

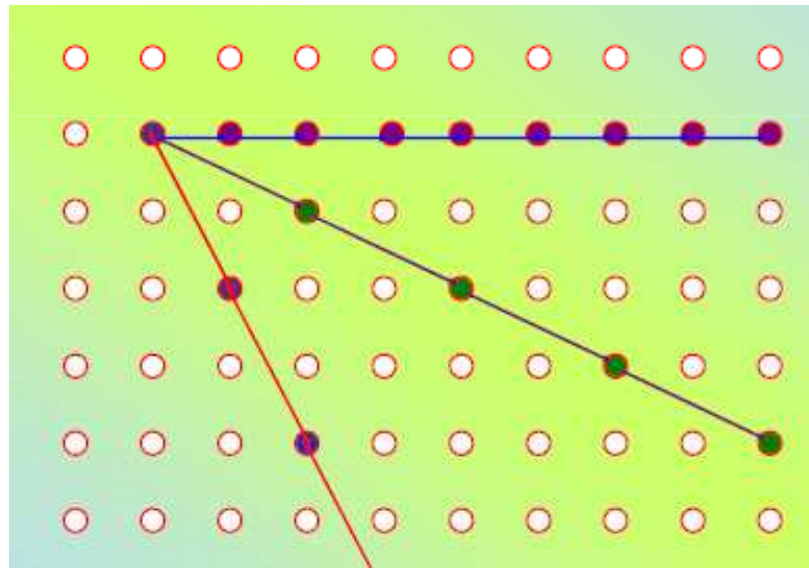
Niedoskonałości budowy ciała stałego – kryształy rzeczywiste

<http://home.agh.edu.pl/~grzesik>

KRYSZTAŁY IDEALNE

Kryształ idealny – ciało stałe, w którym atomy, jony lub cząsteczki wykazują idealne uporządkowanie bliskiego i dalekiego zasięgu.

Elementy strukturalne kryształów zajmują ściśle określone miejsca, zwane węzłami sieci krystalicznej, i mogą jedynie drgać wokół tych położeń.



KRYSZTAŁY RZECZYWISTE - NIEDOSKONAŁOŚCI BUDOWY CIAŁA STAŁEGO

Kryształy idealne o periodycznym uporządkowaniu elementów strukturalnych bliskiego i dalekiego zasięgu **nie istnieją**.



Kryształ górski

KRYSZTAŁY RZECZYWISTE - NIEDOSKONAŁOŚCI BUDOWY CIAŁA STAŁEGO

Określenie „ciało krystaliczne” odnosi się do ciał o dwojakiej budowie:

Monokryształ – materiał będący w całości jednym kryształem. Monokryształy są ciałami anizotropowymi.

Polikryształ - materiał będący konglomeratem wielu monokryształów, zwanych w tym przypadku ziarnami lub domenami krystalicznymi. Przypadkowa orientacja krystaliczna poszczególnych ziaren powoduje, że polikryształy są ciałami quasi-izotropowymi.

KRYSZTAŁY RZECZYWISTE – PODZIAŁ DEFJEKTÓW

- Podział ze względu na wielkość:

- makroskopowe (powyżej 10^{-5} m)
- mikroskopowe (od 10^{-7} do 10^{-5} m)
- submikroskopowe (poniżej 10^{-7} m)
- subatomowe (defekty elektronowe)

- Podział ze względu na geometryczny:

O-D (punktowe)

}

defekty termodynamicznie odwracalne

1-D (liniowe)

2-D (płaskie)

3-D (przestrzenne)

}

defekty termodynamicznie nieodwracalne

RODZAJE DEFECTÓW

- Punktowe (wakancje, atomy międzywęzłowe, domieszki, defekty antystrukturalne)
- Liniowe (dyslokacje krawędziowe, śrubowe i mieszane)
- Płaskie (granice międzyziarnowe, mikropęknięcia)
- Przestrzenne (pory, wtrącenia obcych faz, pęknięcia)

WPŁYW DEFECTÓW NA WŁAŚCIWOŚCI MATERIAŁÓW

Defekty punktowe odpowiadają za szybkość dyfuzji atomów w sieci krystalicznej, szybkość korozji wysokotemperaturowej zachodzącej powyżej temperatury Tamman'a, właściwości półprzewodnikowe, optyczne, katalityczne, itp.

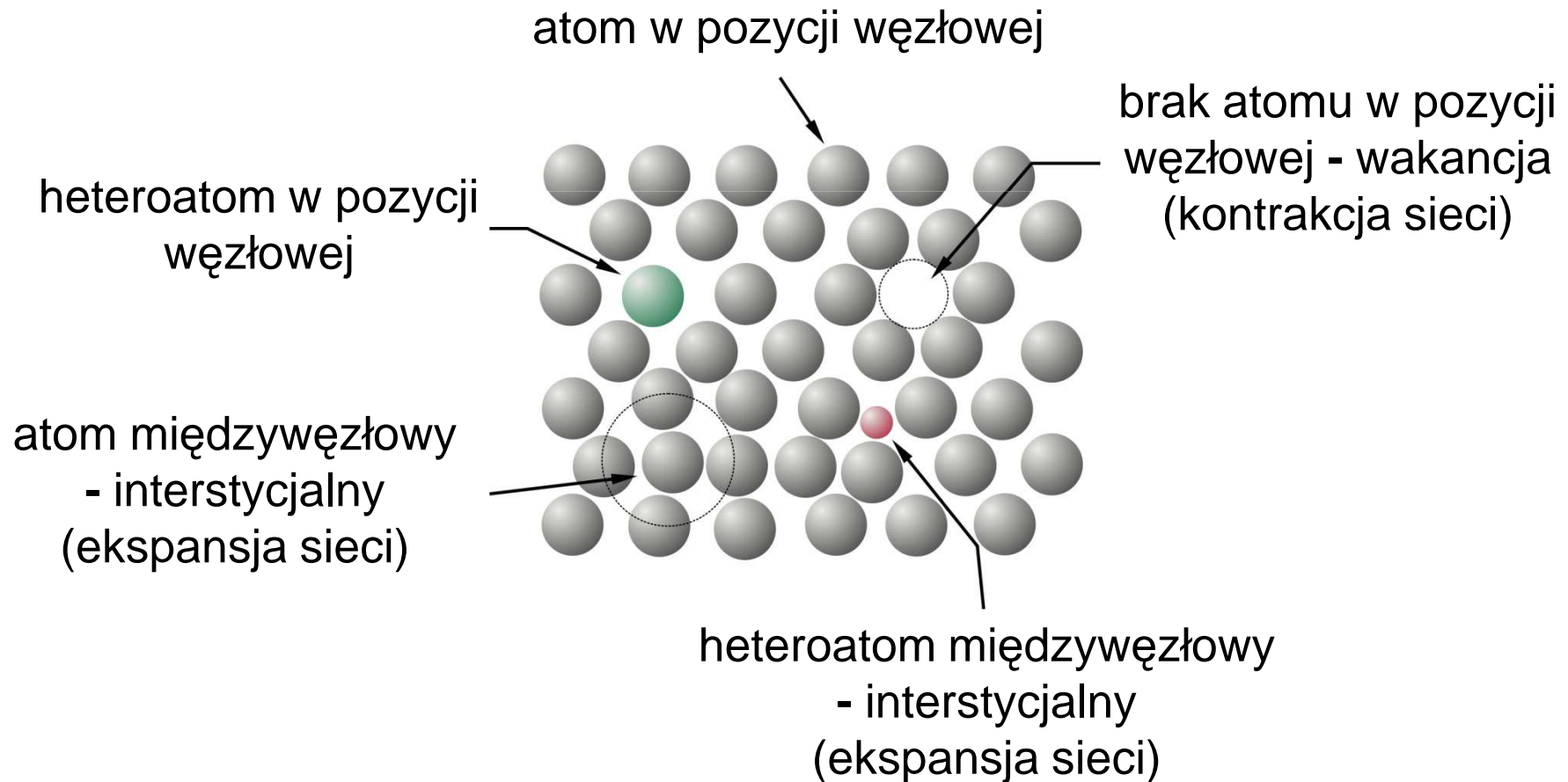
Defekty liniowe odpowiadają za odkształcanie tworzyw metalicznych pod wpływem sił znacznie niższych od powodujących zniszczenie (dekohezję) materiału oraz za plastyczność metali.

Defekty powierzchniowe wpływają do pewnego stopnia na umocnienie materiału, tj. wzrost oporu materiału stawiany działającej sile w trakcie odkształcenia plastycznego, a także szybkość korozji wysokotemperaturowej zachodzącej poniżej temperatury Tamman'a.

Defekty objętościowe mogą mieć wpływ na wszystkie w/w właściwości.

