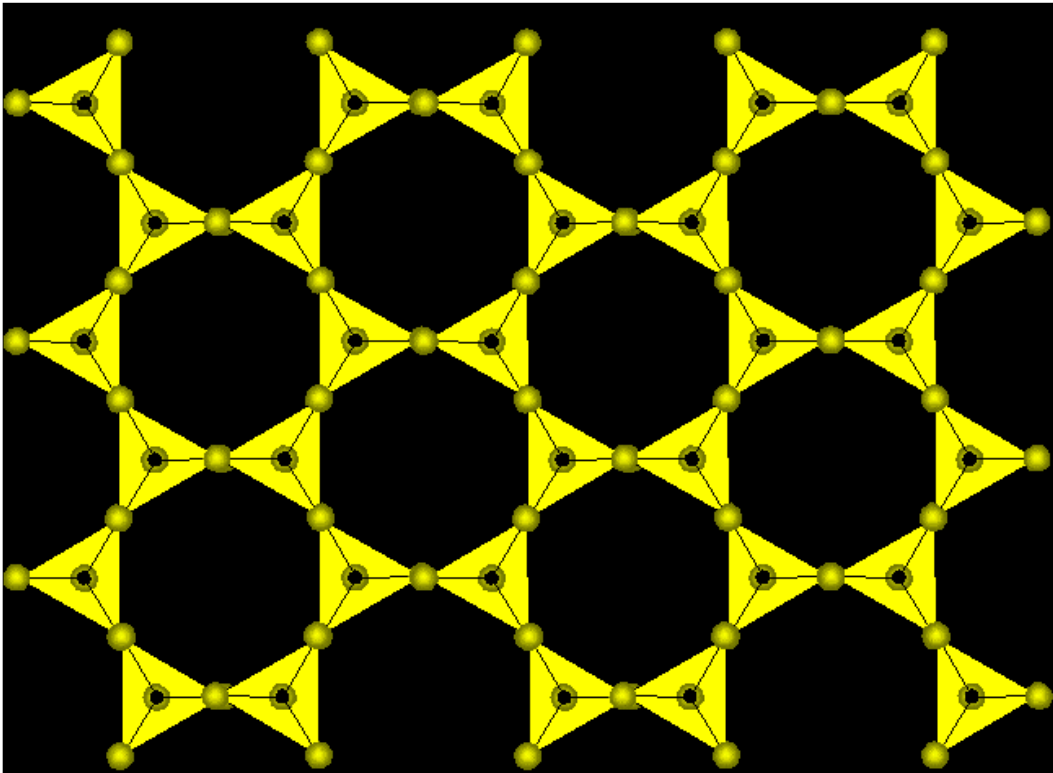
Struktury materiałów ceramicznych i szkieł

materiały ceramiczne

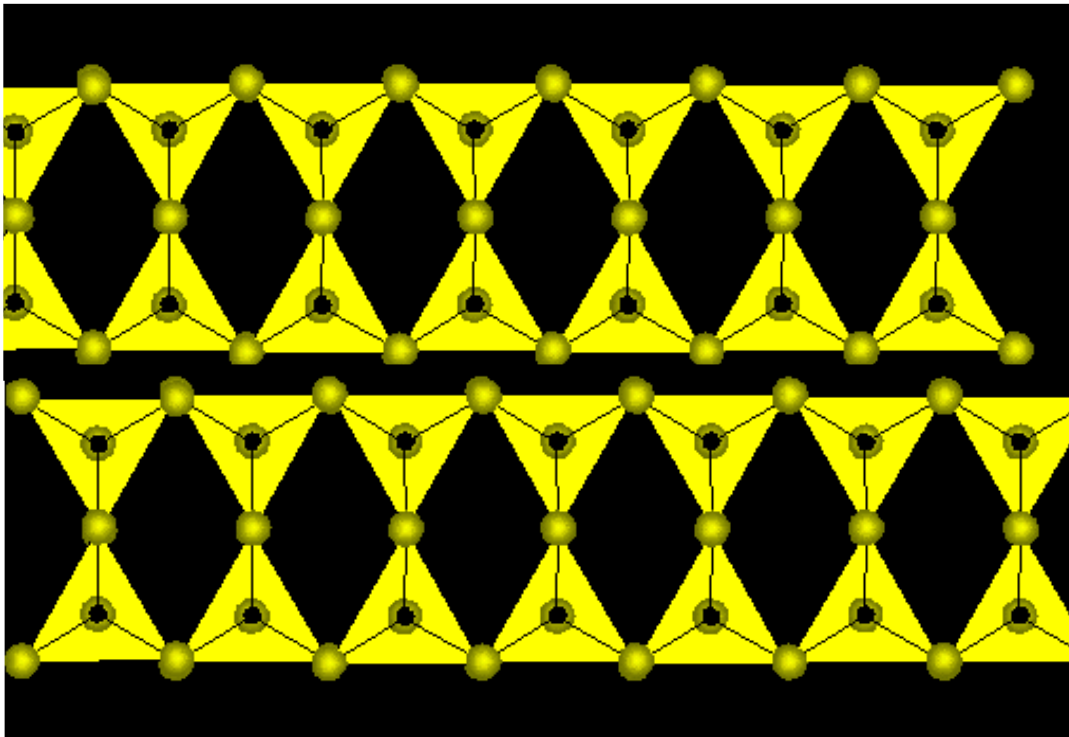
- kompleksy: $(\text{SiO}_4)^{4-}$ i $(\text{AlO}_4)^{5-}$ na bazie: SiO_2 i Al_2O_3
- tlenki: K_2O , MgO , BaO



