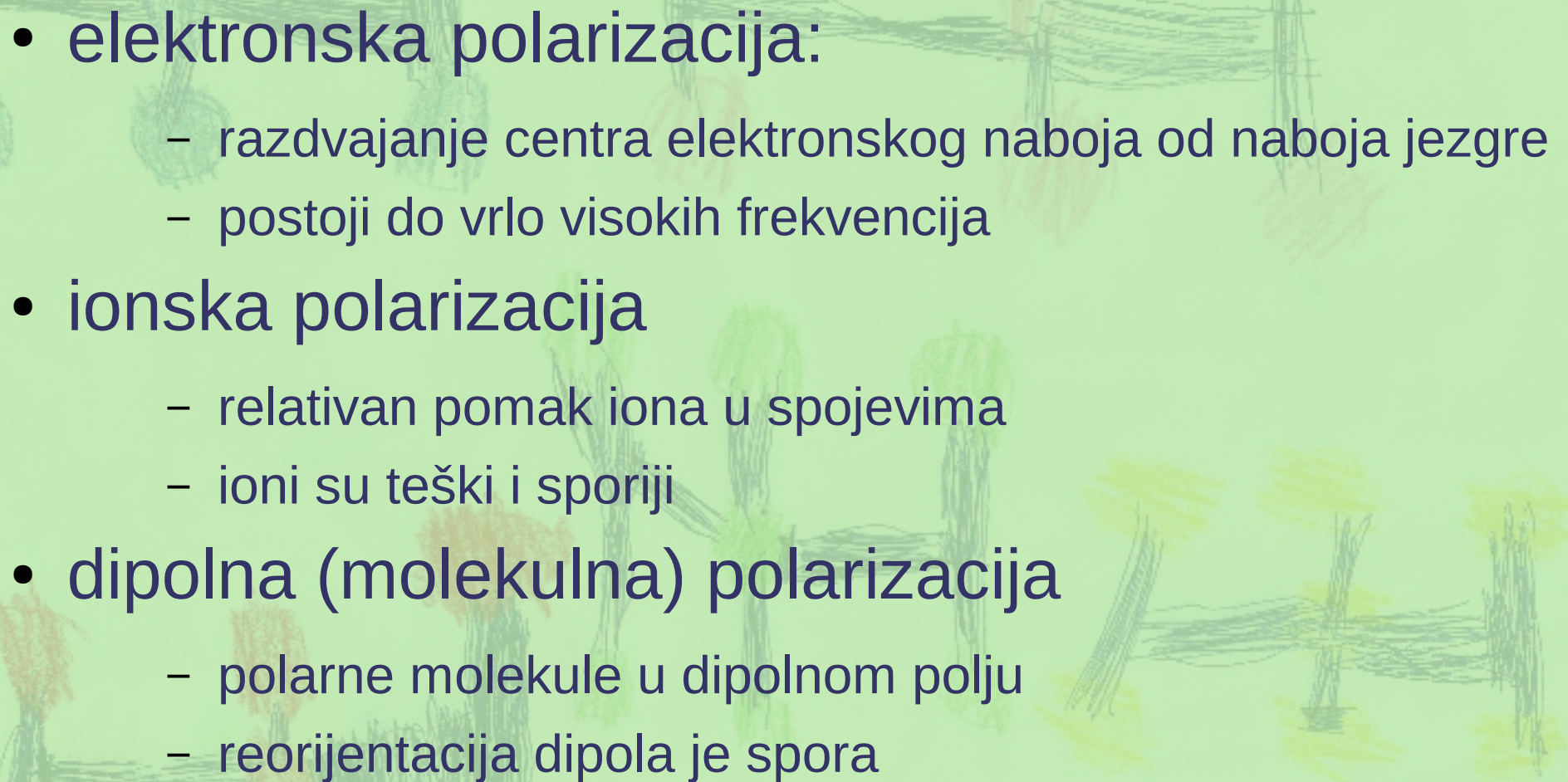


IX. DIELEKTRIČNA SVOJSTVA

- Dielektrik je materijal koji pokazuje svojstva polarizacije električnog naboja. To je izolator kod kojeg su polarizacijska svojstva važna.
- Polarizacijski efekti su frekvencijski ovisni.