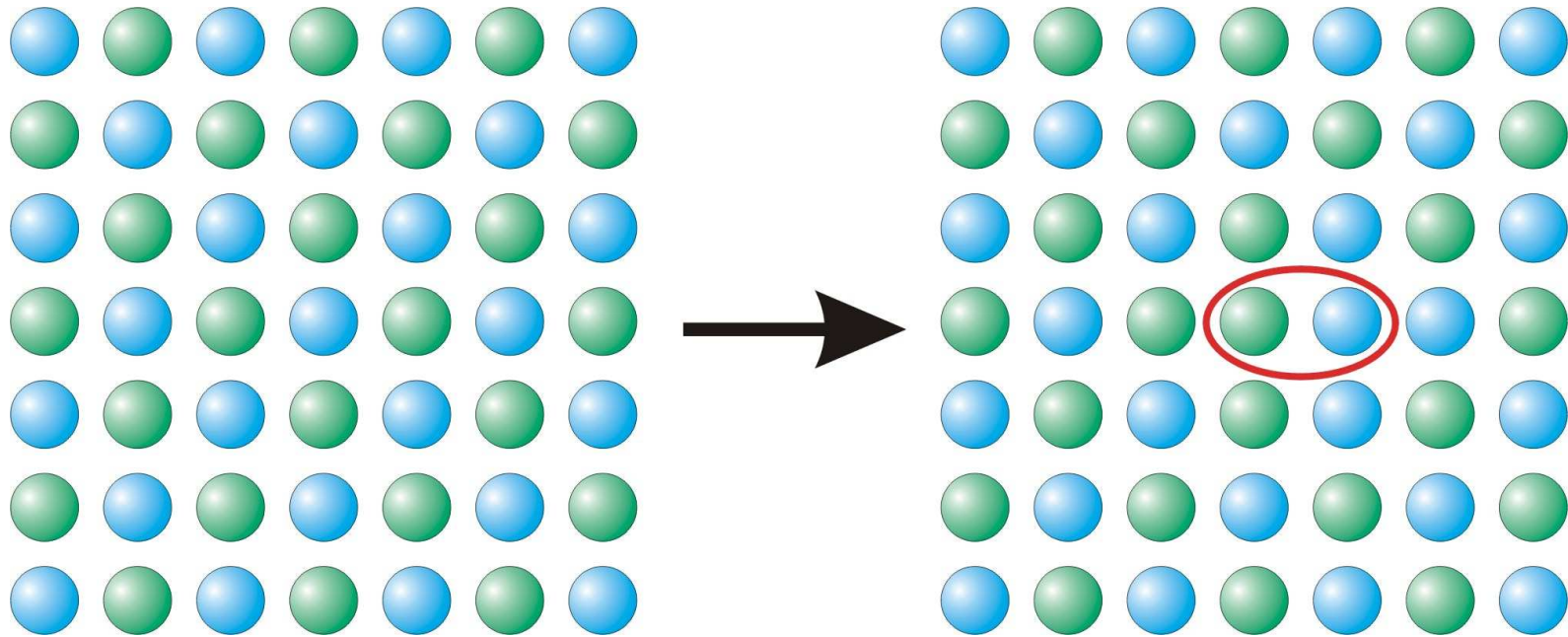
DEFEKTY PUNKTOWE

- wakancje (wakansy, luki)
- atomy lub jony międzywęzłowe
- domieszki (obce atomy)
- defekty antystrukturalne (zaburzenie położenia anionów i kationów)

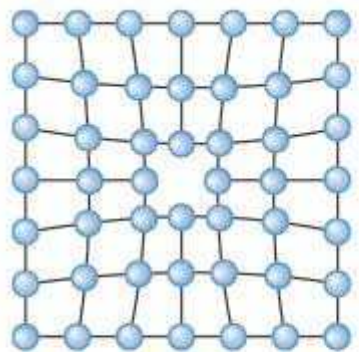


DEFEKTY PUNKTOWE

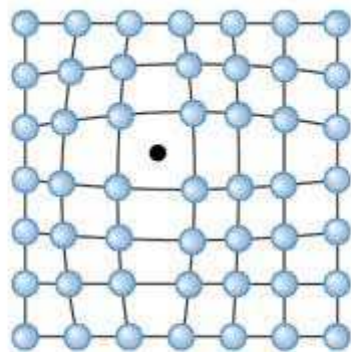
Zdefektowanie antystrukturalne (zaburzenie położenia anionów i kationów)



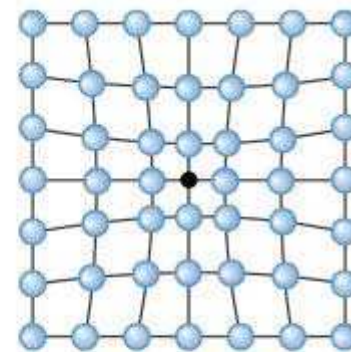
WPŁYW DEFJEKTÓW PUNKTOWYCH NA ODKSZTAŁCENIE SIECI KRYSTALICZNEJ



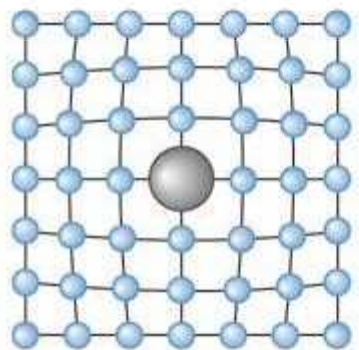
(a)



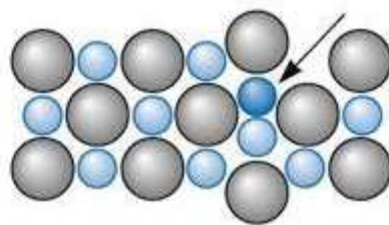
(b)



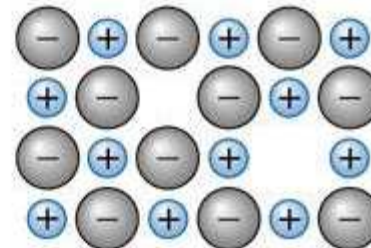
(c)



(d)



(e)



(f)

a) wakancja, b) obcy atom międzywęzłowy, c) mały atom domieszki,
d) duży atom domieszki, e) Defekt Frenkela, (f) Defekt Schottky'ego.

KOLOR WYNIKAJĄCY Z ISTNIENIA DOMIESZEK

Domieszki absorbują (i emitują) światło o innej długości fali niż idealna substancja krystaliczna. Wskutek tego domieszki mogą zmienić kolor kryształu.

Kryształ górski (SiO_2)



domieszka Fe



Ametyst



KOLOR WYNIKAJĄCY Z ISTNIENIA DOMIESZEK

Aleksandryt, efekt domieszki Cr i Fe



Zielona barwa w świetle dziennym



Czerwona barwa
w świetle sztucznym

Syntetyczny aleksandryt jest wykorzystywany m.in. w laserach i do produkcji iluminatorów w statkach kosmicznych oraz sztucznych satelitach. W przestrzeni kosmicznej występuje szkodliwe promieniowanie ultrafioletowe oraz inne rodzaje promieniowania kosmicznego. Aleksandryt ma zdolności do odfiltrowywania różnych części tego widma światła.

DEFEKTY LINIOWE

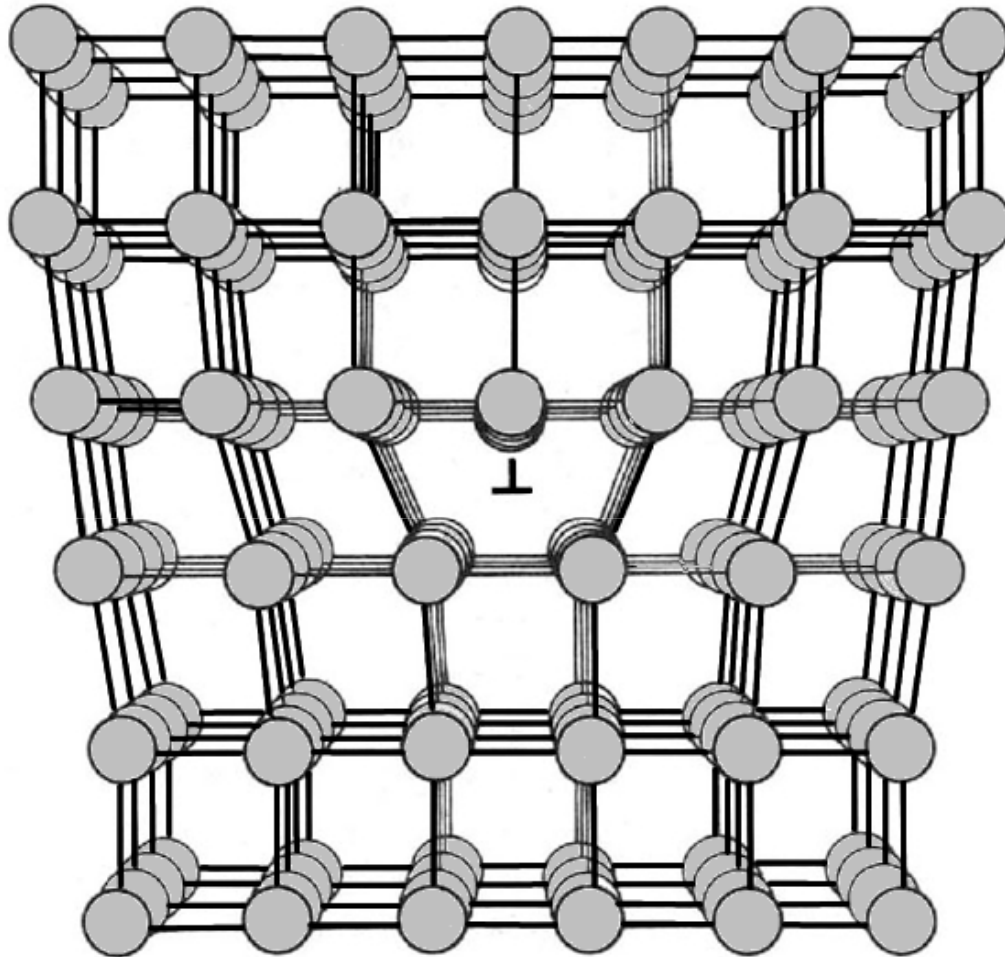
Dyslokacja krawędziowa - defekt sieci krystalicznej polegający na wystąpieniu półpłaszczyzny krystalicznej umieszczonej między płaszczyznami sieci kryształu o budowie prawidłowej.

