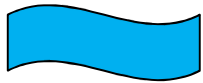


## Co powoduje spójność kryształu?

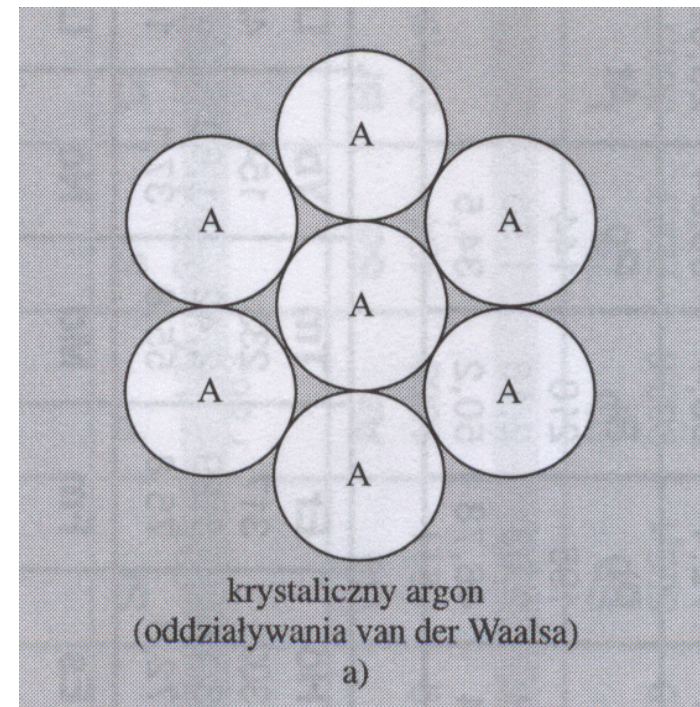
- **Oddziaływanie elektrostatyczne** przyciągające między ujemnymi ładunkami elektronów a dodatnimi ładunkami jąder.
- Oddziaływanie magnetyczne – bardzo mały wpływ na wiązanie.
- Oddziaływanie grawitacyjne – całkowicie do zaniedbania.

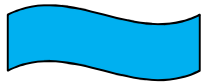
**Energia wiązania = Energia atomów swobodnych – energia kryształu**



# Rodzaje wiązań

- ▶ **Gazy szlachetne**
- ▶ Całkowicie zamknięte powłoki
- ▶ Struktura o możliwie najgęstszym upakowaniu (siły van der Waalsa)
- ▶ Efekty korelacji ruchu elektronów - energia potencjalna oddziaływania  $\sim 1/r^6$
- ▶ **Energia wiązania na atom:**  
**neon 0,02 eV**  
**kсенon 0,17 eV**

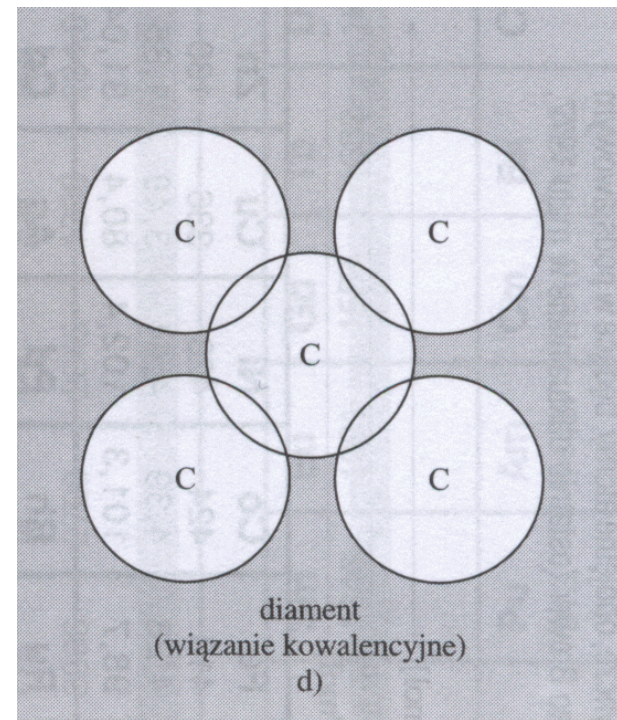
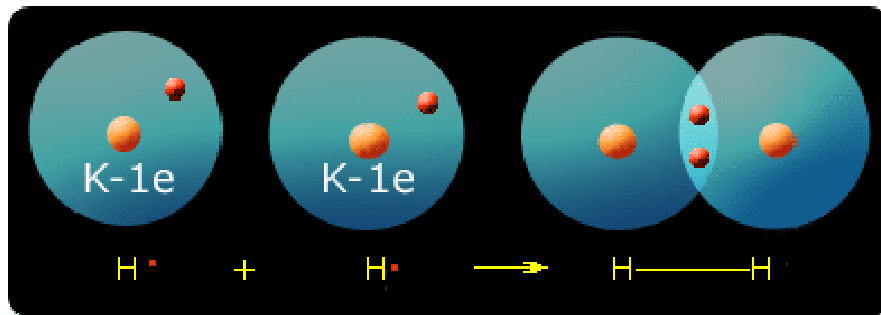