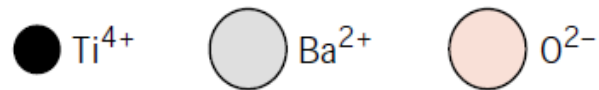
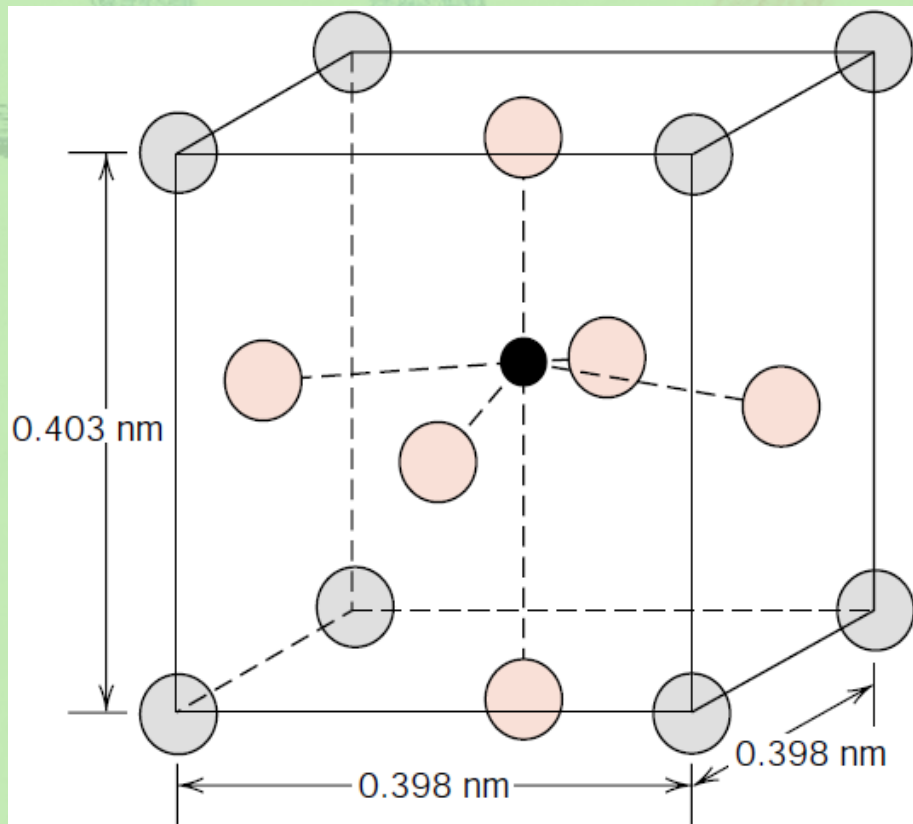
- 
- **elektronska polarizacija:**
 - razdvajanje centra elektronskog naboja od naboja jezgre
 - postoji do vrlo visokih frekvencija
 - **ionska polarizacija**
 - relativan pomak iona u spojevima
 - ioni su teški i sporiji
 - **dipolna (molekulna) polarizacija**
 - polarne molekule u dipolnom polju
 - reorijentacija dipola je spora

A. Polimerni dielektrici

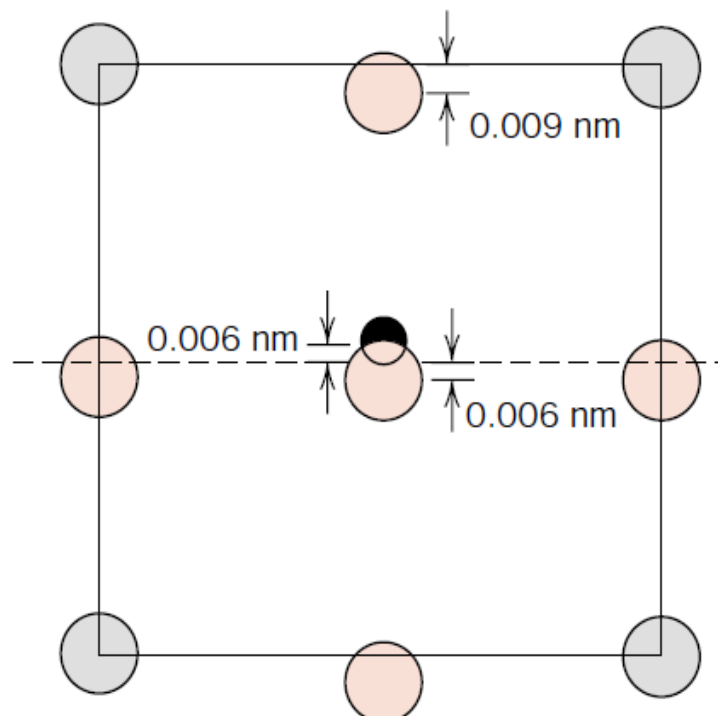
- javlja se samo "d" i "e" doprinos, a na niskim frekvencijama "d" često može dominirati pri $T > T_g$, dok smo za $T < T_g$ samo s "e" doprinosom
- Tekući kristali
 - LCD
 - rade za $T \square T_g$ (upiši točan odgovor!)
 - usmjerene strukture imaju drugačija optička svojstva od neusmjerenih
 - to ipak nije oksimoron