Dyslokacja śrubowa - defekt sieci krystalicznej objawiający się przemieszczeniem części kryształu o sieci prawidłowej, w wyniku czego powstaje krawędź będąca osią (linią) dyslokacji śrubowej.

Dyslokacja mieszana - będąca sumą (jednoczesnym występowaniem) dyslokacji krawędziowych i śrubowych.

Dyslokacje opisuje się za pomocą linii dyslokacji i wektora Burgersa.

DEFEKTY LINIOWE – DYSLOKACJE KRAWĘDZIOWE

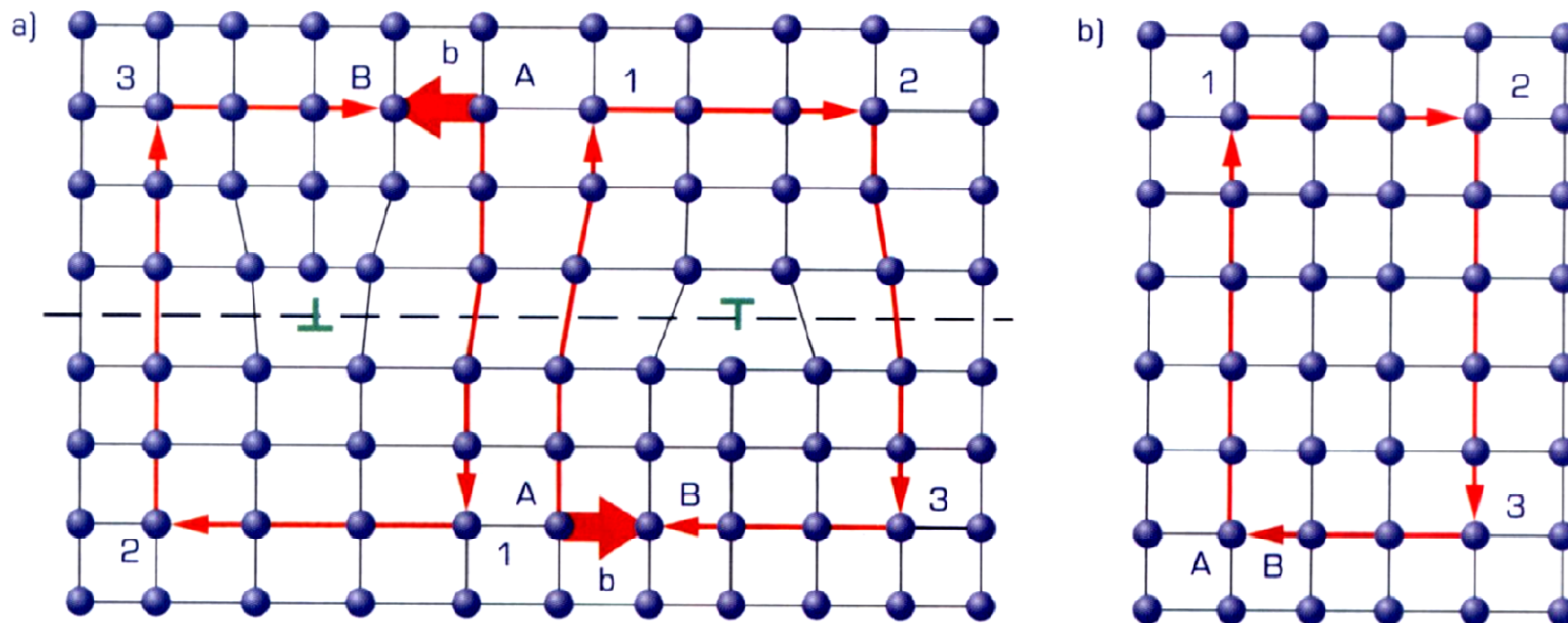


Dyslokacja krawędziowa - defekt sieci krystalicznej polegający na wystąpieniu półpłaszczyzny krystalicznej umieszczonej między płaszczyznami sieci kryształu o budowie prawidłowej. Szereg atomów kończących półpłaszczyznę nazywa się osią (linią) dyslokacji.

W zależności od położenia dodatkowej półpłaszczyzny, dyslokacje mogą być dodatnie \perp lub ujemne \top .

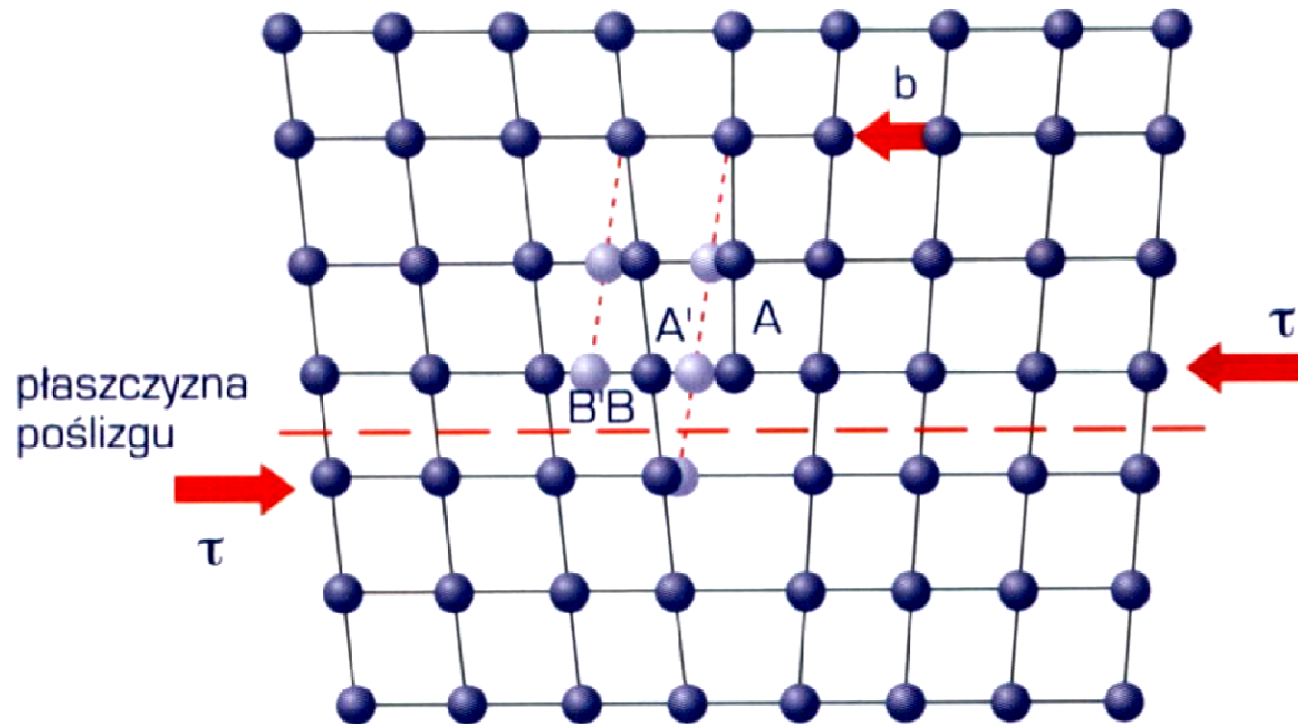
KONTUR I WEKTOR BURGERSA

Przekrój poprzeczny kryształu a) zawierającego dyslokację krawędziową dodatnią \perp i ujemną \top , b) idealnego; A, B - odpowiednio początek i koniec konturu Burgersa, b - wektor Burgersa



Kontur (obwód) Burgersa to pętla utworzona z odcinków będących wielokrotnościami translacji sieciowych zakreślona w niezakłóconym obszarze kryształu. Liczba jednostkowych translacji dodatnich i ujemnych musi być taka sama. Jeśli w obszarze otoczonym konturem Burgersa nie ma dyslokacji obwód Burgersa ulega zamknięciu. W przeciwnym przypadku do zamknięcia konturu potrzebny jest wektor zwany wektorem Burgersa.