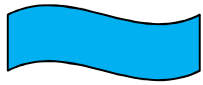


## Wykład 12

# Wiązania kowalencyjne

- ▶ Wiązanie kowalencyjne związane jest z „nagromadzeniem” ładunku pomiędzy atomami tworzącymi cząsteczkę lub ciało stałe. Tak samo jak w cząsteczce wodoru.





## Wykład 12

# Wiązania kowalencyjne

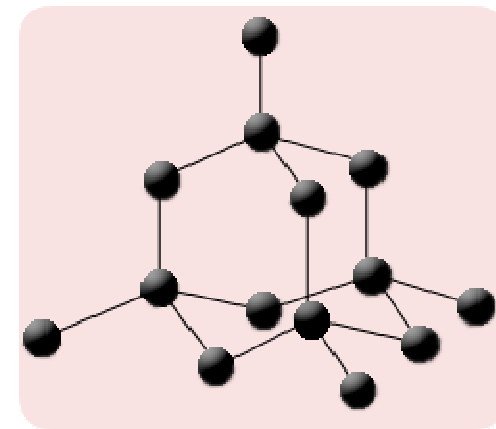
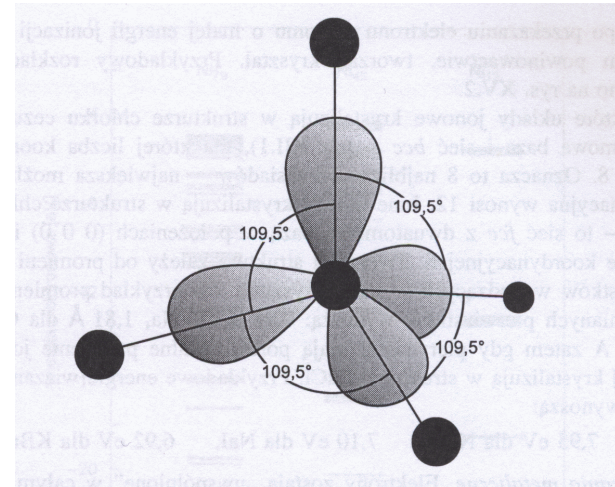
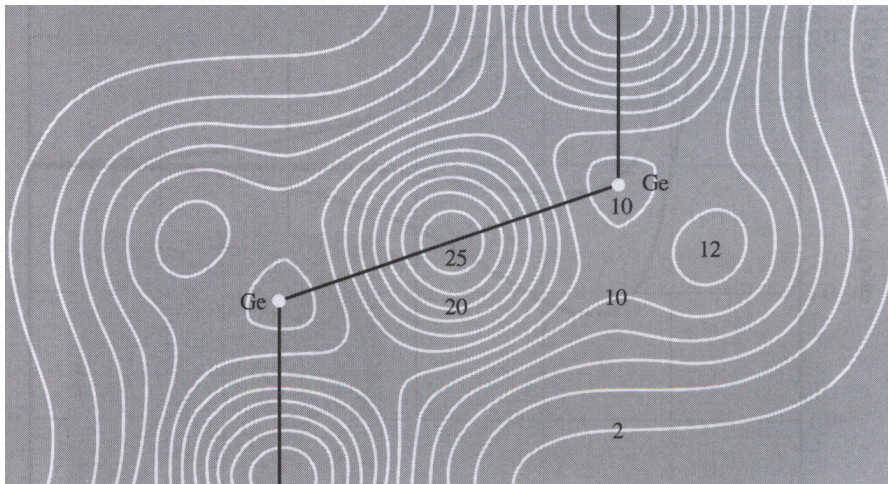
- ▶ W kryształach najczęściej występuje wiązanie typu  $sp^3$ .
- ▶ Przykład: diament, Si, Ge,  $A_{III}B_V$  i  $A_{II}B_{VI}$