B. Keramički dielektrici

- Najveća grupa dielektrika, i imaju najveći epsilon.
- Tu spada najveći dio ovih skupina:
 - Piezoelektrici
 - električno polje \leftrightarrow promjena dimenzije
 - primjer: kvarc, PbZrO_3
 - Feroelektrici
 - permanentni električni dipolni moment
 - primjeri: BaTiO_3 , KH_2PO_4 , $\text{Pb}[\text{Zr},\text{Ti}]\text{O}_3$



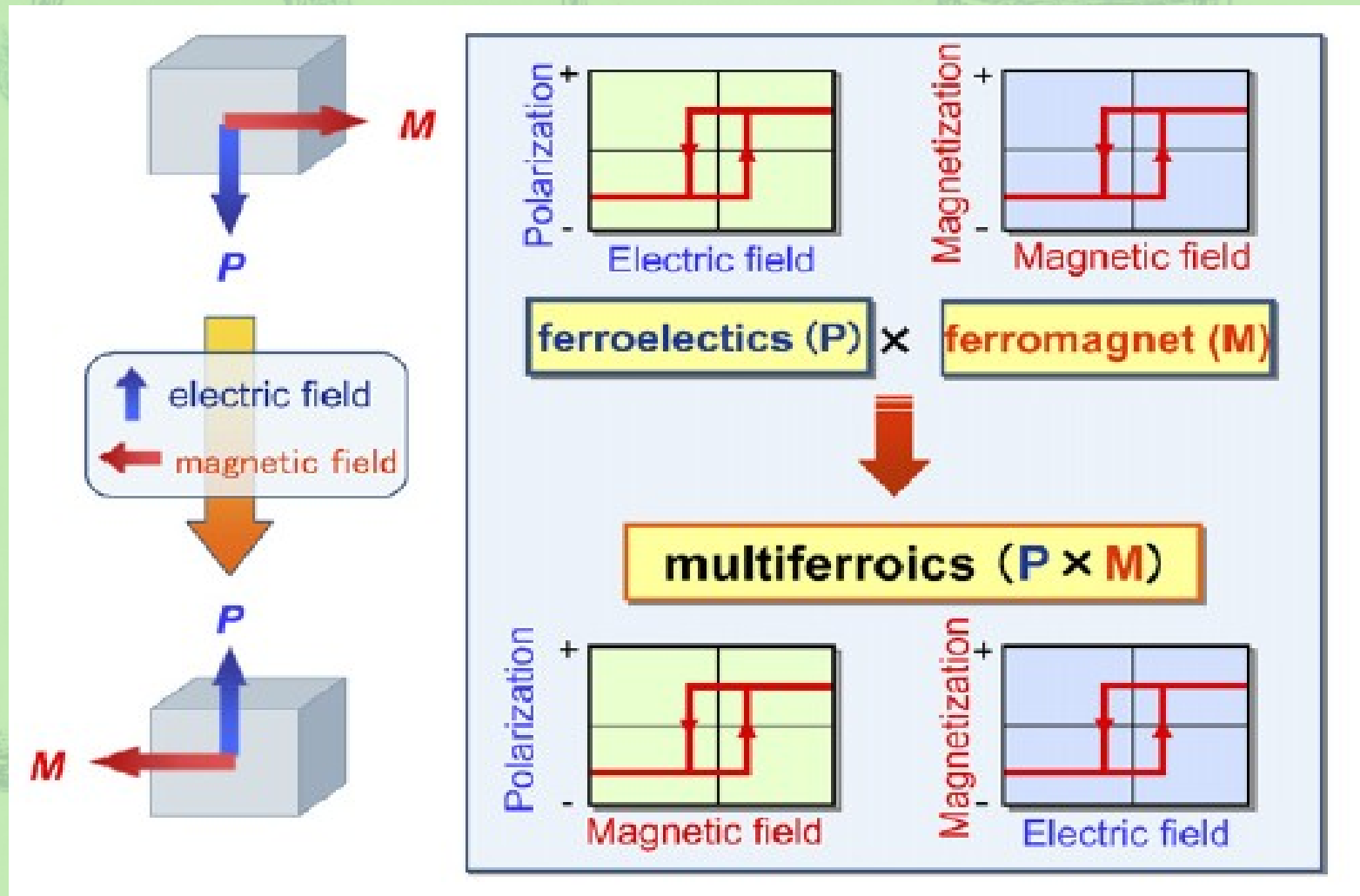
(a)