RUCH DYSLOKACJI KRAWĘDZIOWEJ



Rysunek 3.15

*Schemat ruchu dyslokacji krawędziowej
w płaszczyźnie poślizgu
(według R.E. Reeda-Hilla)*

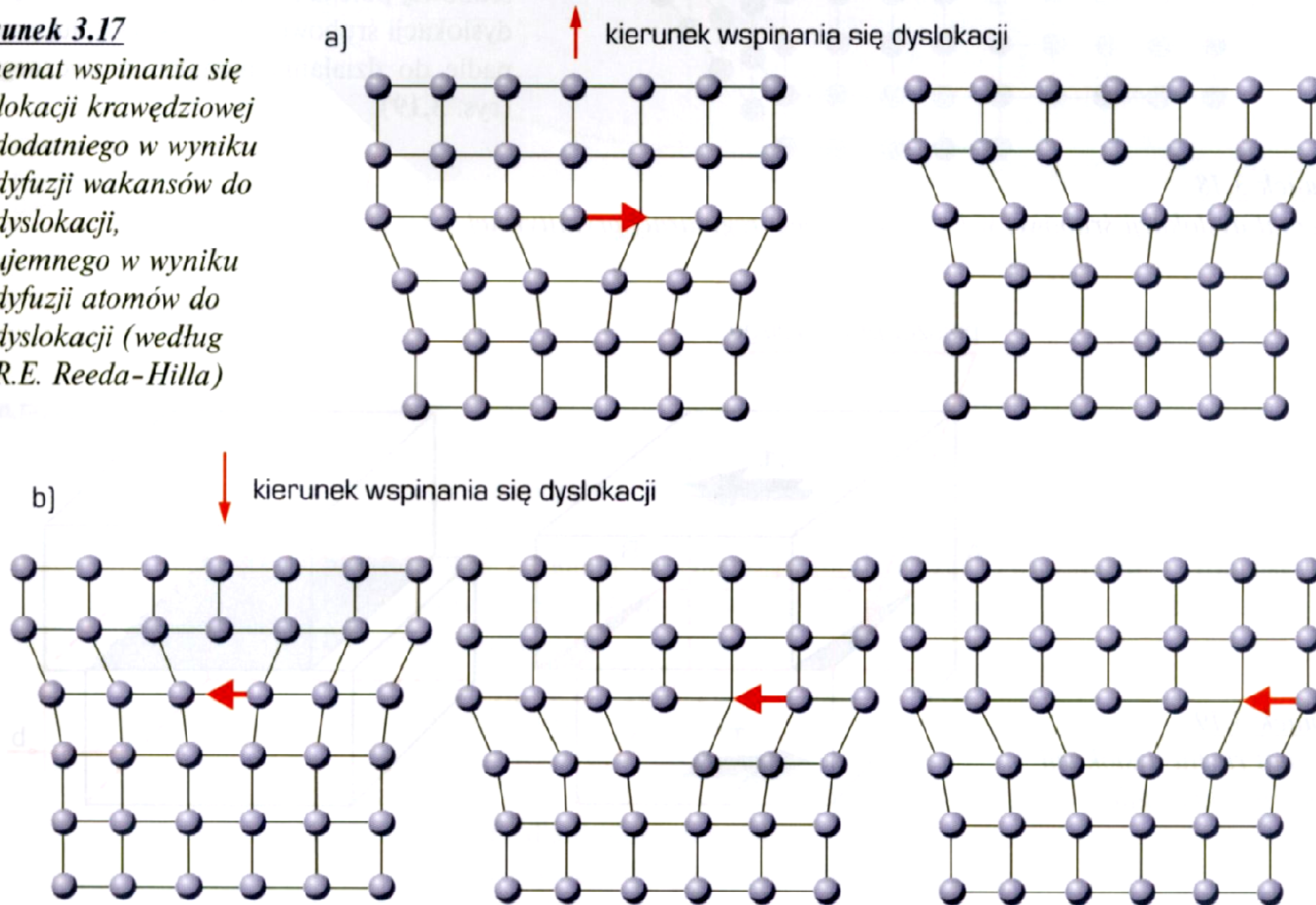
RUCH DYSLOKACJI KRAWĘDZIOWEJ - WSPINANIE

Rysunek 3.17

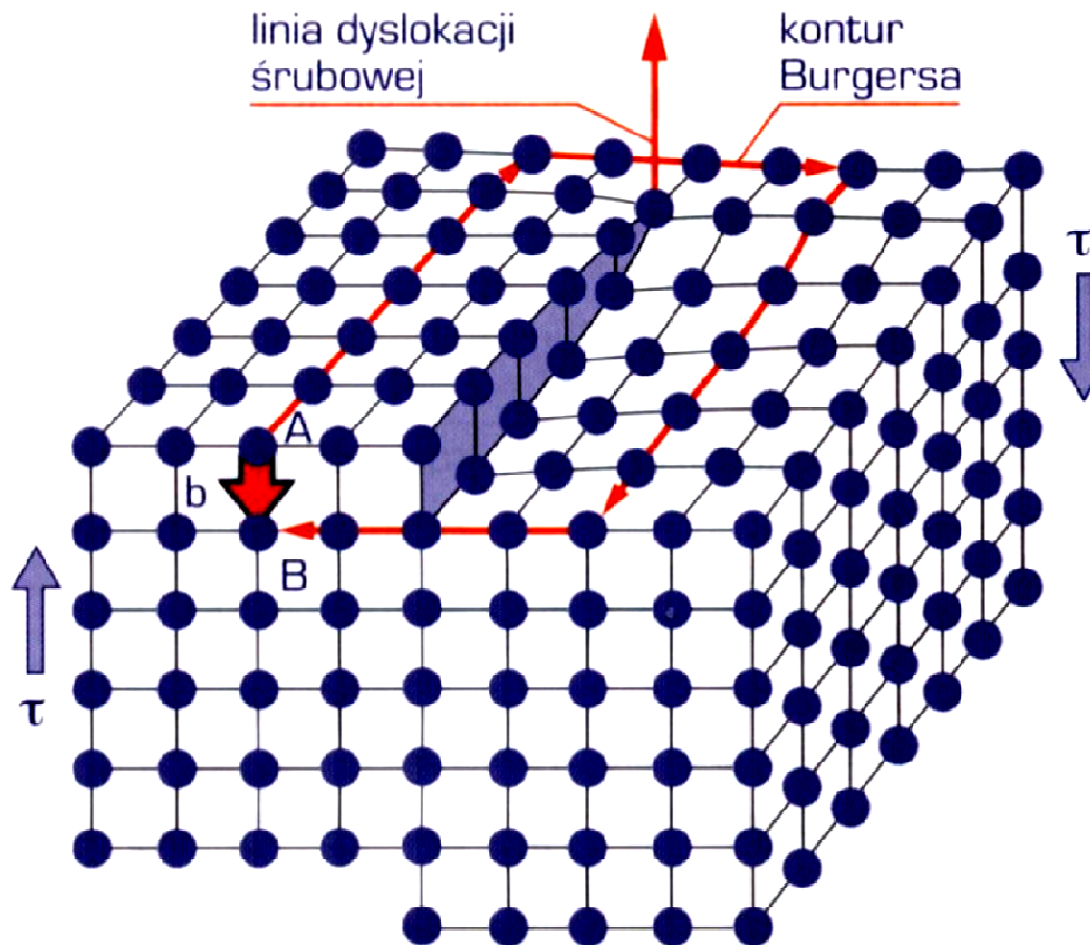
Schemat wspinania się dyslokacji krawędziowej

a) dodatniego w wyniku dyfuzji wakansów do dyslokacji,

b) ujemnego w wyniku dyfuzji atomów do dyslokacji (według R.E. Reeda-Hilla)



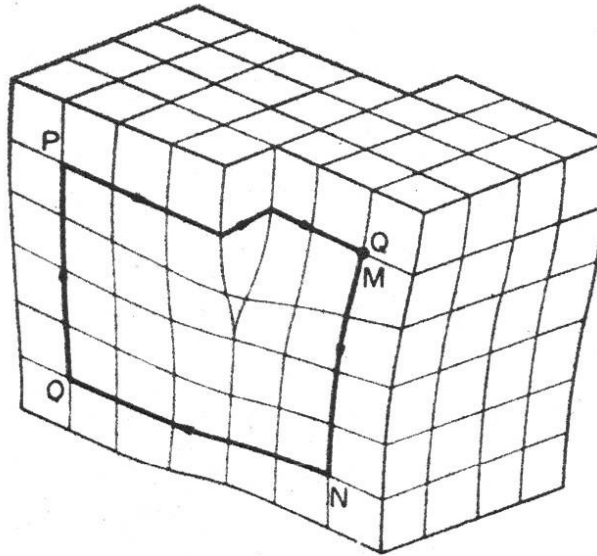
DYSLOKACJE ŚRUBOWE



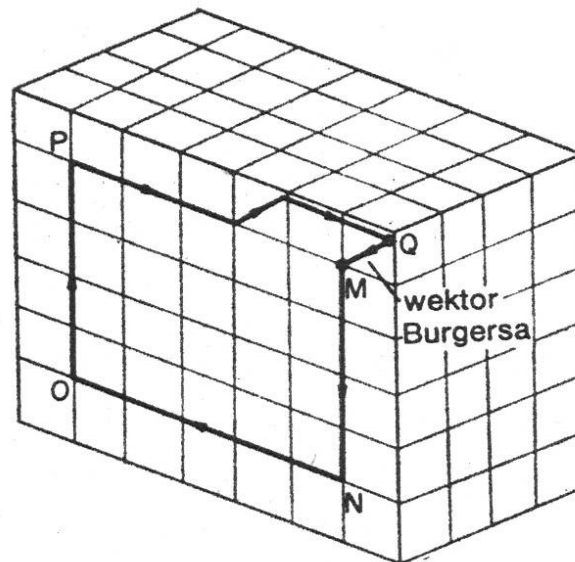
Dyslokacja śrubowa - defekt sieci krystalicznej objawiający się przemieszczeniem części kryształu o sieci prawidłowej, w wyniku czego powstaje krawędź będąca osią (linią) dyslokacji śrubowej.

