

Materiały na styki elektryczne

Zestyk:

- zespół dwóch (lub więcej) styków,
- element szeregowy toru prądowego.

Podział zestyków:

- ruchome rozłączne (łączniki),
- ruchome nierozłączne (zestyki ślizgowe),
- nieruchome (zaciski).

Zestyki rozłączne:

- elementy wyłączników, odłączników, przełączników, styczników, przekaźników, itp.,
- styk stały (nieruchomy),
- styk ruchomy - przestawiany przez napęd (ręczny, sprężynowy, silnikowy, elektromagnesowy).

Łączniki słaboprądowe:

- przekaźniki, kontaktrony, łączniki teletechniczne itp.,
- prądy < 1 A, napięcia < 20 V,
- nie powstaje łuk elektryczny przy otwieraniu zestyku,
- wymagana mała rezystancja zestyku.

Stosowane materiały:

- srebro,
- platyna,
- pallad,
- stop srebro-kadm,
- stop srebro-pallad.

Łączniki niskiego napięcia na średnie prądy:

- prądy od kilku do kilkudziesięciu amperów,
- napięcia < 1000 V,
- styki narażone są na łuk elektryczny o umiarkowanej mocy,
- materiał stykowy odporny na utlenianie, upalanie i sklejanie.

Stosowane materiały:

- wolfram,
- stop srebro-tlenek kadmu,
- stop srebro-wolfram,
- stop srebro-grafit,
- stop srebro-nikiel.

Łączniki silnoprądowe niskiego i wysokiego napięcia:

- prądy rzędu setek i tysięcy amperów,
- napięcia - setki woltów do setek kilowoltów,
- narażenie na łuk elektryczny dużej i bardzo dużej mocy,
- wymagany silny docisk styków.

Stosowane materiały:

- molibden,
- spiek wolfram-miedź,
- spiek wolfram-srebro-nikiel.

Zestyki ślizgowe:

- przemieszczają się względem siebie nie tracąc kontaktu,
- trakcja elektryczna (szczotka pantografu i przewód trakcyjny),
- silnik pierścieniowy (szczotka grafitowa i pierścień z brązu).

Szczotki zestyków ślizgowych:

- mała rezystywność,
- mały współczynnik tarcia,
- mała ścieralność,
- duża wytrzymałość mechaniczna.

Szczotki metalografitowe:

- spiekany sproszkowany grafit z proszkami metalu lub stopu,
- szczotki srebrowo-grafitowe, miedziowo-grafitowe, brązowo-grafitowe (grafit plus stop Cu-Pb).

Szczotki węglografitowe:

- proszki grafitu, sadzy, koksu, prasowane i wypalane,
- szczotki twarde lub średnio twarde.

Szczotki grafitowe:

- sproszkowany grafit prasowany i wypalany,
- własności zależą od temperatury wypalania (200...1000 °C).

Szczotki elektrografitowe:

- proszki grafitu, sadzy, koksu, prasowane,
- proces grafityzacji w temperaturze ok. 3000 °C.

Styki współpracujące ze szczotkami:

- wykonuje się głównie ze stopów metali,
- przewody jezdne w sieci trakcyjnej: brąz kadmowy (Cu + 1% Cd),
- pierścienie ślizgowe maszyn elektrycznych: brąz berylowy (Cu + 2% Be).