### Energia wiązania na atom:

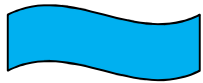
**C (diament) 7.30 eV**

**Si 4.64 eV**

**Ge 3.87 eV**

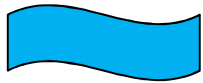


C. Kittel



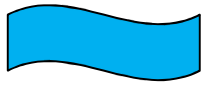
## Wiązania jonowe

- ▶ **Energia jonizacji** – energia, którą trzeba dostarczyć, żeby usunąć elektron z neutralnego jonu.
- ▶ **Powinowactwo elektronowe** – energia, która jest uzyskiwana gdy dodatkowy elektron zostaje związany przez neutralny atom.
- ▶ Wiązanie takie tworzy się, gdy pierwiastek o **małej energii jonizacji** łączy się z **pierwiastkiem o dużym powinowactwie**.



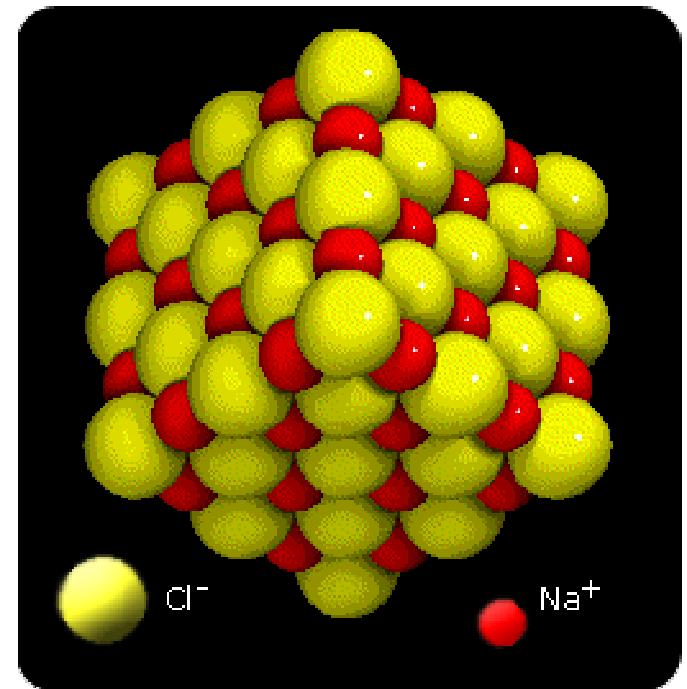
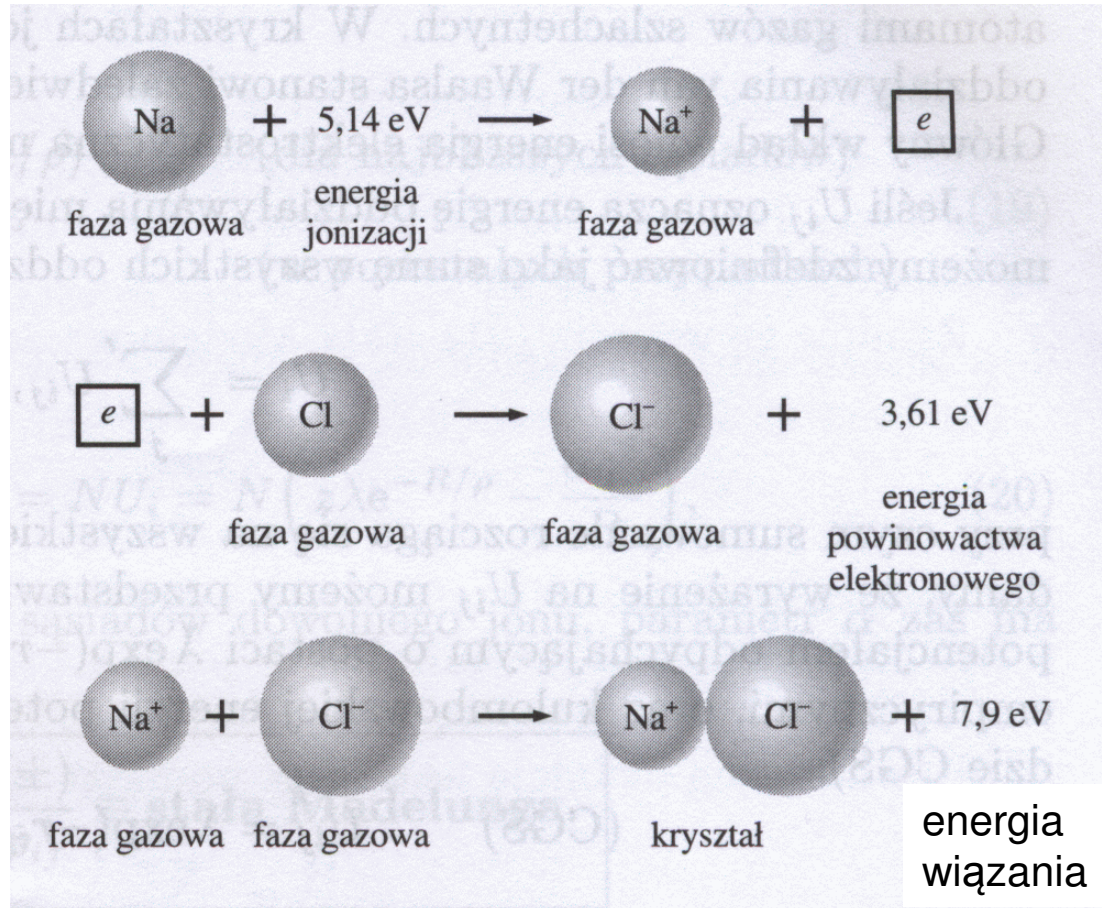
# Wiązania jonowe

Pierwiastek	Energia powinowactwa elektronowego	Pierwiastek	Energia powinowactwa elektronowego
H	0,7542 eV	Si	1,39 eV
Li	0,62	P	0,74
C	1,27	S	2,08
O	1,46	Cl	3,61
F	3,40	Br	3,36
Na	0,55	I	3,06
Al	0,46	K	0,50