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



Warstwa kompleksów
 $(\text{SiO}_4)^{4-}$



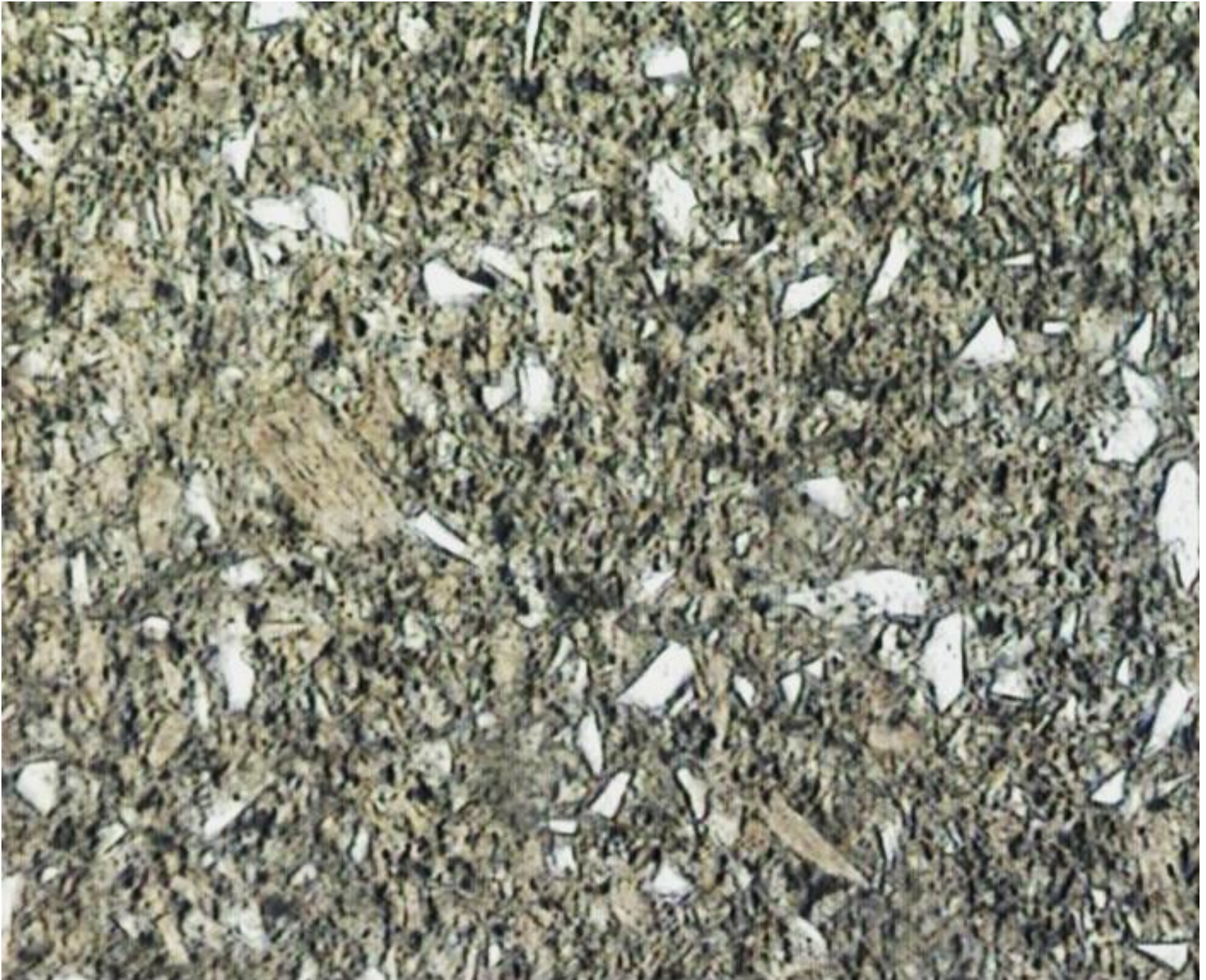
Dwuwarstwy
kompleksów
 $(\text{SiO}_4)^{4-}$

Porcelana elektrotechniczna

kwarc - dwutlenek krzemu, krystalizujący w układzie heksagonalnym lub trygonalnym

mulit $\text{Al}_6\text{Si}_2\text{O}_{13}$ - krystalizuje w układzie rombowym

sillimanit - modyfikacja polimorficzna krzemianu glinu, krystalizuje w układzie rombowym, w formie włóknistych lub igiełkowych skupień