KONTUR BURGERSA WOKÓŁ DYSLOKACJI ŚRUBOWEJ (a) I W KRYSZTALE DOSKONAŁYM (b)

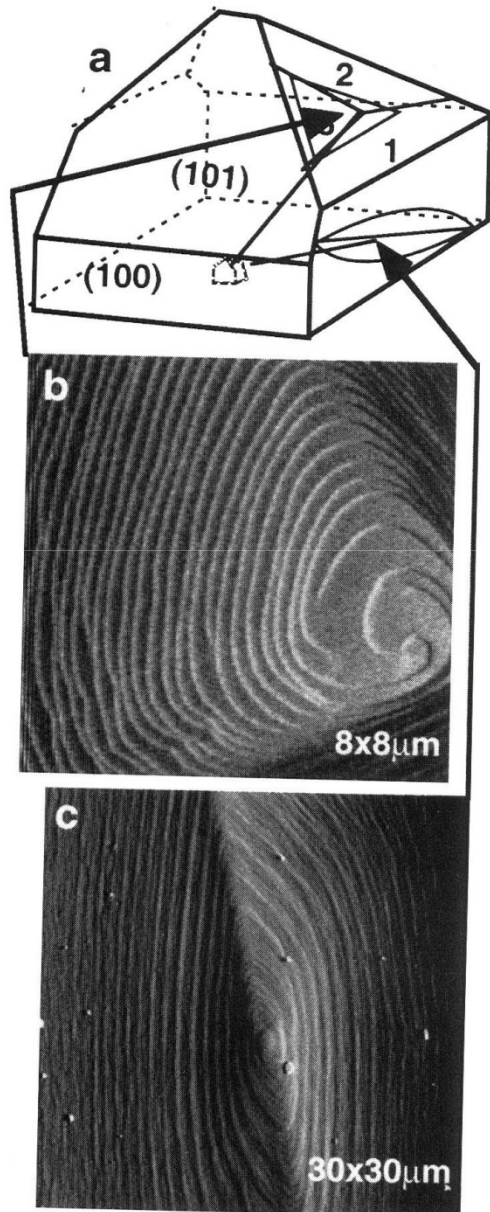
a)



b)

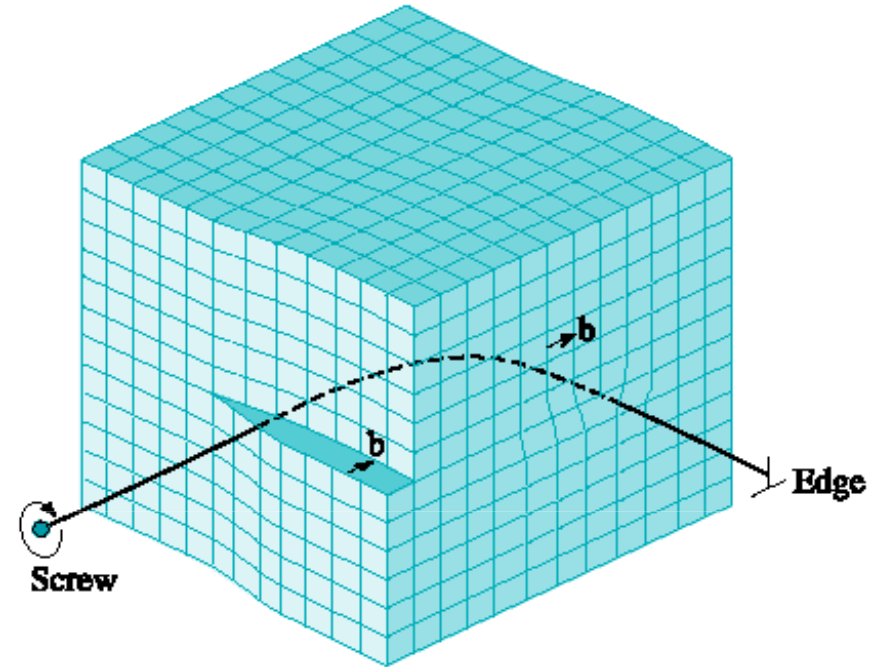
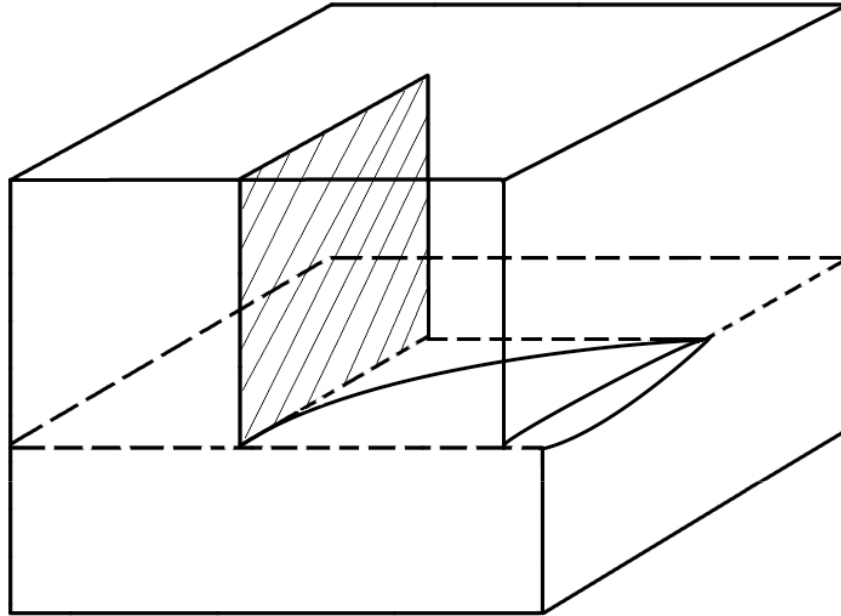


DYSLOKACJE ŚRUBOWE A WZROST KRYSZTAŁÓW



J.J. De Yoreo et al., w: Advances in Crystal Growth, Eds. K. Sato et al., Elsevier, 2001, p. 361-380.

