

Materialy 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
- styki narażone są 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 średnietwarde

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

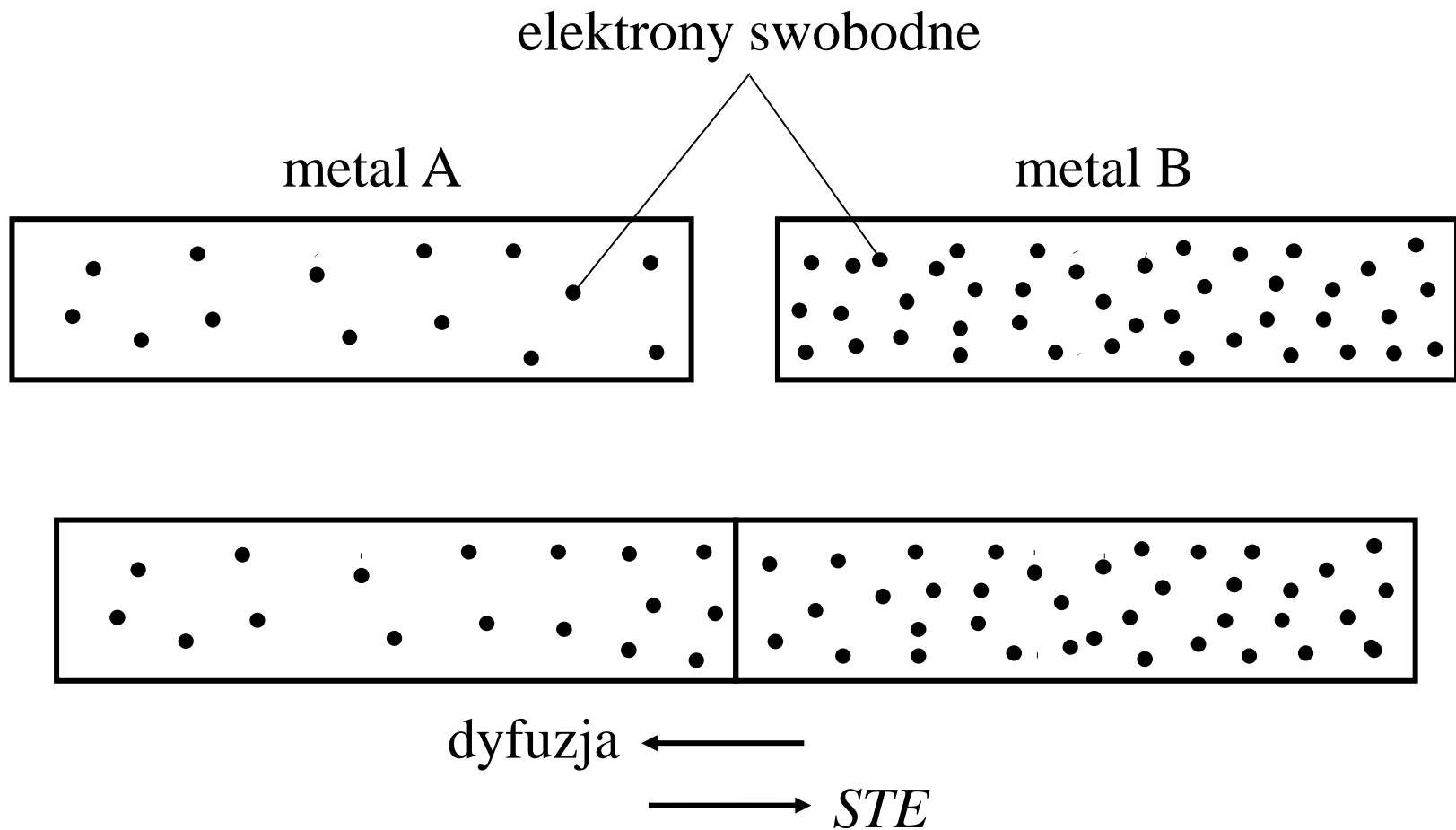
- wykonuje się głównie ze stopów metali
- przewody jezdne w sieci trakcyjnej: brąz kadmowy (Cu + 1% Cd)
- pierścienie ślizgowe maszyn elektrycznych: brąz berylowy (Cu + 2% Be)