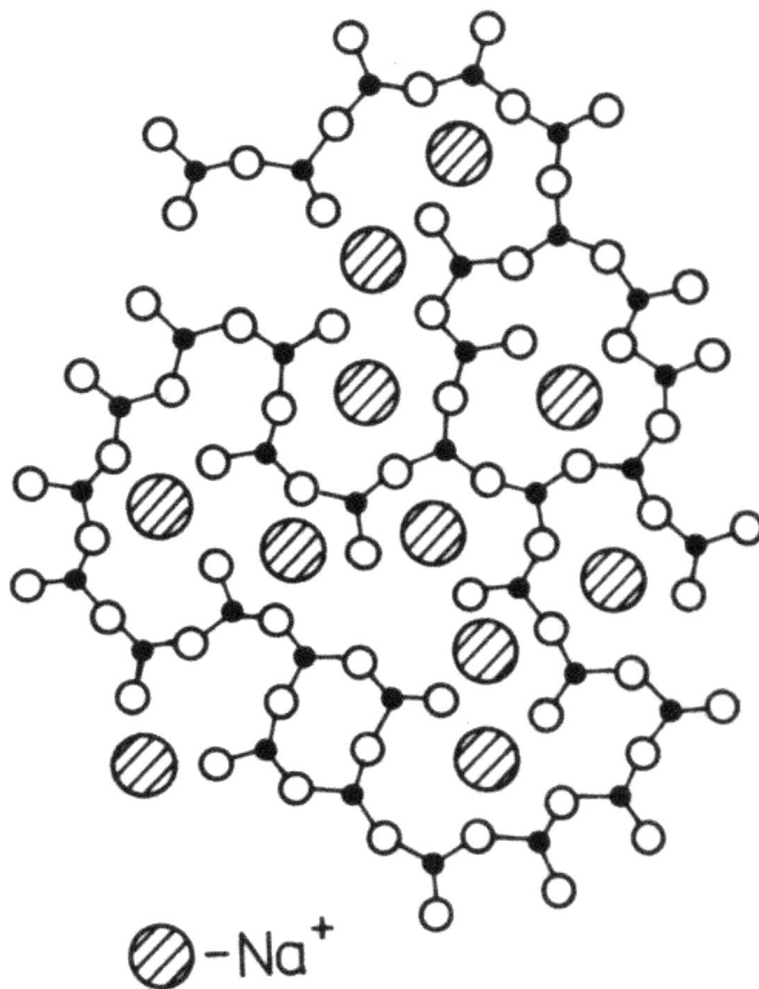
Szlif próbki porcelany elektrotechnicznej – jaśniejsze pola to ziarna kwarcu, brązowo-szare pola to pseudomorfozy z mikrokryształami mulitu i sillimanitu

szkła

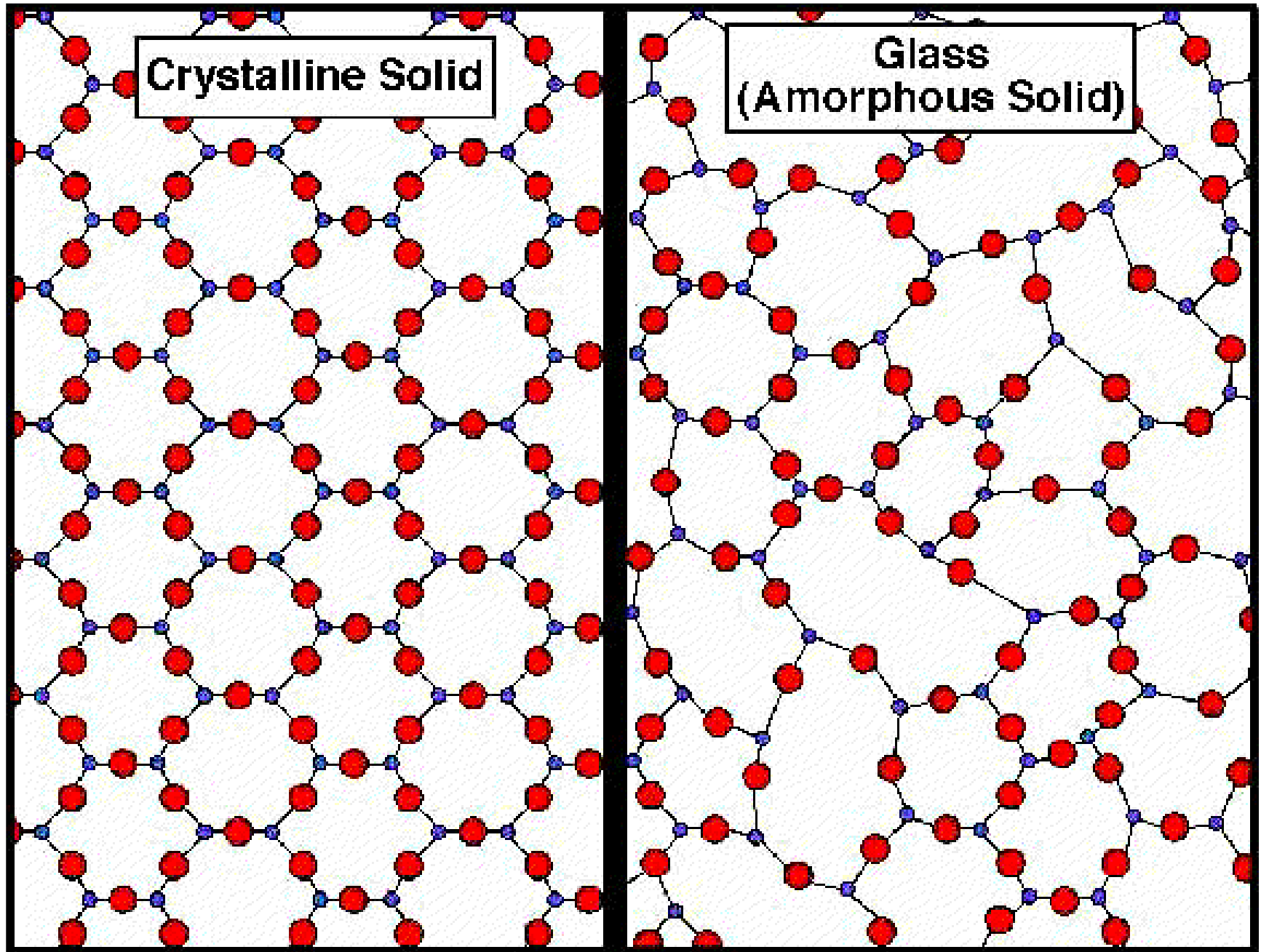
- składniki szklotwórcze: SiO_2 , B_2O_3 , GeO_2 , Al_2O_3