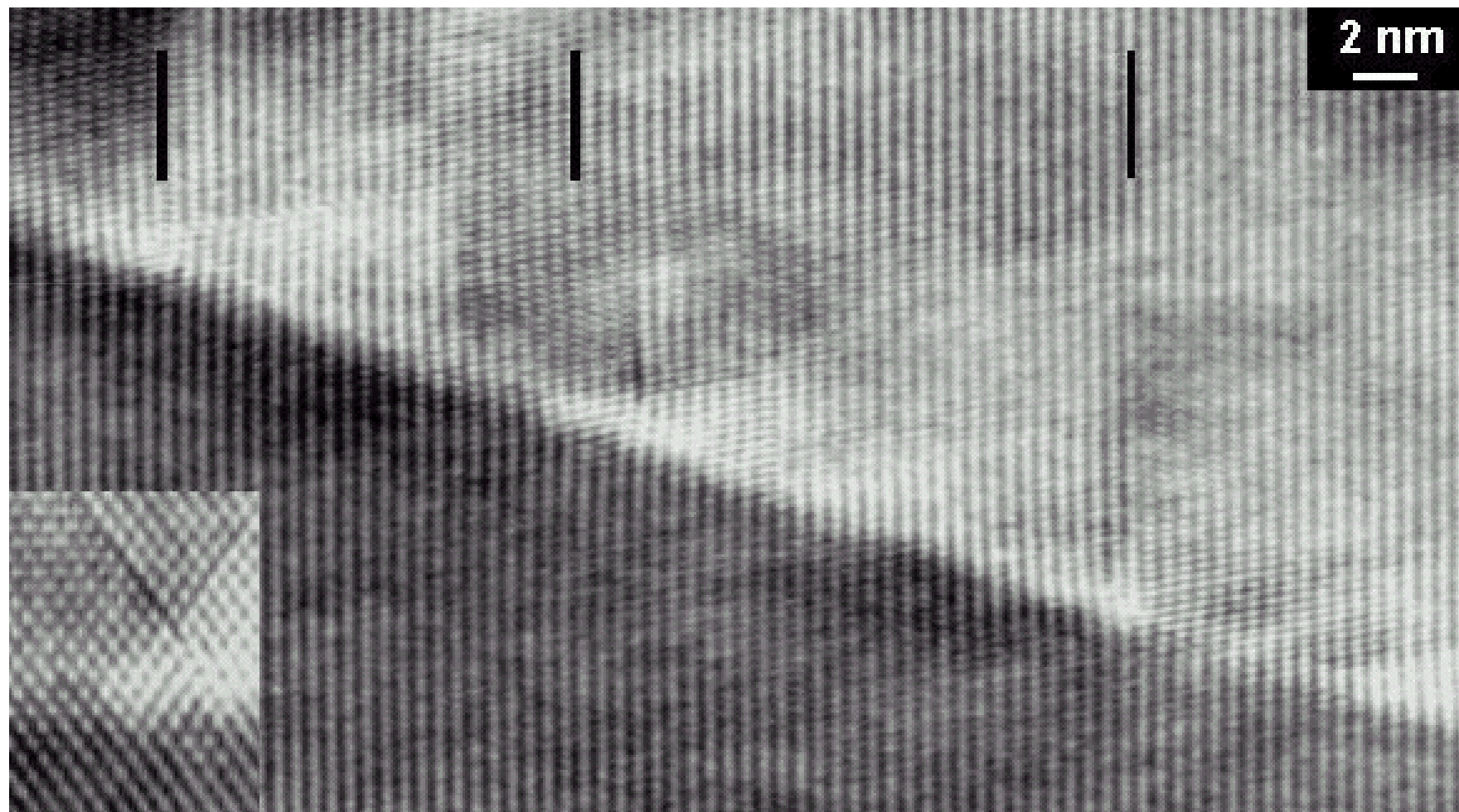
DYSLOKACJE MIESZANE



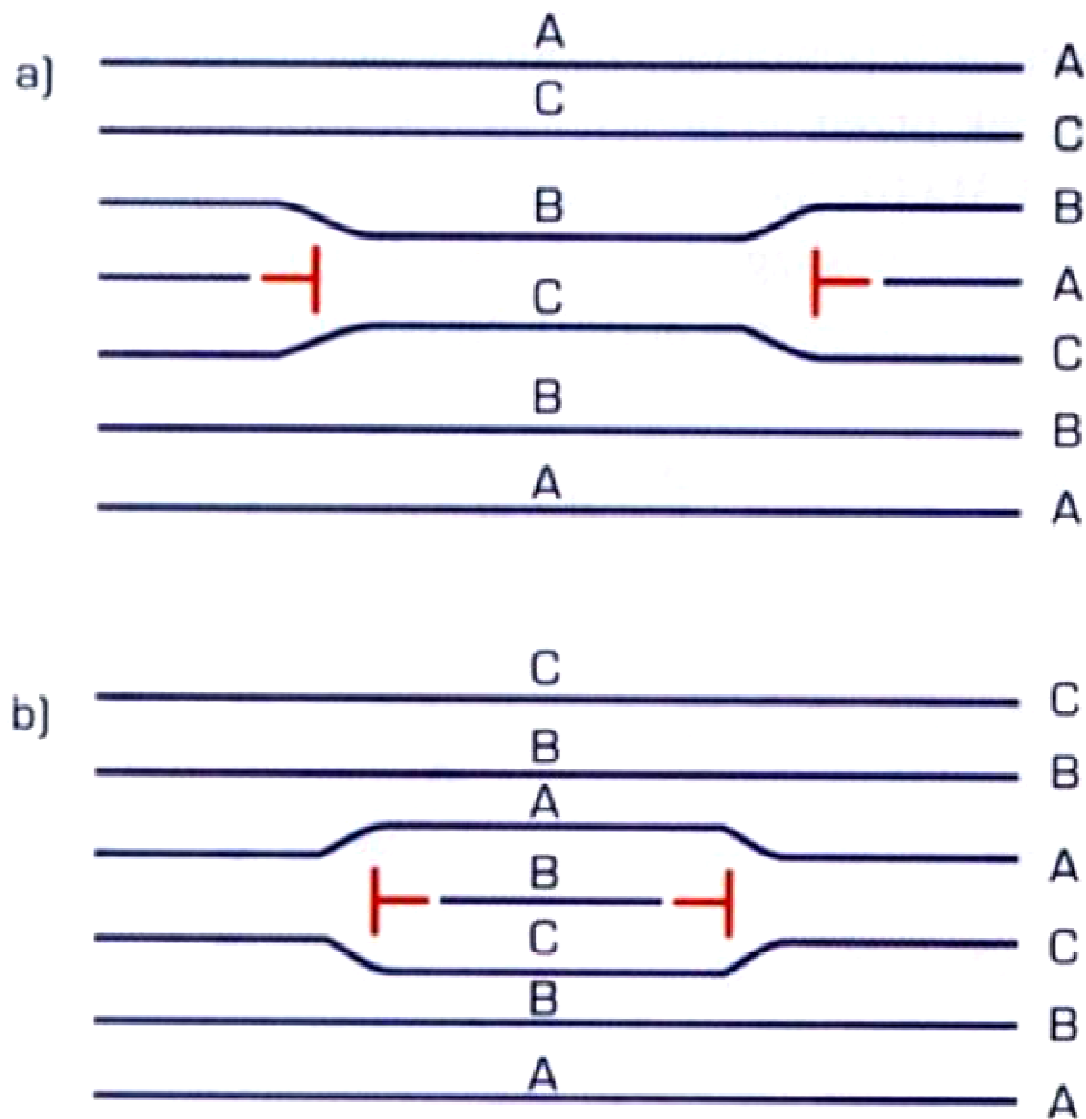
O charakterze dyslokacji decyduje to, jak względem linii dyslokacji jest zorientowany jej wektor Burgera. Gdy jest prostopadły do linii, wtedy dyslokacja jest nazywana dyslokacją krawędziową. Gdy jest równoległy – śrubową, a gdy wektor ma zarówno składową równoległą jak i prostopadłą, wtedy dyslokacja jest nazywana dyslokacją mieszaną.

W przypadku dyslokacji mieszanej, w jednej części kryształu dyslokacja ma charakter dyslokacji śrubowej, a w innej - dyslokacji krawędziowej.

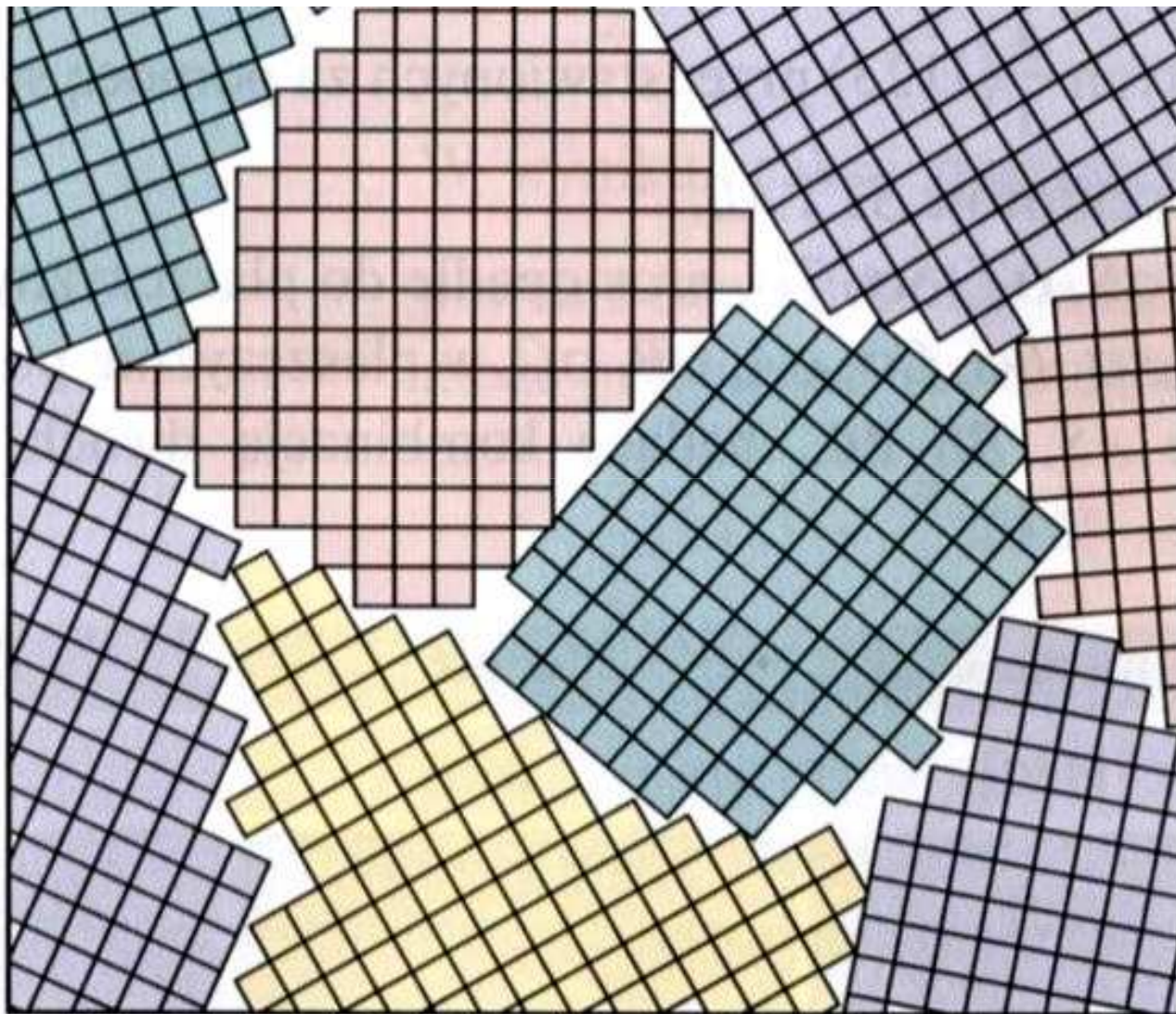
OBRAZ DYSLOKACJI (TEM)