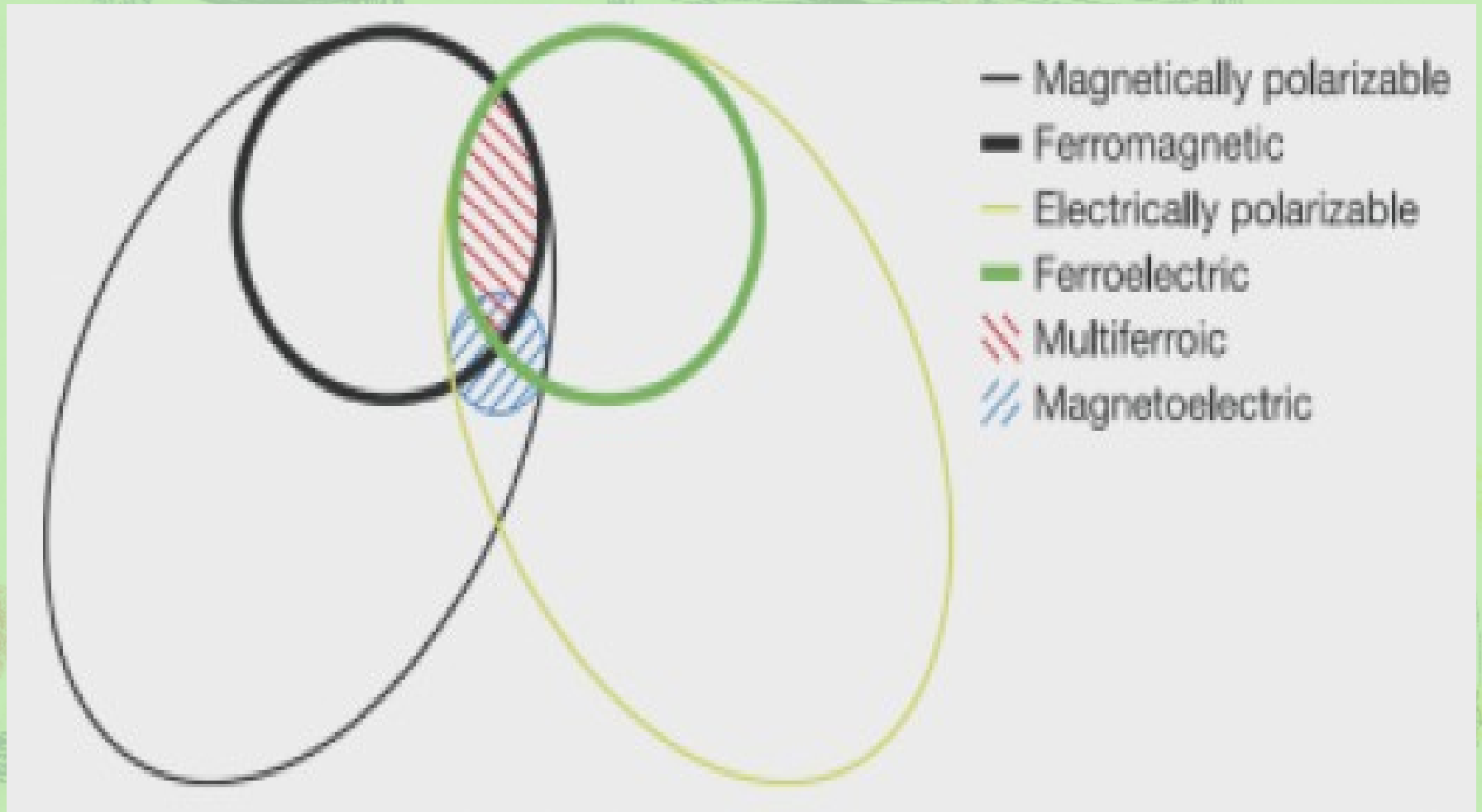
(b)