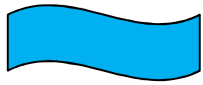
# Wykład 12

## NaCl



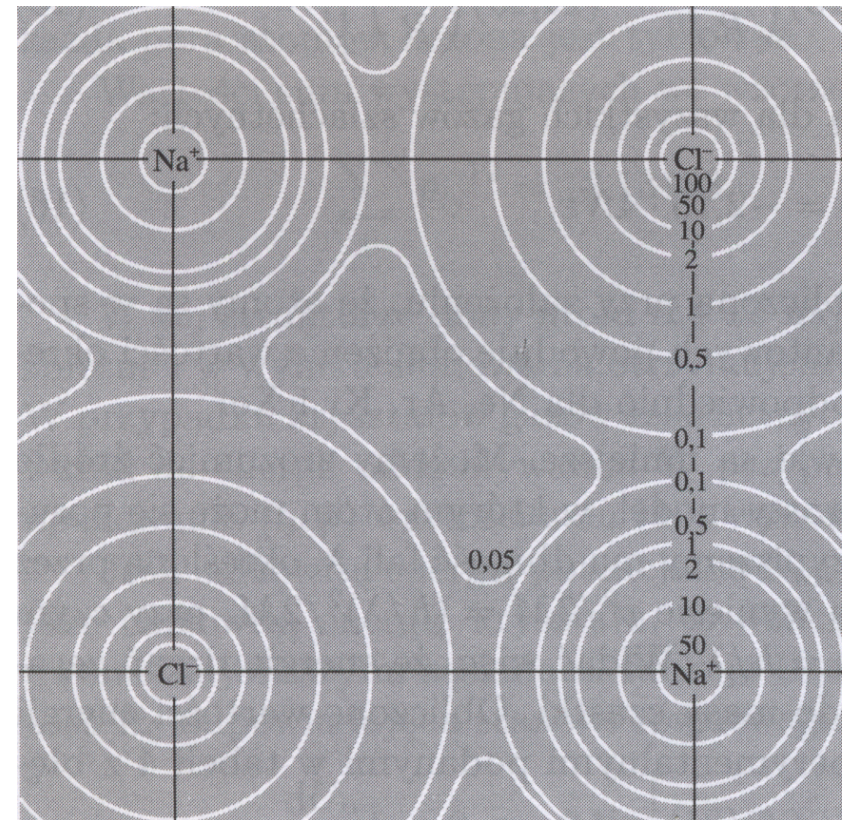
$$\text{Energia kohezji} = 7,9 \text{ eV} - 5,14 \text{ eV} + 3,61 \text{ eV} = 6,37 \text{ eV}$$

C. Kittel

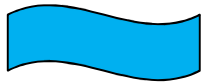


# Wiązania jonowe

- ▶ **Energia wiązania na parę jonów:**
- ▶ **NaCl**                    **7.95 eV**
- ▶ **NaI**                        **7.10 eV**
- ▶ **KBr**                        **6.92 eV**
- ▶ W kryształach jonowych jest niemożliwe, żeby elektrony poruszały się prawie swobodnie pomiędzy jonami, chyba że dostarczymy dużą energię. Dlatego ciała stałe o wiązaniach jonowych są nieprzewodzące.
- ▶ W wysokich temperaturach – przewodnictwo jonowe.