Materiały na termopary

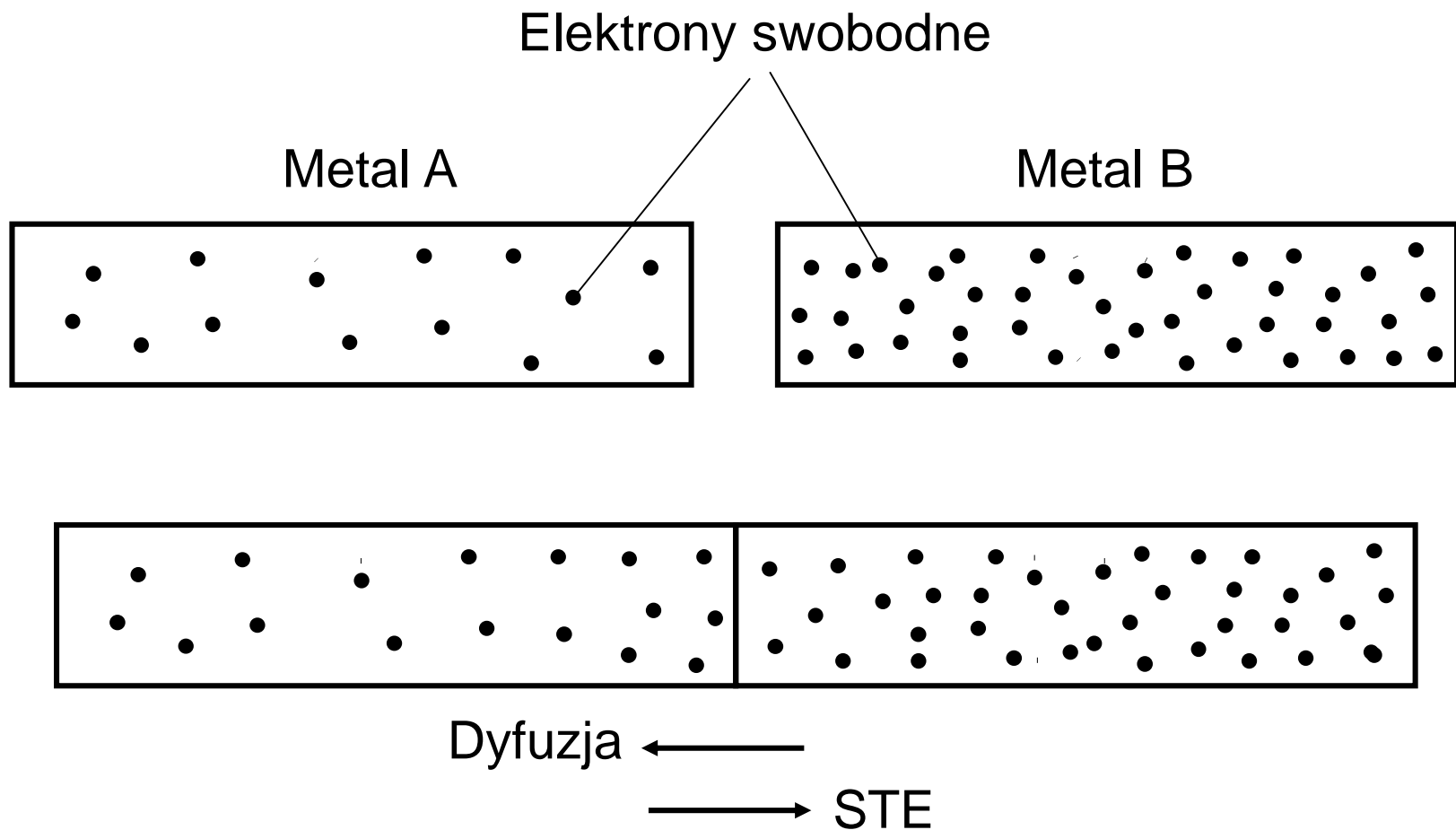
Z termopar (termoelementów) wykonuje się termometry, głównie do kontaktowego, punktowego pomiaru temperatury.

Termometry termoelektryczne stosuje się m.in. w urządzeniach i procesach przemysłowych.

Stosuje się je tam, gdzie jest potrzebna ciągła kontrola (rejestracja, regulacja, stabilizacja) temperatury.