DEFEKTY LINIOWE – BŁĘDY UŁOŻENIA

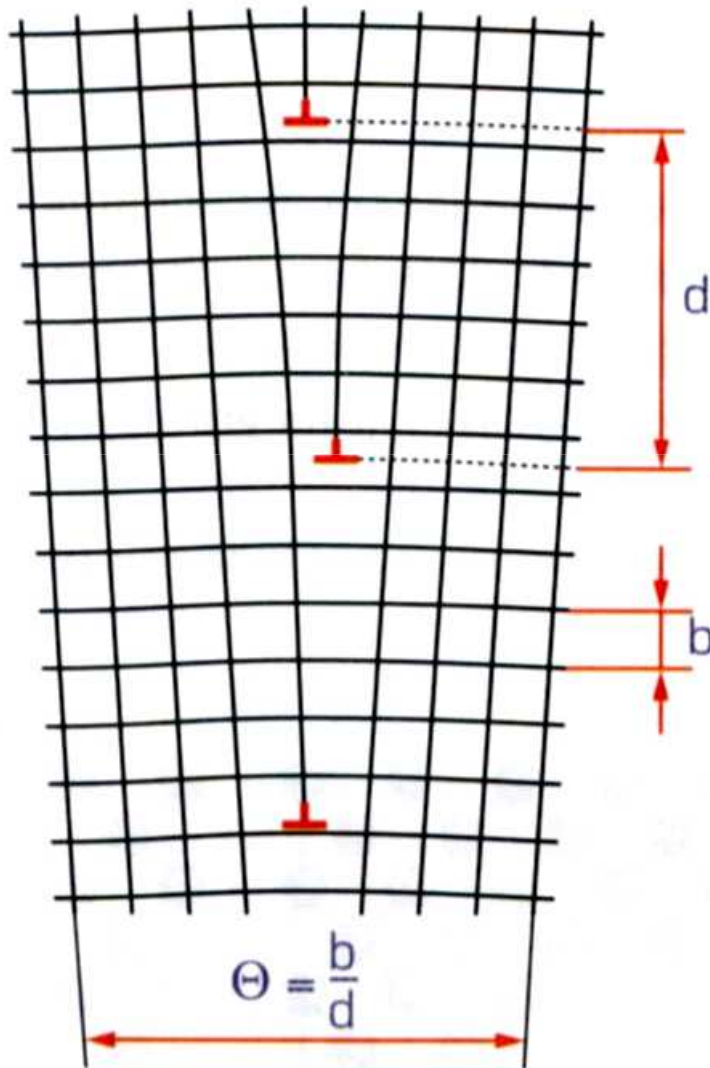


DEFEKTY PŁASKIE



Struktura polikrystaliczna metali

DEFEKTY PŁASKIE – GRANICE MIĘDZYZIARNOWE

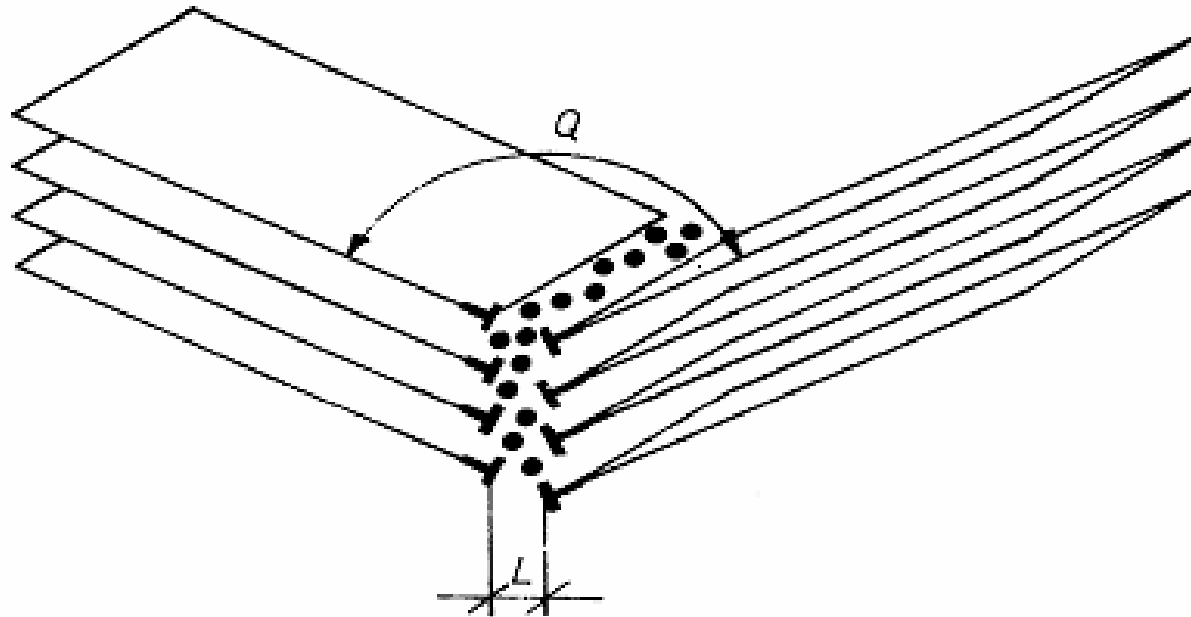


Niskokątowe granice ziaren –

Obszary dwóch sieci krystalicznych stykających się ze sobą pod kątem nie większym niż kilkanaście minut do 2° .

Są to najczęściej zespoły dyslokacji krawędziowych jednakowego znaku, położonych jedna nad drugą.

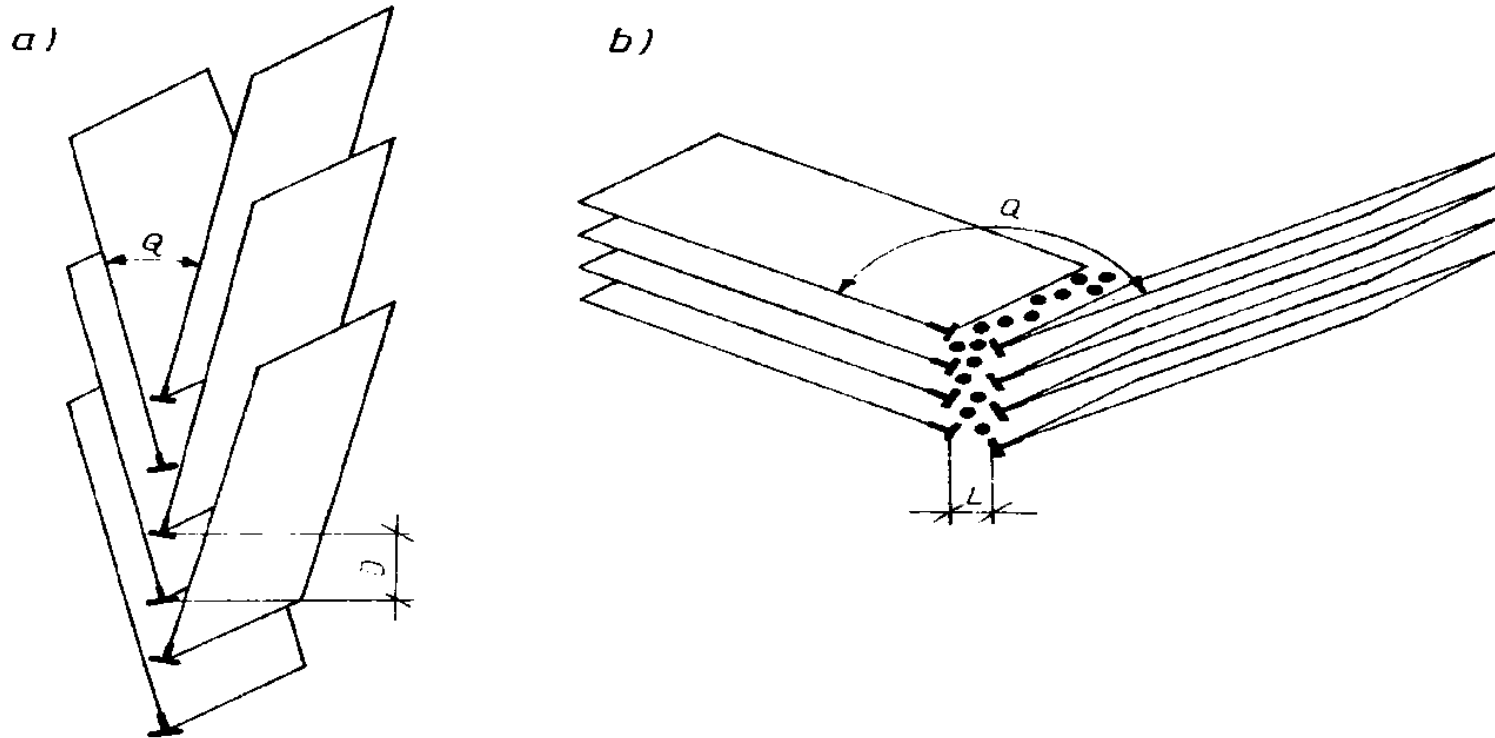
DEFEKTY PŁASKIE – GRANICE MIĘDZYZIARNOWE



Szerokokątowe granice ziaren –

obszary o grubości kilku odległości międzyatomowych. Atomy w obrębie obszaru granicznego mają budowę bezpostaciową.

DEFEKTY PŁASKIE – GRANICE MIĘDZYZIARNOWE



Model granicy ziaren:

a) niskokątowa granica,

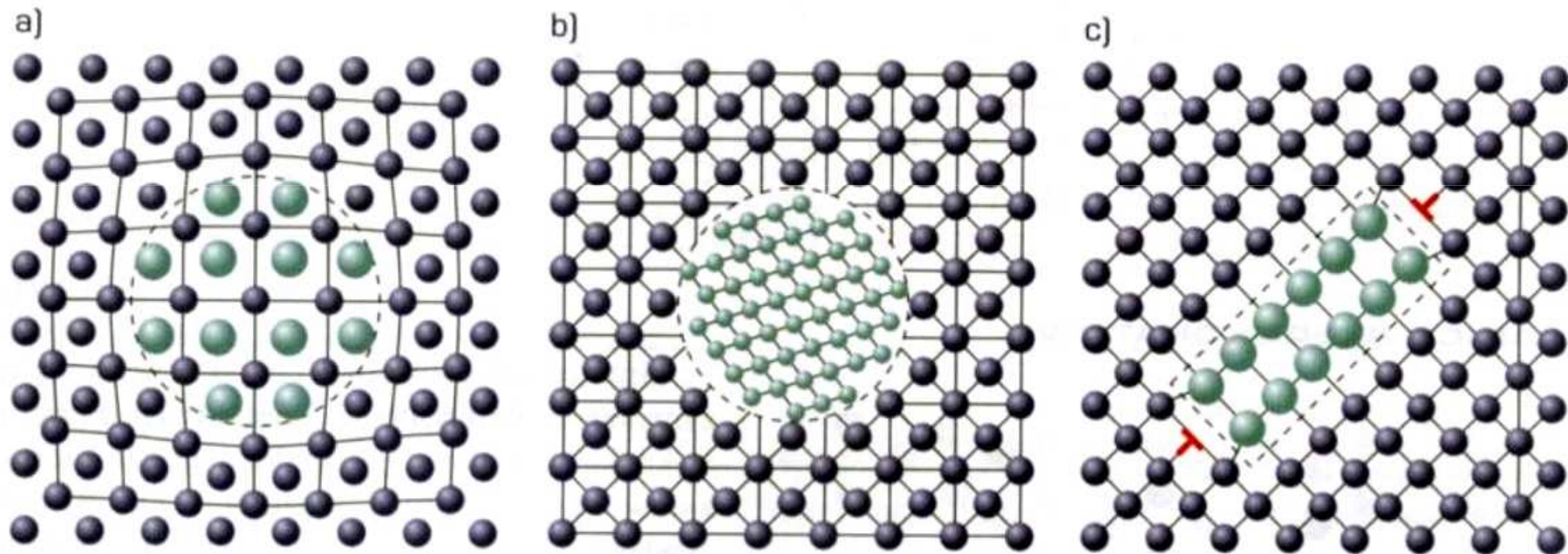
b) wysokokątowa granica;