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 sodowe



SiO₂ krystaliczny (kwarc)

SiO₂ amorficzny (krzemionka)

Struktury dwutlenku krzemu

Struktury materiałów organicznych

wielkocząsteczkowe materiały organiczne

materiały elektroizolacyjne

nie wykazują uporządkowania przestrzennego dalekiego zasięgu

100...10000 monomerów w łańcuchu

proste lub rozgałęzione

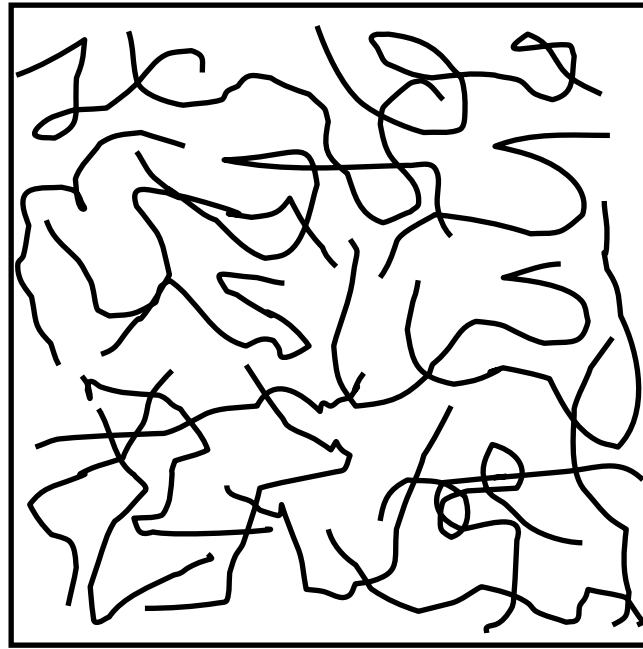
z dołączonymi bocznie atomami wodoru

grupami atomów lub pierścieniami węglowymi

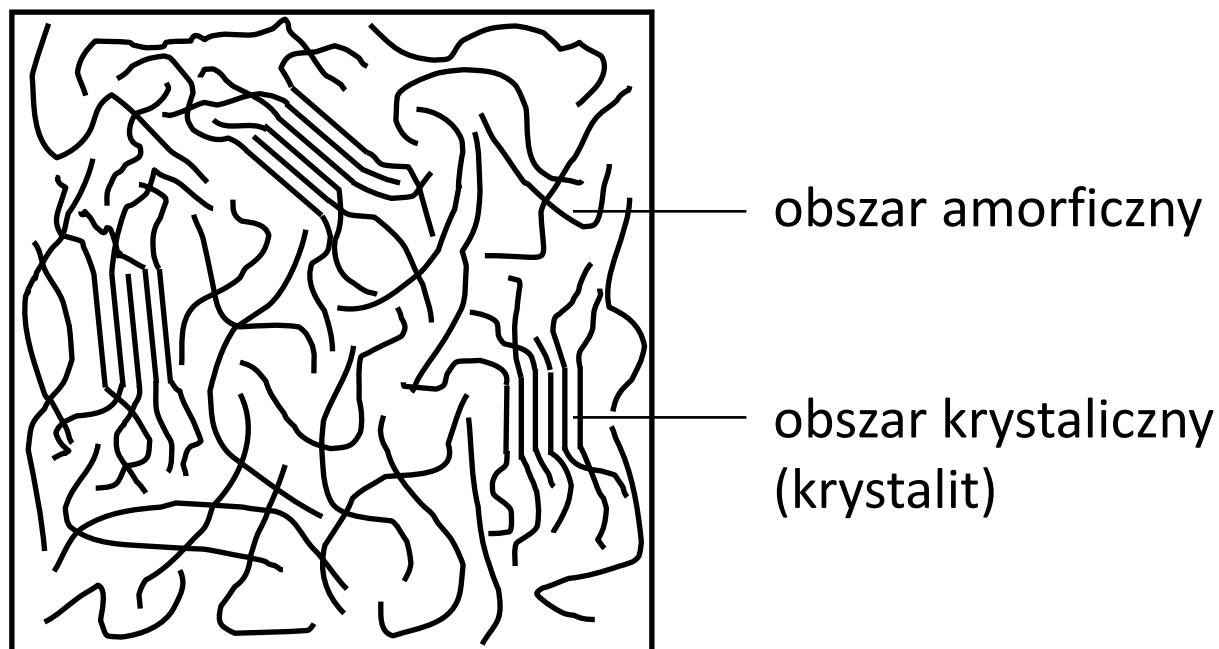
ułożone w przestrzeni zupełnie przypadkowo