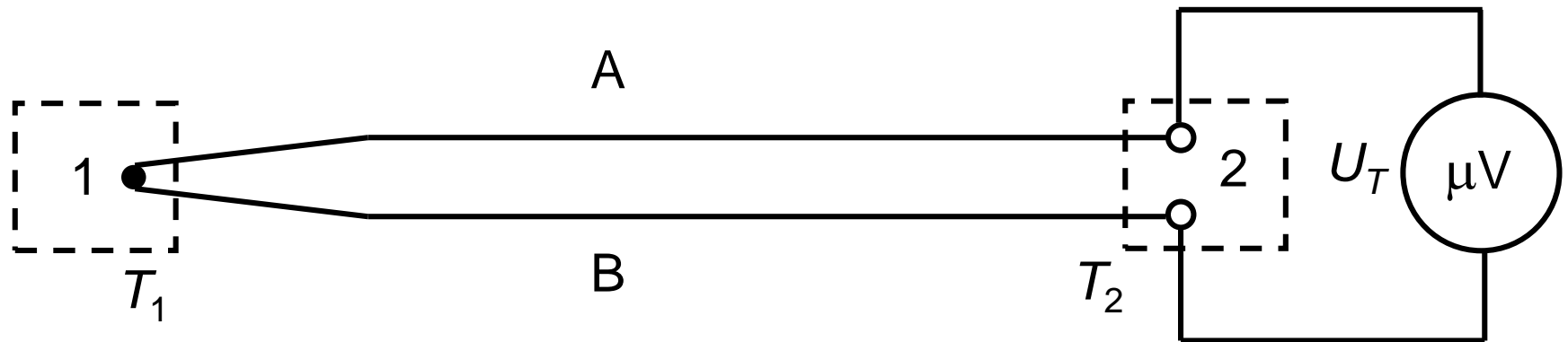
Materiały termoelektryczne:

- własność: wymagana wysoka intensywność zjawisk termoelektrycznych,
- zjawisko Seebecka - kontaktowa różnica potencjałów (siła termoelektryczna STE),
- przyczyna kontaktowej różnicy potencjałów:
 - różnice gęstości elektronów swobodnych w przewodnikach,
 - zależność koncentracji elektronów od temperatury przewodnika.



Szkic ilustrujący powstawanie siły termoelektrycznej (STE):

- dyfuzja elektronów z metalu B przez złącze do metalu A,
- powstająca na złączu kontaktowa siła termoelektryczna hamuje dyfuzję,
- równowaga sił na poziomie zależnym od temperatury złącza,
- wartość STE jest większa, im wyższa jest temperatura złącza.



Schemat elektryczny termometru termoelektrycznego:

A i B - elementy termopary wykonane z różnych materiałów termoelektrycznych,

1 - złącze termopary,

2 - wolne końce termopary,

T_1 - temperatura złącza,

T_2 - temperatura odniesienia,

μV - mikrowoltomierz.

Wartość napięcia U_T wskazywanego przez mikrowoltomierz:

$$U_T = \Delta e_T (T_1 - T_2)$$

gdzie:

$$\Delta e_T = e_{TA} - e_{TB},$$

e_{TA} , e_{TB} - jednostkowe siły termoelektryczne w odniesieniu do platyny.

Wartości jednostkowej siły termoelektrycznej w odniesieniu do platyny oraz maksymalne temperatury pracy wybranych materiałów termoelektrycznych:

Materiał	Skład	e_T [$\mu\text{V}\cdot\text{K}^{-1}$]	$T_{max.}$ [$^{\circ}\text{C}$]
Nichrom	Ni80Cr20	+22,0	1000
Żelazo	Fe	+18,0	600
Molibden	Mo	+13,1	2000
Wolfram	W	+7,9	2000
Nikiel	Ni	-15,0	1000
Konstantan	Cu60Ni40	-35,0	600
Kopel	Cu56Ni44	-40,0	600

Wpływ miernika na wartość siły termoelektrycznej:

- końce 2 termopary połączone przewodem miedzianym pośrednio przez mikrowoltomierz,
- wartość siły termoelektrycznej między końcami 2:
 - STE (materiał A - Cu) + STE (Cu - materiał B) z uwzględnieniem ich znaku,
 - taka sama jak: STE (materiał A - materiał B).

Termometr:

$$U_T = \Delta e_T (T_1 - T_2), \quad T_1 = U_T / \Delta e_T + T_2$$

- niewiadoma: temperatura T_1 ,
- znana temperatura odniesienia T_2 ,
- znana różnica jednostkowych STE materiałów A i B,
- znana z pomiaru mikroamperomierzem wartość U_T ,
- skalę napięciową mikrowoltomierza zastępuje się skalą mierzonej temperatury.