... Multiferroici

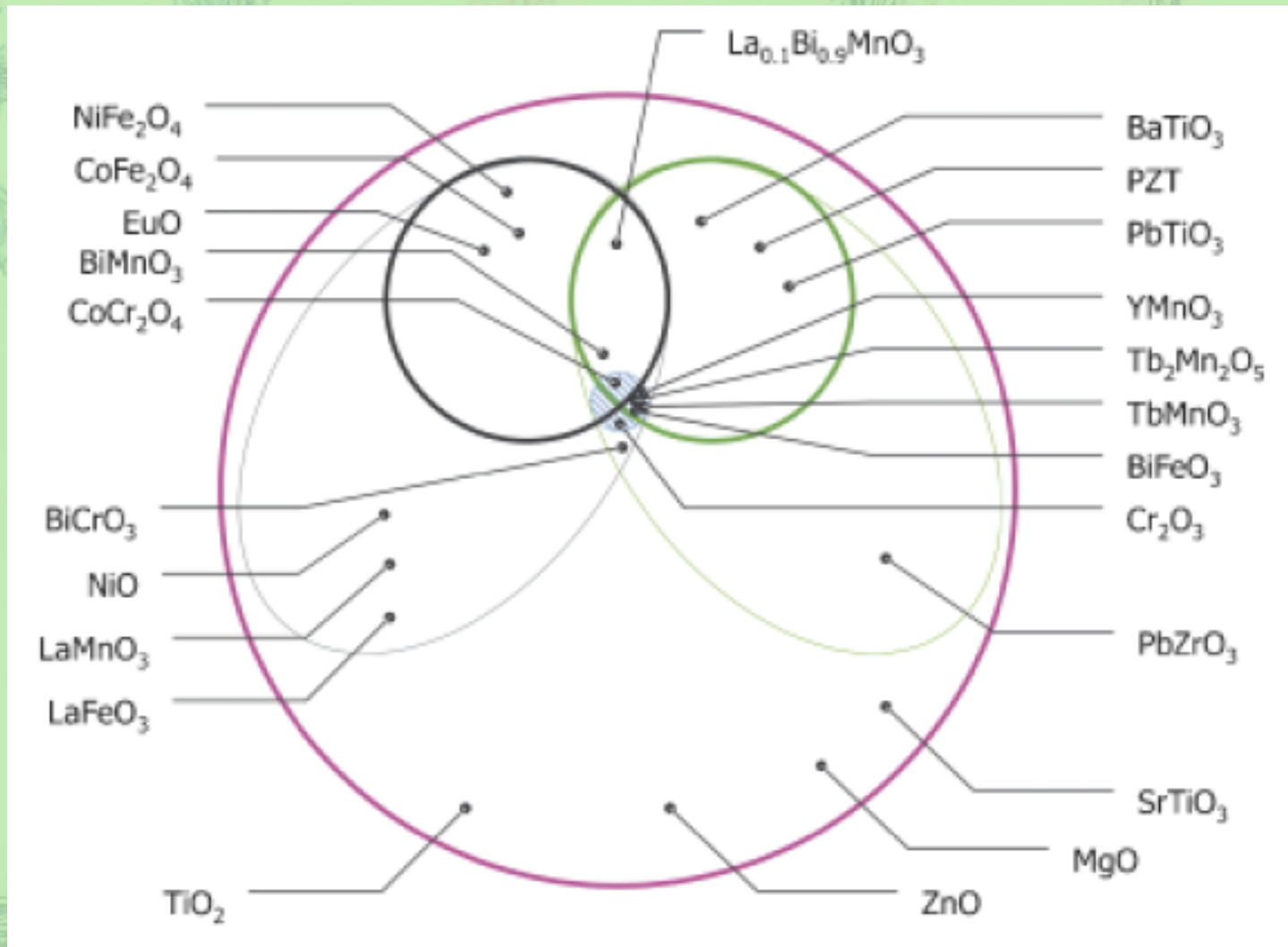
- kombinacija magnetskih i električnih svojstava