struktura mikrokryształiczna

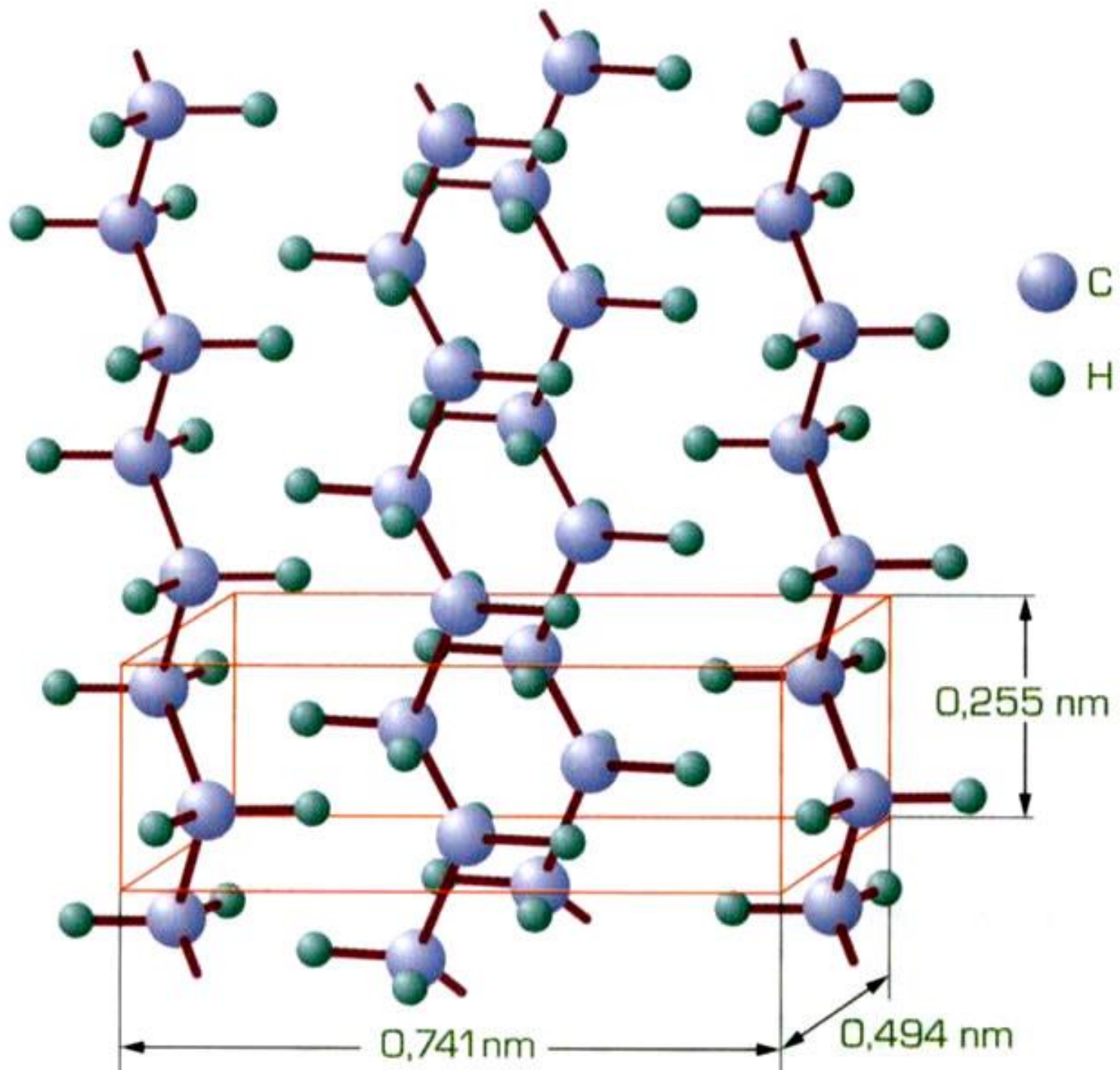
- powstaje w określonych warunkach ciśnienia i temperatury
- na skutek specjalnej obróbki
- charakteryzuje się uporządkowanym ułożeniem makrocząsteczek w niewielkich przestrzeniach wewnątrz materiału



Szkic przekroju próbki polimeru organicznego z zaznaczeniem położenia wybranych makrocząsteczek



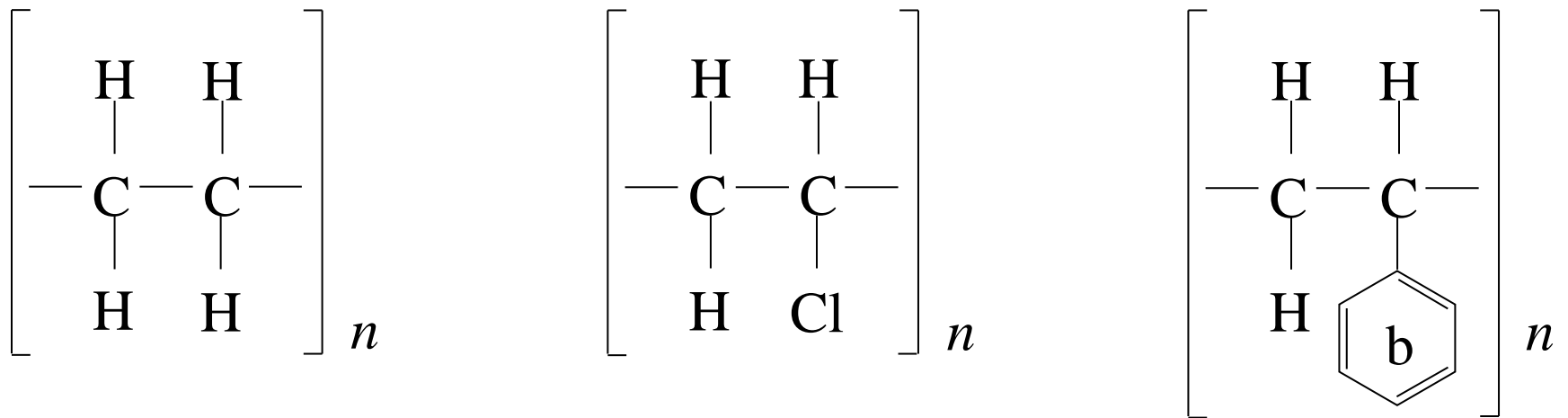
Szkic przekroju próbki polimeru organicznego z widocznymi obszarami mikrokrystalicznymi