Materiały na połączenia lutowane

Lutowanie - łączenie elementów metalowych za pomocą spoiny metalowej o temperaturze topnienia niższej niż metali łączonych.

Trwałe połączenie następuje dzięki zjawisku kohezji i płytkiej dyfuzji, spoiwo lutownicze wnika w mikropory materiału lutowanego.

Luty miękkie:

- temperatura topnienia poniżej 400...500 °C,
- wytrzymałość na rozciąganie 20...80 MPa,
- połączenia przewodzące i uszczelniające,
- stop ołowiu i cyny PbSn50 o temperaturze topnienia 209 °C (wycofany przez dyrektywę UE),
- lut cynkowy ZnAl14 o temperaturze topnienia 300 °C do łączenia części aluminiowych (w atmosferze ochronnej).

Luty bezołowiowe (temperatura topnienia 215...220 °C):

- SnAg4, SnCu0,8 (do zastosowań elektronicznych),
- SnCu3 (do zastosowań elektrotechnicznych i instalacyjnych).

Luty twarde:

- temperatura topnienia powyżej 400...500°C,
- połączenia przewodzące i uszczelniające obciążone mechanicznie.

Typowe luty twarde:

- luty mosiężne, CuZn37, temp. topn. 910°C
- luty srebrne, AgCu25Zn2, temp. topn. 715°C
- luty miedziane, CuAg1, temp. topn. 1070°C

Topniki:

- kalafonia, kwas solny, chlorek cynku, boraks ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$),
- usuwają tlenki i inne zanieczyszczenia z lutowanych powierzchni,
- zapobiegają utlenianiu (odcięcie kontaktu z powietrzem),
- ułatwiają topnienie i zwiększają płynność lutu.

Lutownice:

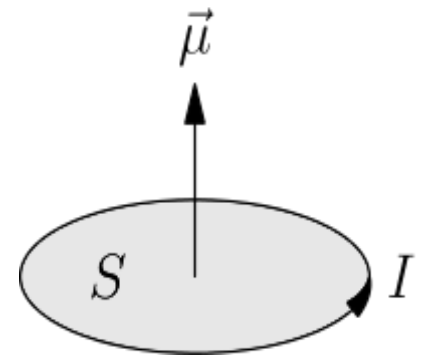
- lutownice elektryczne (transformatorowe, grzałkowe),
- stacje lutownicze na gorące powietrze,
- palniki benzynowe i acetylenowo-tlenowe.

MATERIAŁY MAGNETYCZNE

Zjawiska magnetyczne w ośrodkach materialnych

Rodzaje trwałych dipolowych momentów magnetycznych:

- jądrowy obrotowy,
- elektronowy orbitalny,
- elektronowy spinowy, związany z momentem obrotowym elektronu (spinem).



Wypadkowy trwały moment magnetyczny atomu:

- suma wektorowa momentów jądra i wszystkich elektronów,
- decydują magnetyczne momenty spinowe elektronów.

Wartości spinowych momentów magnetycznych elektronów:

$$+\frac{1}{2} \quad \text{lub} \quad -\frac{1}{2}$$

Kompensują się wzajemnie na tej samej podpowłoce elektronowej.

Liczba nieskompensowanych momentów magnetycznych:

5 dla Mn - $1s^2, 2s^2 2p^6, 3s^2 3p^6 3d^5, 4s^2$

4 dla Fe - $1s^2, 2s^2 2p^6, 3s^2 3p^6 3d^6, 4s^2$

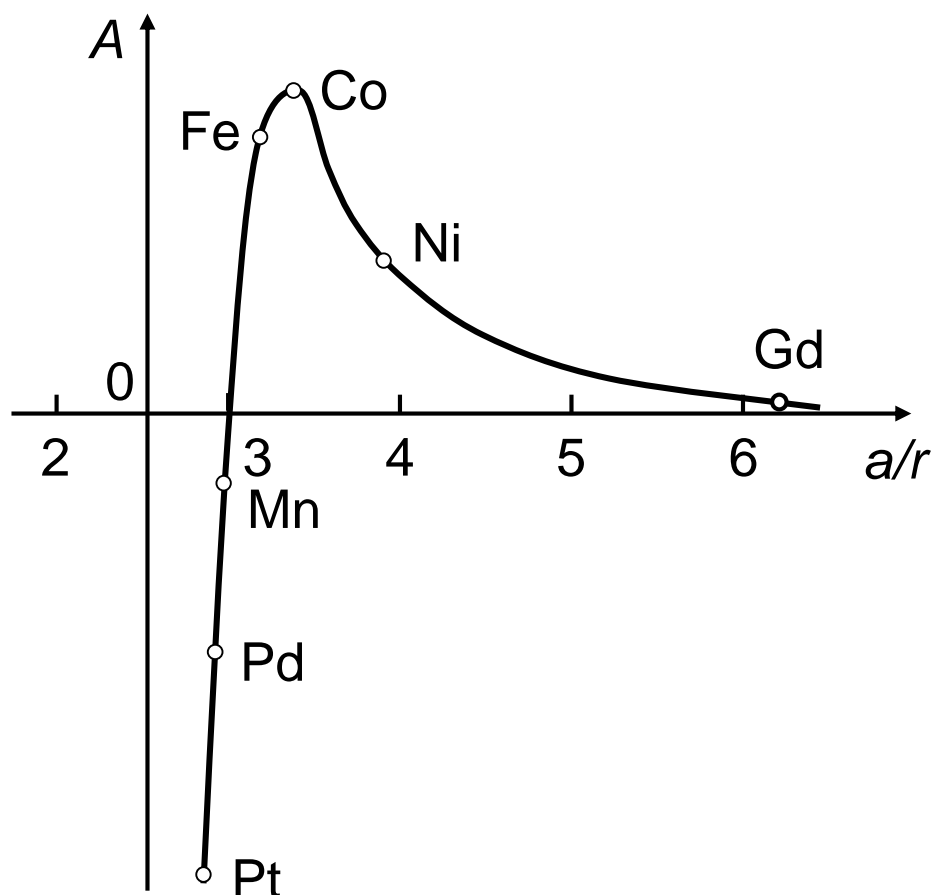
3 dla Co - $1s^2, 2s^2 2p^6, 3s^2 3p^6 3d^7, 4s^2$

2 dla Ni - $1s^2, 2s^2 2p^6, 3s^2 3p^6 3d^8, 4s^2$

Zmniejszenie momentów magnetycznych w materiale.

Moment magnetyczny indukowany polem magnetycznym zewnętrznym.

Oddziaływanie momentów magnetycznych - energia wymiany.



Zależność energii wymiany A wybranych pierwiastków od stosunku odległości międzyatomowych a do promienia atomu r

Przenikalność magnetyczna μ

$$\mu = \frac{B}{H}$$

B - indukcja magnetyczna,
 H - natężenie pola magnetycznego.

Przenikalność magnetyczna próżni:

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ H} \cdot \text{m}^{-1} \approx 1,2566 \cdot 10^{-6} \text{ H} \cdot \text{m}^{-1}$$

Względna przenikalność magnetyczna: $\mu_r = \frac{\mu}{\mu_0}$

Efekty magnetyczne - kryterium podziału materiałów

Efekt diamagnetyczny - diamagnetyki:

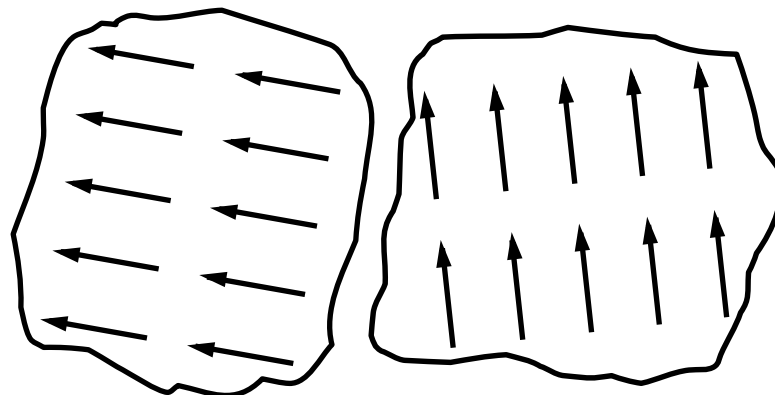
- momenty magnetyczne trwałe zerowe lub bardzo bliskie zera,
- moment magnetyczny indukowany skierowany przeciwnie do zewnętrznego pola magnetycznego,
- osłabienie zewnętrznego pola magnetycznego,
- μ_r nieco mniejsza od 1,
- μ_r dla Ag wynosi 0,99998,
- diamagnetyki: Ag, Au, Cu, Zn, Bi, C, Cd, Hg, Pb, S.