D - odległość między dyslokacjami, L - szerokość warstwy bezpostaciowej, Q - kąt różnicy orientacji krystalograficznej

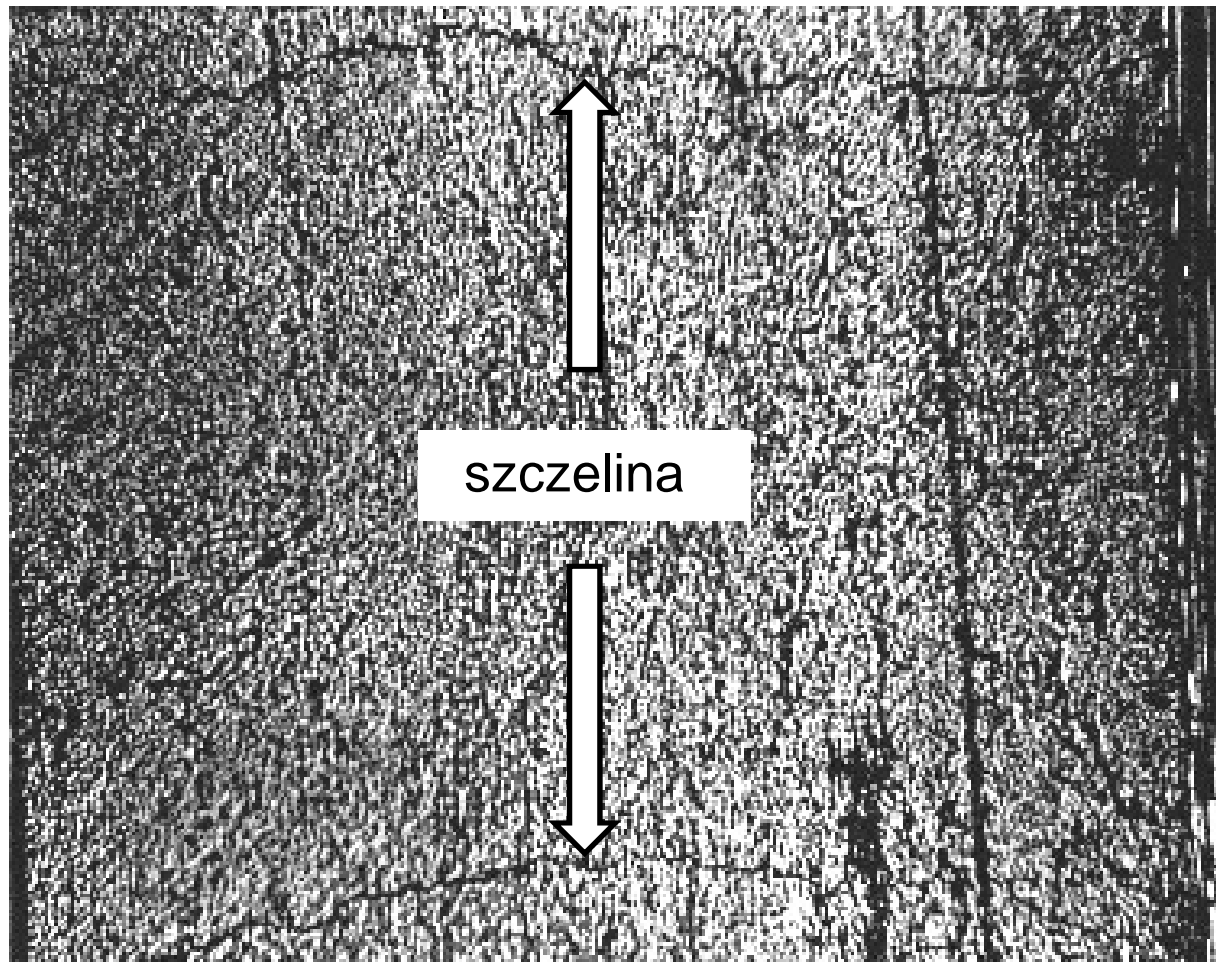
DEFEKTY PŁASKIE – GRANICE MIĘDZYZIARNOWE

Granice między ziarnami różnych faz nazywa się granicami międzyfazowymi.

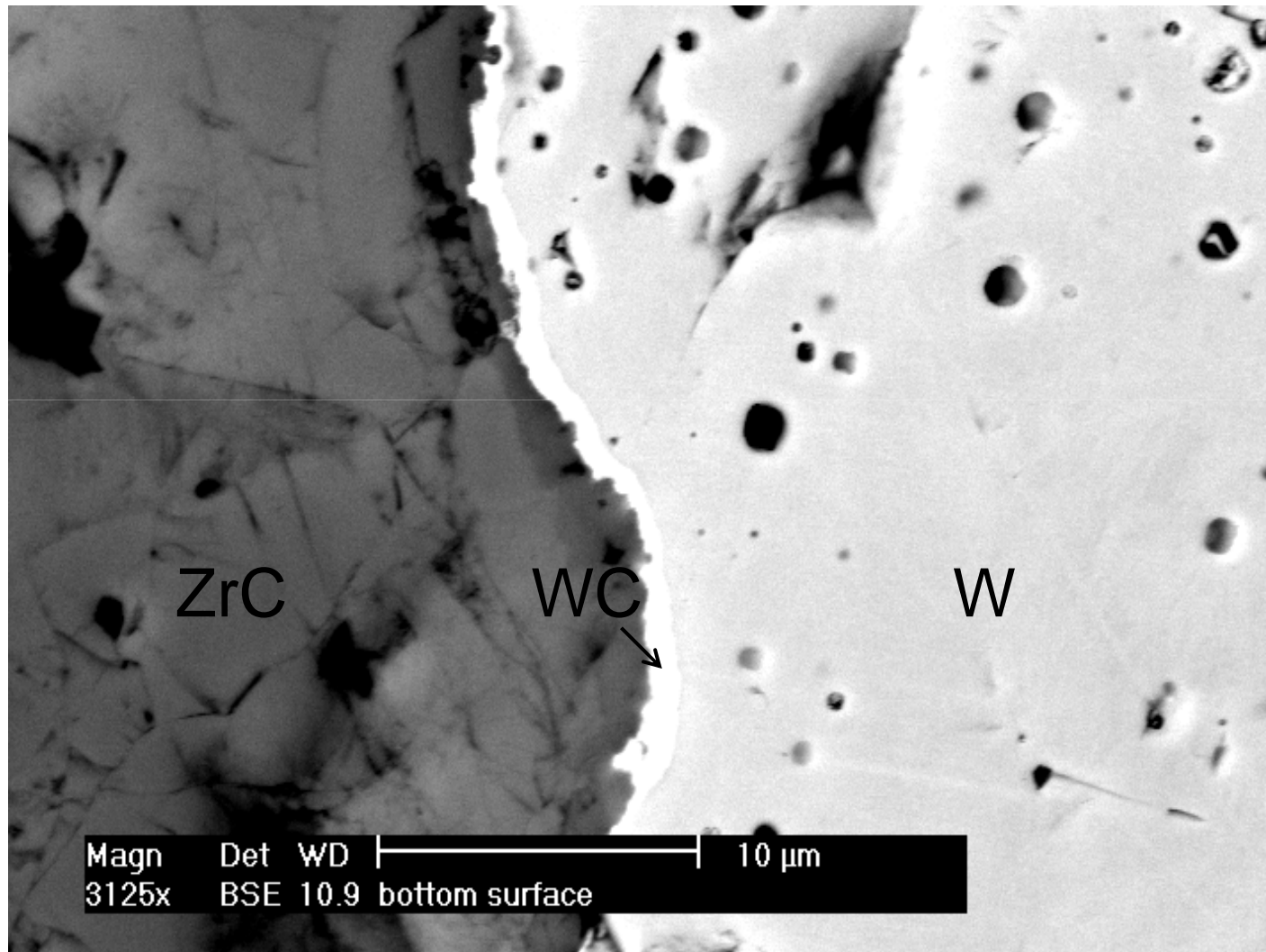
Dzieli się je na: a) koherentne, b) niekoherentne i c) półkoherentne.



DEFEKTY PRZESTRZENNE – SZCZELINY



DEFEKTY PRZESTRZENNE – PORY



KONIEC