Struktura krystaliczna polietylenu

własności polimerów organicznych

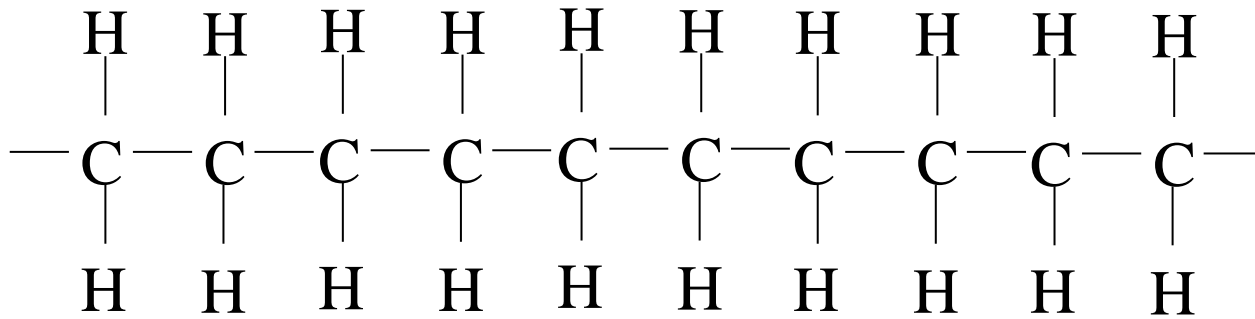
- wpływ składu i budowy makrocząsteczek na własności polimerów



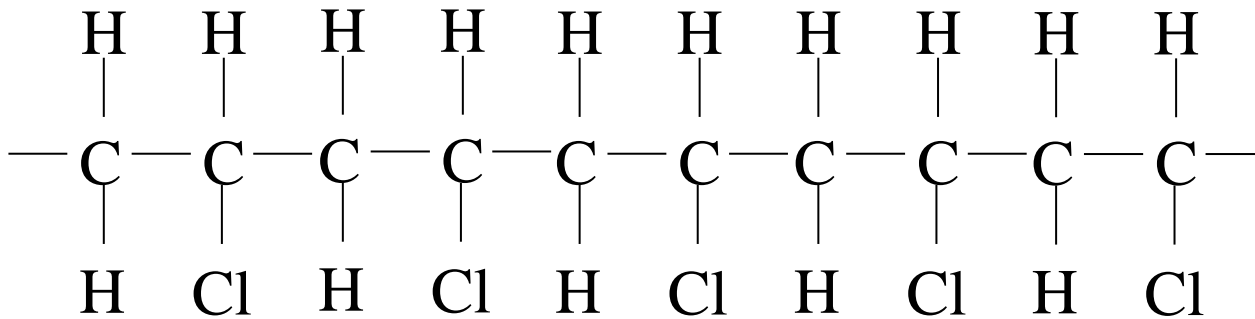
Wzory strukturalne monomerów (od lewej): polietylenu, polichlorku winylu i polistyrenu; b – benzen; $n = 100 \dots 10000$

wiązania między makrocząsteczkami:

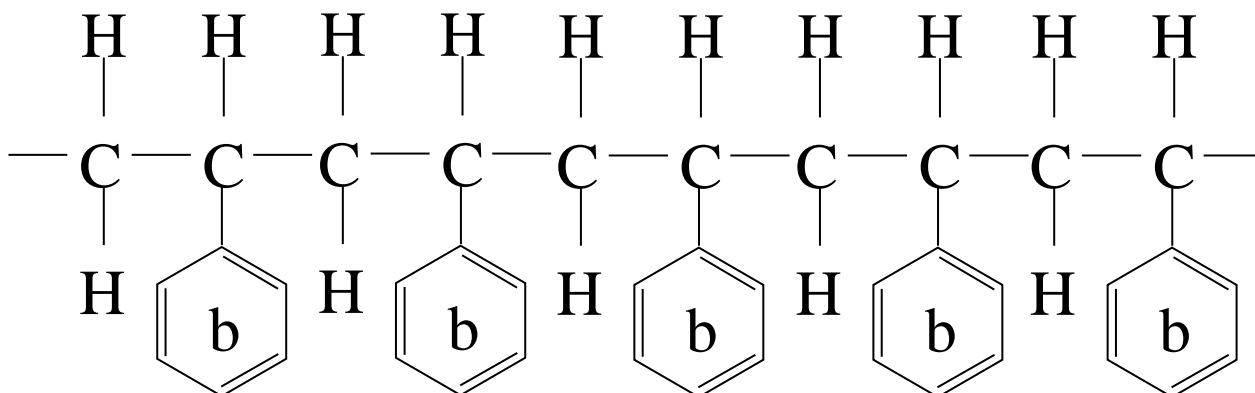
- wiązania międzycząsteczkowe
- wiązania międzyatomowe (usieciowanie)