Materialy na termopary

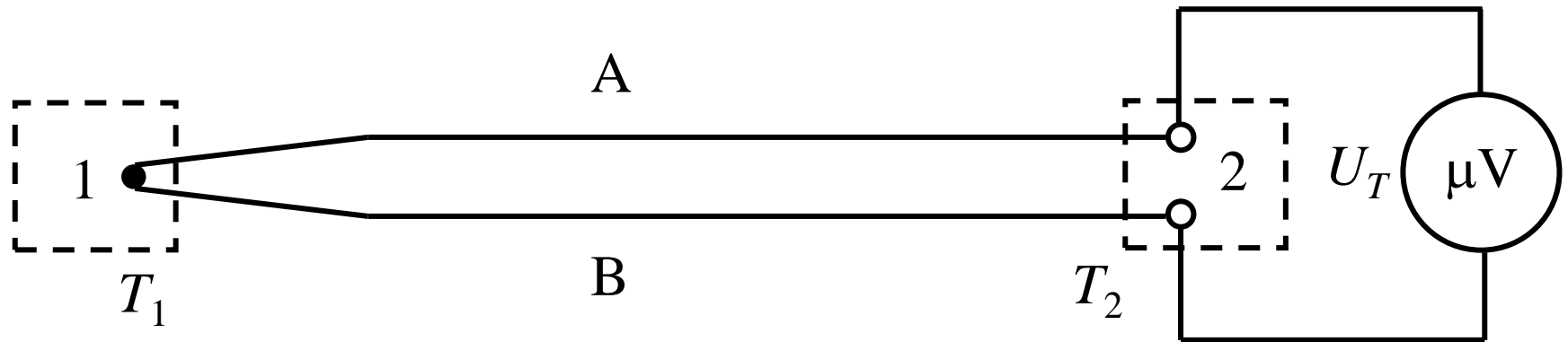
- z termopar (termoelementów) wykonuje się termometry, głównie do kontaktowego, punktowego pomiaru temperatury
- termometry termoelektryczne stosuje się m.in. w urządzeniach i procesach przemysłowych
- ciągła kontrola (rejestracja, regulacja, stabilizacja) temperatury

materiały termoelektryczne:

- własność: wysoka intensywnością 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



- równowaga sił na poziomie zależnym od temperatury złącza
- wartość *STE* - większa, im wyższa 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:

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

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

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

Material	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

- 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:

- określenie temperatury T_1
- znana temperatura odniesienia T_2
- znana różnica jednostkowych STE materiałów A i B
- zmierzona wartość U_T
- skalę napięciową mikrowoltomierza zastępuje się skalą 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
- 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:

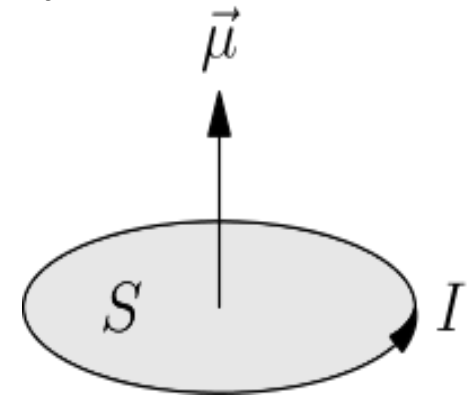
- lutownice elektryczne (transformatorowe, grzałkowe)
- stacje lutownicze na gorące powietrze
- palniki benzynowe i acetylenowo-tlenowe

MATERIAŁY MAGNETYCZNE

Zjawiska magnetyczne w ośrodkach materialnych

rodzaje trwałych dipolowych momentów magnetycznych:

- jądrowy
- 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:

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

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

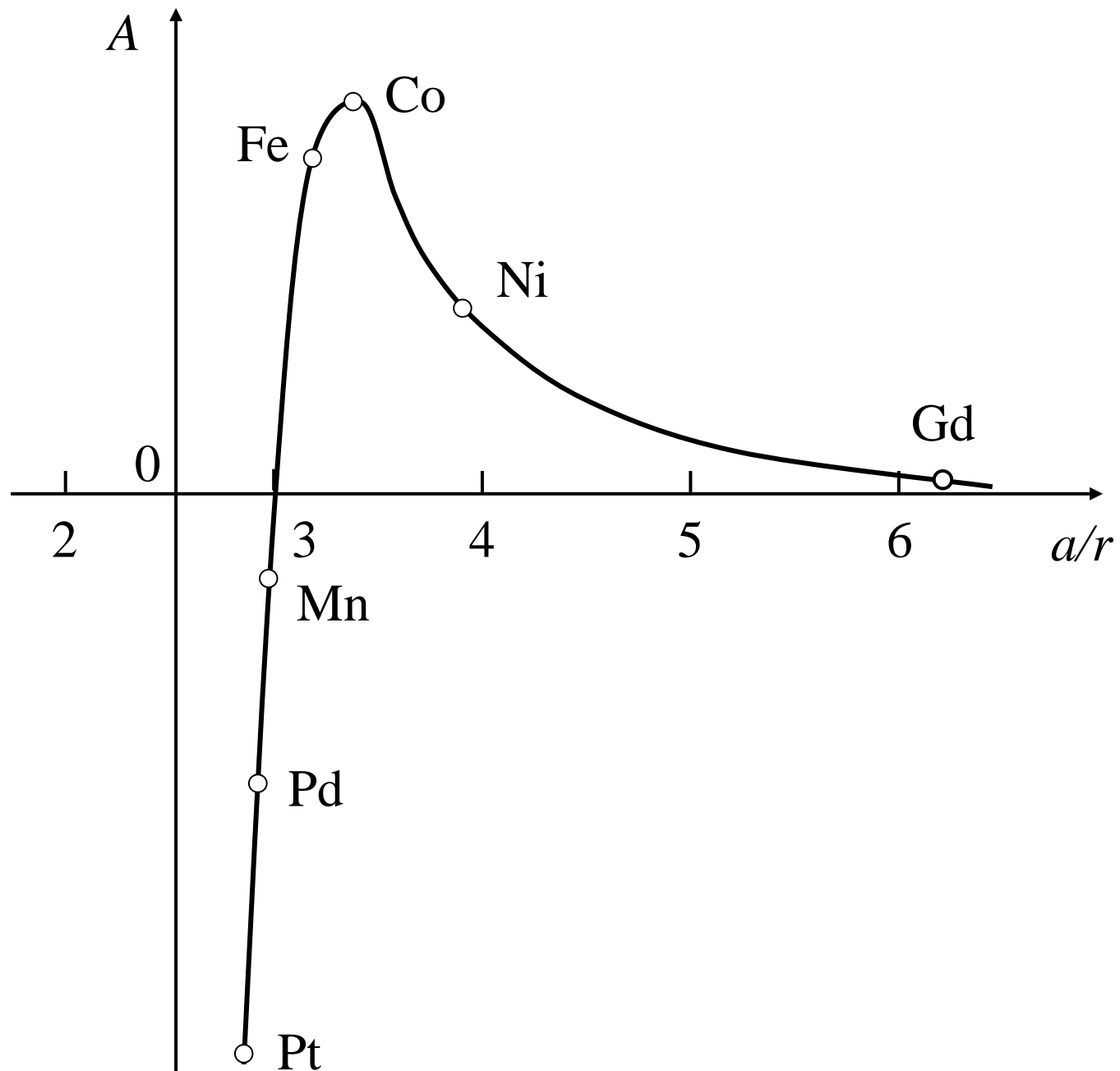
zmniejszenie momentów magnetycznych w materiale