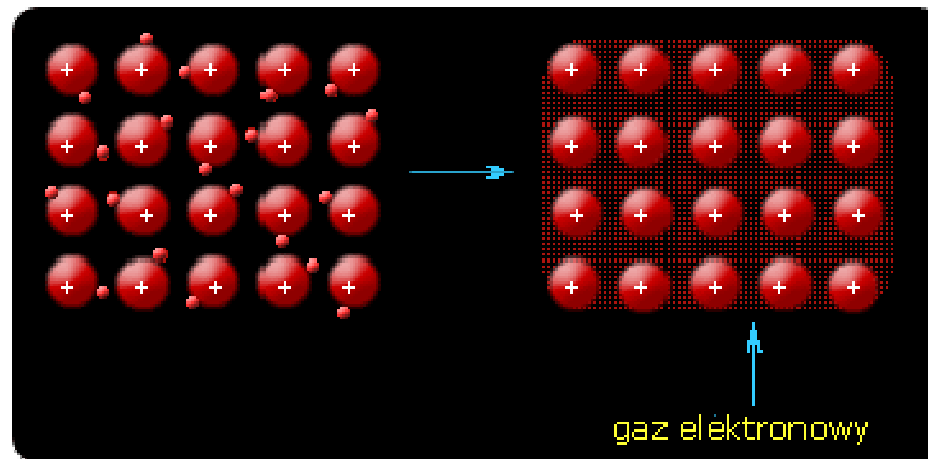


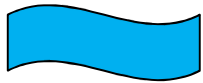




## Wiązania metaliczne

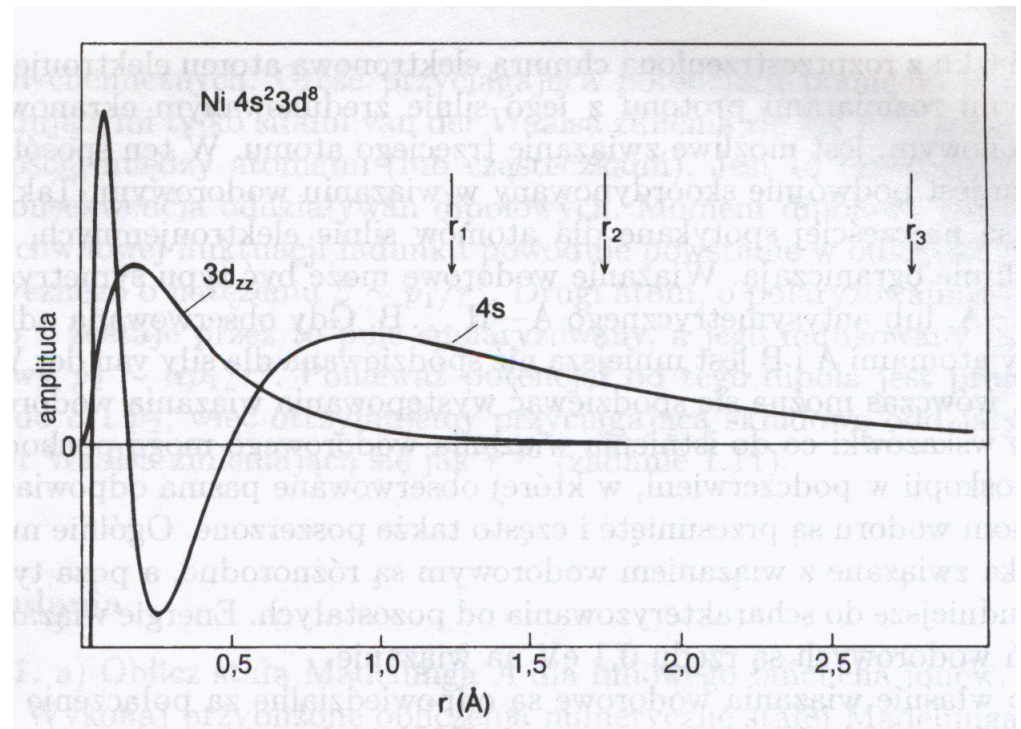
- ▶ Elektrony zostają „uwspólnione” w całym kryształ. Są zdelokalizowane i tworzą izotropowy rozkład ładunku.
- ▶ Jony dodatnie są zanurzone w morzu gęstości ładunku ujemnego.



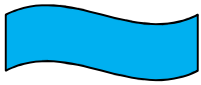


# Wiązania metaliczne

- ▶ Metale alkaliczne: Li, Na, K, Rb, Cs – powłoka s jest zajmowana przez 1 elektron.
- ▶ Wapniowce: Be, Mg, Ca, Sr, Ba – przekrywanie pasma s (zajętego przez 2 elektrony) i pustego pasma p.
- ▶ Metale przejściowe – niezapełniona powłoka d. Elektrony z powłoki d tworzą „kowalencyjną ramę” (dodatkowe siły wiązania)