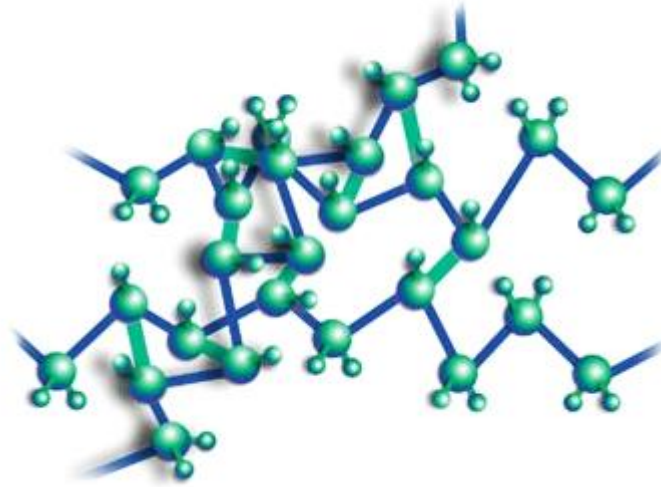
Polietylen



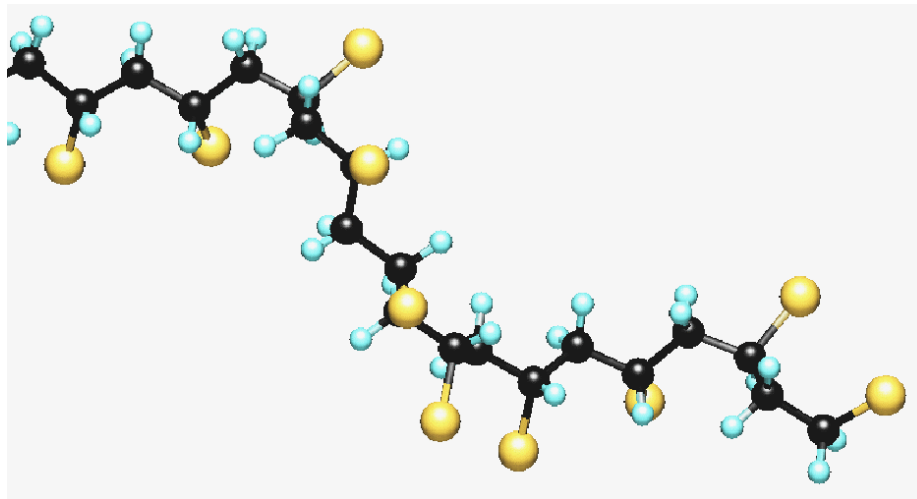
Polichlorek winylu



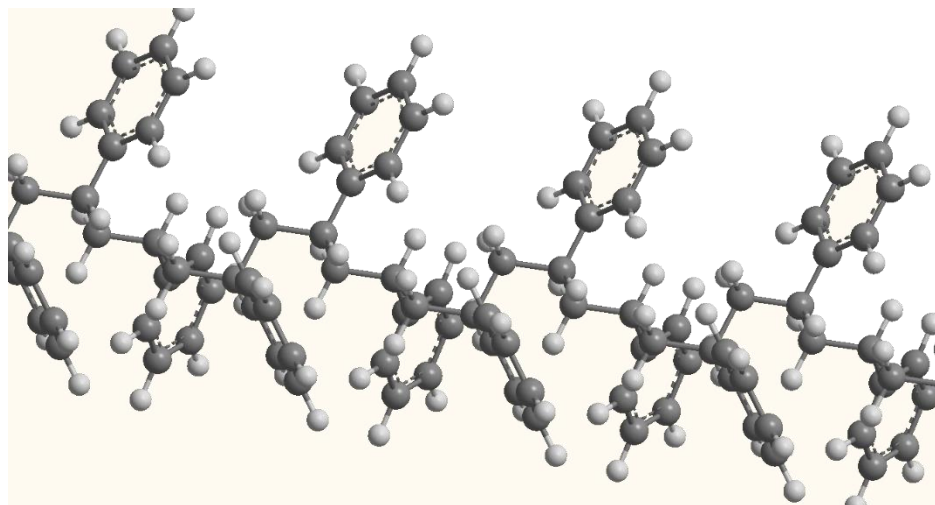
Polistyren



Polietylen



Polichlorek winylu

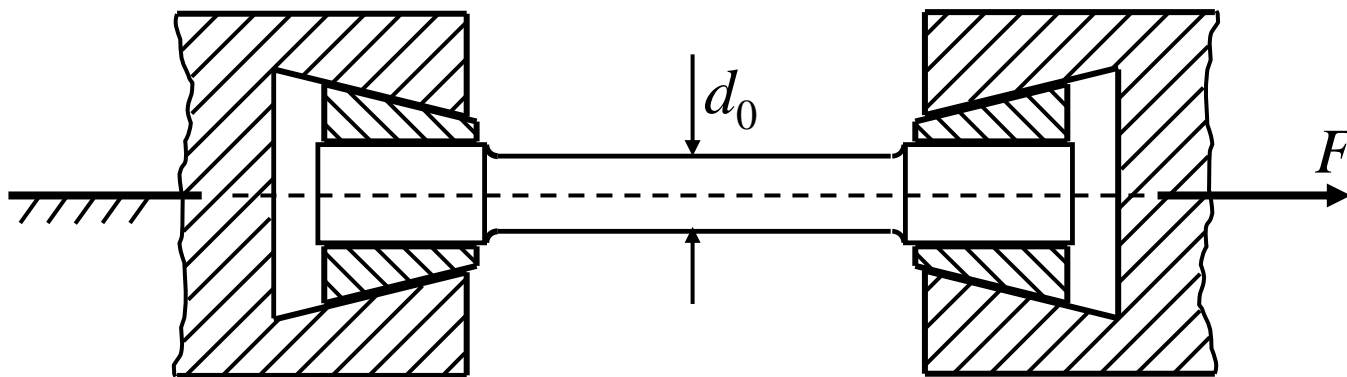


Polistyren

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]:

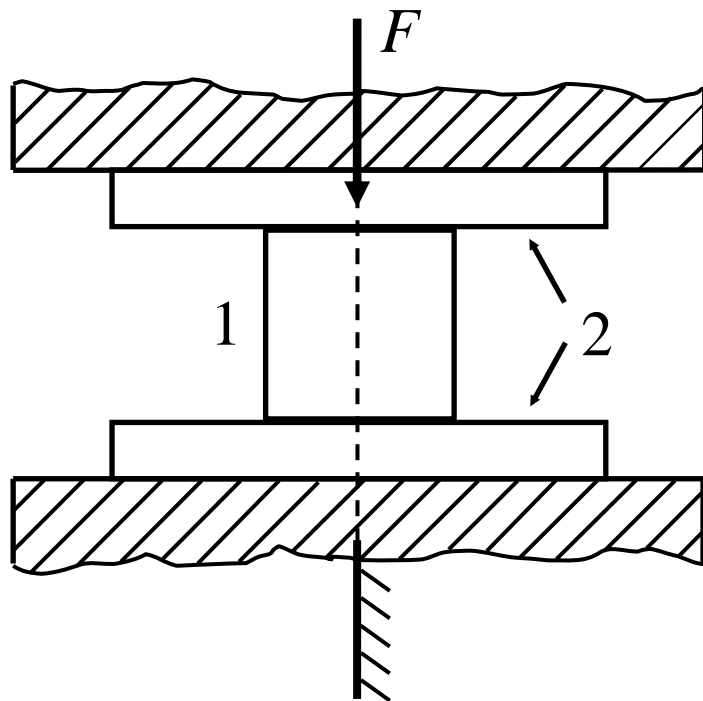
$$R_m = \frac{F_m}{S_0} \quad S_0 = \frac{\pi \cdot d_0^2}{4}$$

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

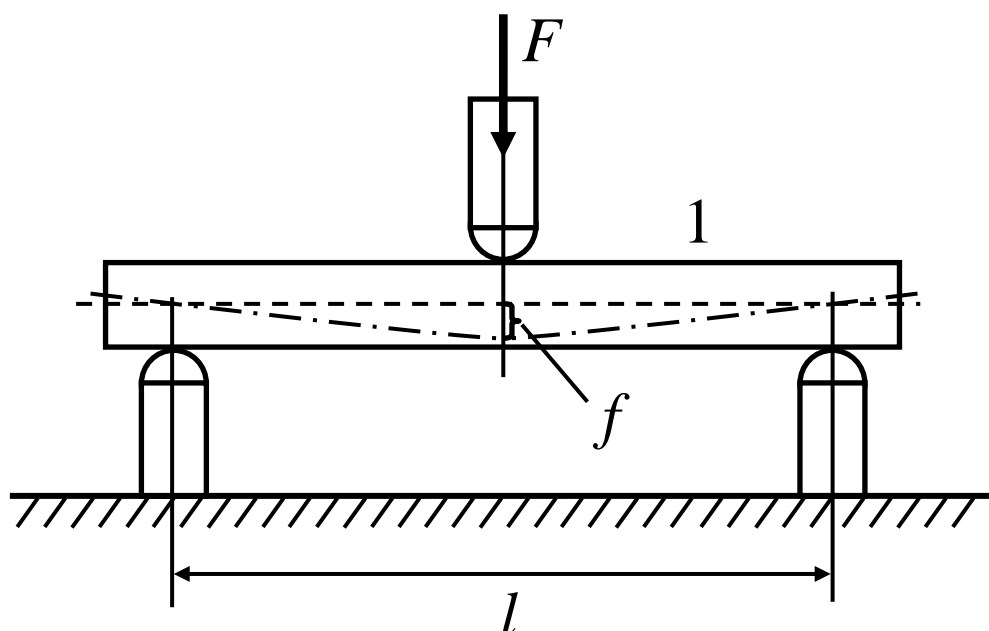
R_s [MN/m²]:

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

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]:

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

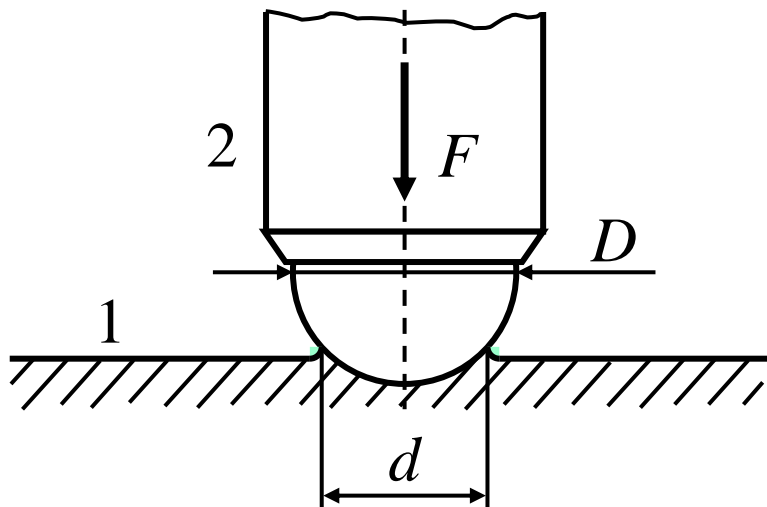
M_m – maksymalny moment gnący

F_m – maksymalna zarejestrowana siła gnąca

W – wskaźnik przekroju próbki walcowej o średnicy d :

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

twierdzenie materiałowe



Badanie twardości metodą Brinnella:

1 – próbka,

2 – wgłębnik

Twardość w metodzie Brinella HB :

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

D – średnica wgłębniaka

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