Efekt paramagnetyczny - paramagnetyki:

- stosunek odległości między atomami do ich promienia **$a/r > 6,2$** ,
- wartość energii wymiany między dipolami **$A = 0$** ,
- brak wpływu sąsiednich atomów na ich orientację przestrzenną,
- moment magnetyczny własny skierowany zgodnie z zewnętrznym polem magnetycznym,
- wzmocnienie zewnętrznego pola magnetycznego,
- μ_r nieco większa od 1,
- μ_r dla Al wynosi 1,00002,
- paramagnetyki: Al, Li, Na, K, Mg, Sn, V, W.

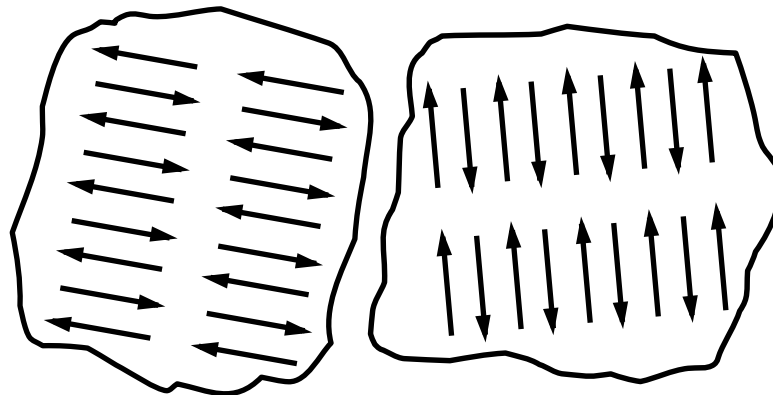
Efekt ferromagnetyczny - ferromagnetyki:

- stosunek odległości między atomami do ich promienia
 $3,0 < a/r < 6,2$
- wartość energii wymiany między dipolami **$A \gg 0$** ,
- równoległe zgodne ustawienie się dipoli magnetycznych atomów bez udziału zewnętrznego pola magnetycznego,
- domeny magnetyczne o wymiarach 10...100 μm ,
- ściankami Blocha o grubości 10...100 nm,
- μ_r od 10^2 do 10^6 ,
- rozrost domen o orientacji zbliżonej do kierunku zewnętrznego pola magnetycznego,
- ferromagnetyki: **Fe, Co, Ni** i ich stopy, stopy Mn z Sb, As i N.



Efekt antyferromagnetyczny - antyferromagnetyki:

- stosunek odległości między atomami do ich promienia $a/r < 3,0$,
- wartość energii wymiany między dipolami $A < 0$,
- równoległe przeciwne ustawienie się dipoli magnetycznych atomów bez udziału zewnętrznego pola magnetycznego,
- dwa sąsiednie antyrównoległe dipole tworzą zamknięty obwód magnetyczny,
- μ_r nieco większa od 1,
- antyferromagnetyki: np. tlenki metali ferromagnetycznych, tlenek żelazawy FeO i tlenek niklu NiO.



Efekt ferrimagnetyczny - ferrimagnetyki:

- stosunek odległości między atomami do ich promienia $a/r < 3,0$,
- wartość energii wymiany między dipolami $A > 0$,
- równoległe przeciwne ustawienie się dipoli magnetycznych atomów różnych pierwiastków,
- częściowe skompensowanie momentów magnetycznych par atomów,
- dipole atomów jednego pierwiastka ustawiają się antyferromagnetycznie, a drugiego ferromagnetycznie,
- μ_r jak dla ferromagnetyków,
- ferrimagnetyki: mieszanina tlenków - ferryty.