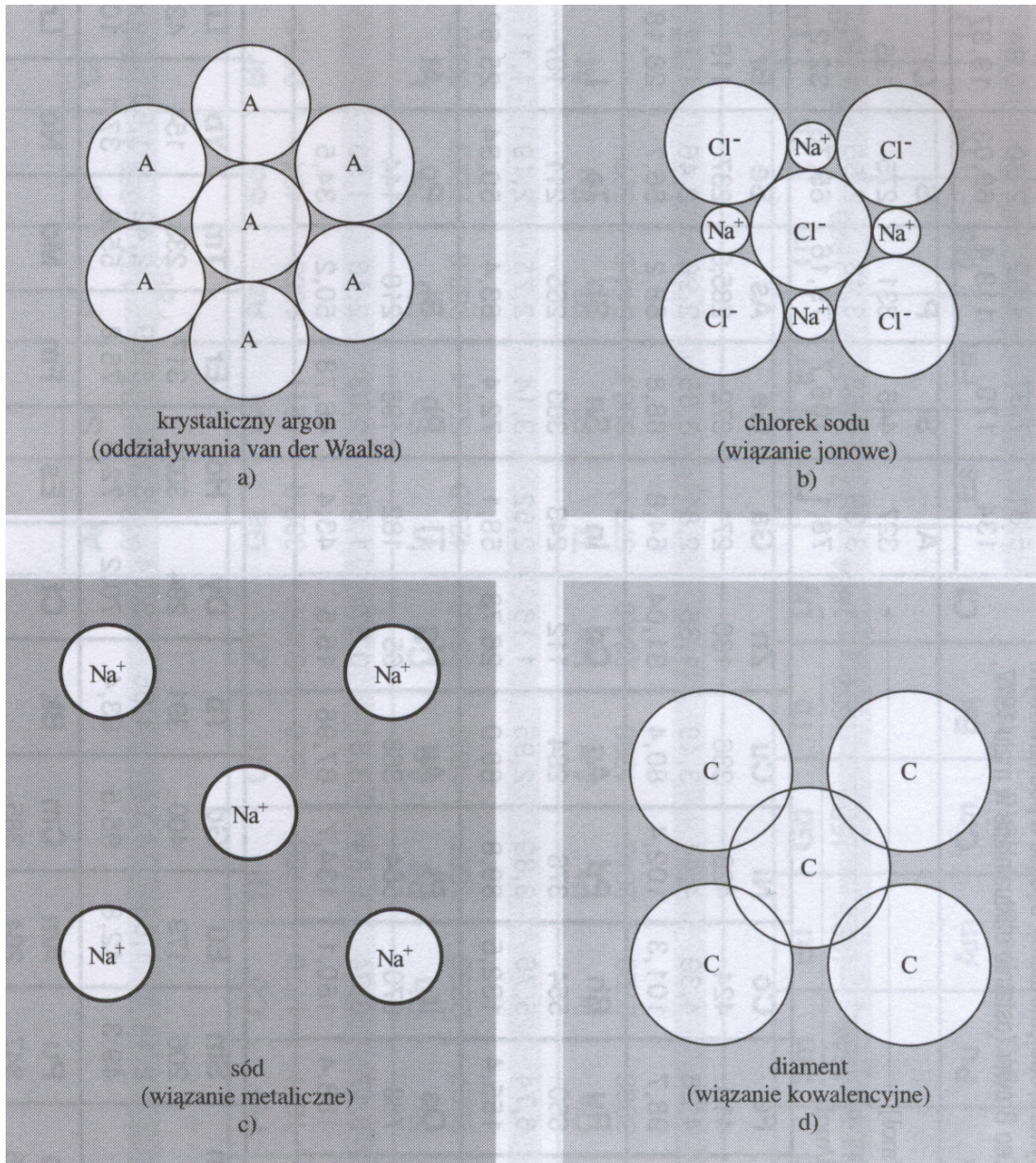


( $r_1, r_2, r_3, \dots$  - połowa odległości do 1, 2, 3 sąsiadów...)



# Wykład 12

# Rodzaje wiązań



Opis teoretyczny zachowania elektronów  
w kryształach...

Jak do tego podejść?