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

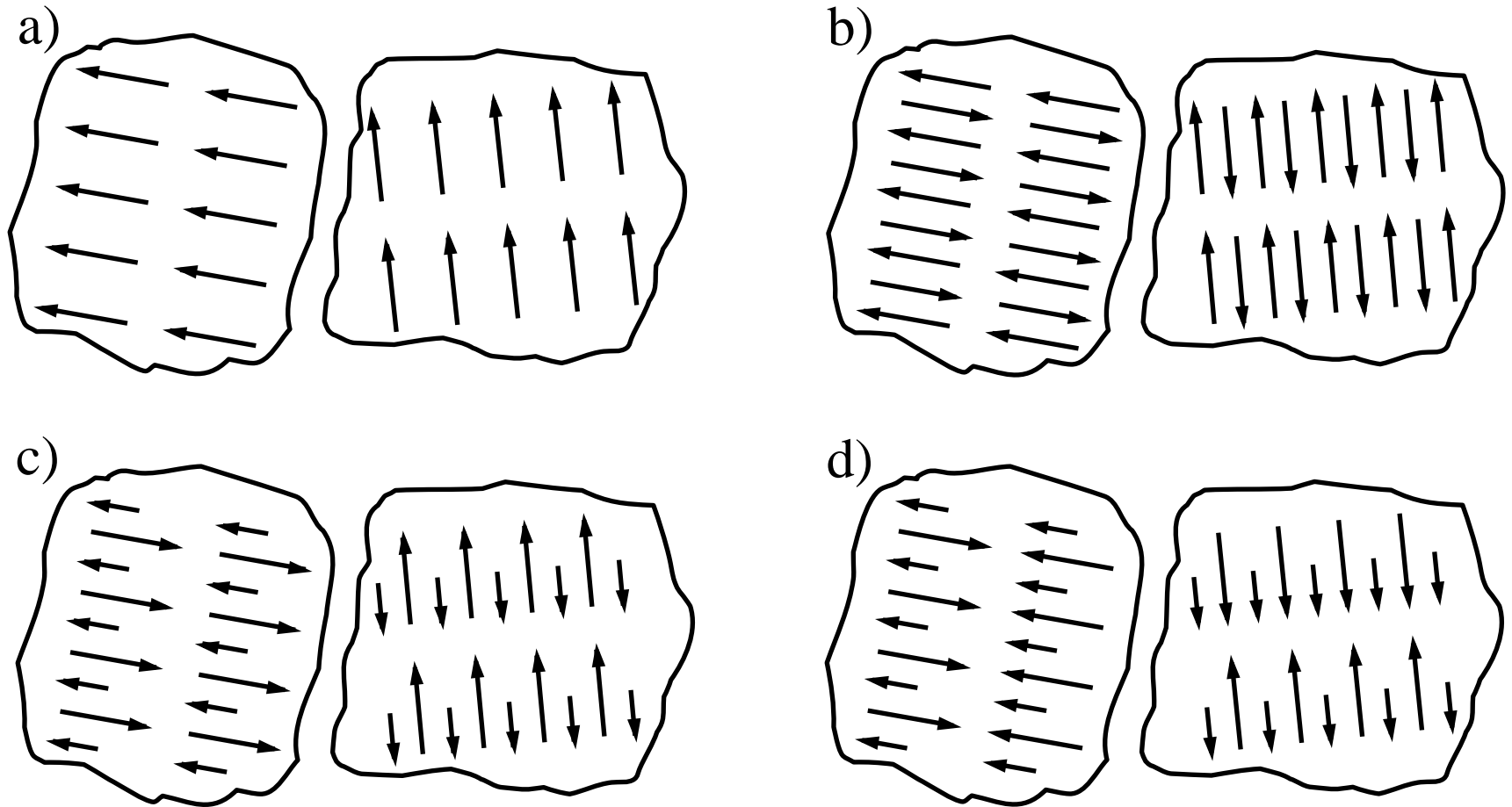
- momenty magnetyczne trwałe zerowe lub bardzo bliskie zera
- moment magnetyczny indukowany skierowany przeciwnie do zewnętrznego pola magnetycznego
- osłabienie zewnętrznego pola magnetycznego
- μ_r nieco mniejsza od 1
- μ_r dla Ag wynosi 0,99998
- diamagnetyki: Ag, Au, Cu, Zn, Bi, C, Cd, Hg, Pb, S,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

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**, ich stopy, stopy Mn z Sb, As i N



Schematyczne przedstawienie dipoli magnetycznych w sąsiednich domenach: a) ferromagnetyka, b) antyferromagnetyka, c) i d) ferrimagnetyka

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