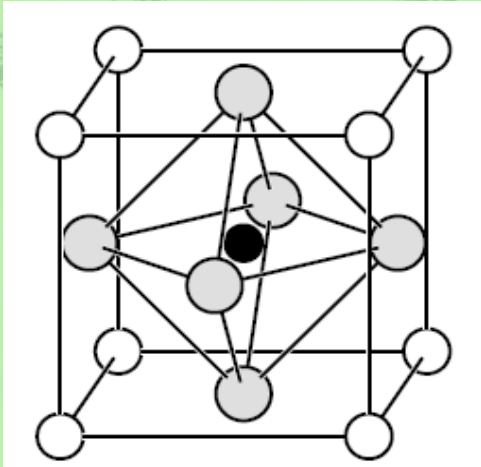
... Multiferroici



... Multiferroici



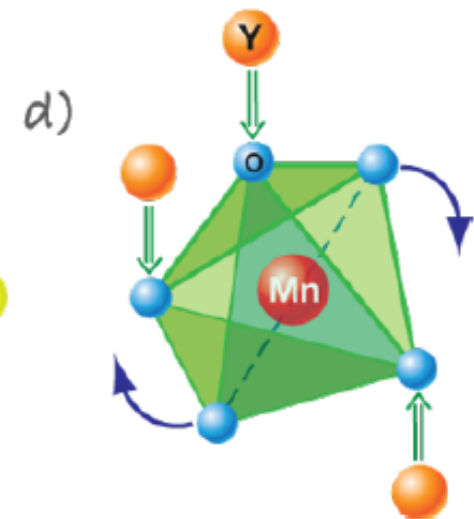
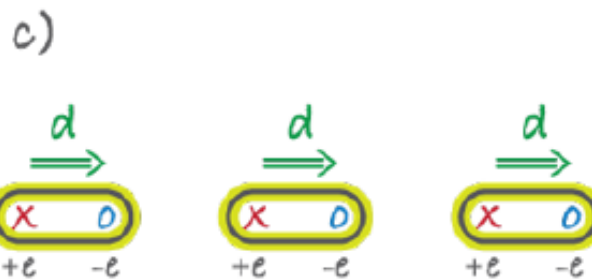
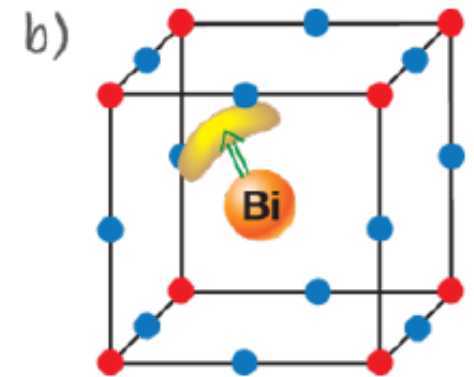
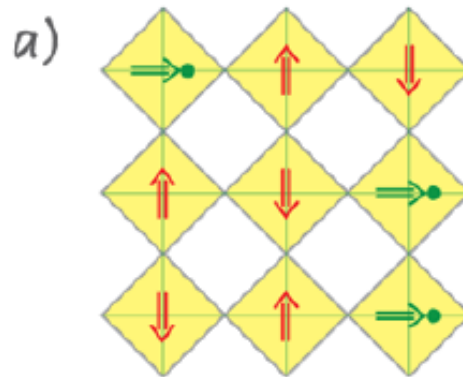
Koegzistencija P i M



- BaTiO_3
- 2p O stanja doniraju elektronsku gustoću u formalno prazna d stanja prijelaznog metala nakon što se on pomakne
- YMnO_3 (AFM + FE)
- U heksagonskoj strukturi prazna $d\text{-}z^2$ se hibridizira s p-z i dopušta d^0 -feroelektričnost u jednom smjeru
- BiMnO_3 (FM + FE)
- $6s^2$ usamljeni par na Bi(III) stabilizira feromagnetizam i inducira feroelektrično izobličenje

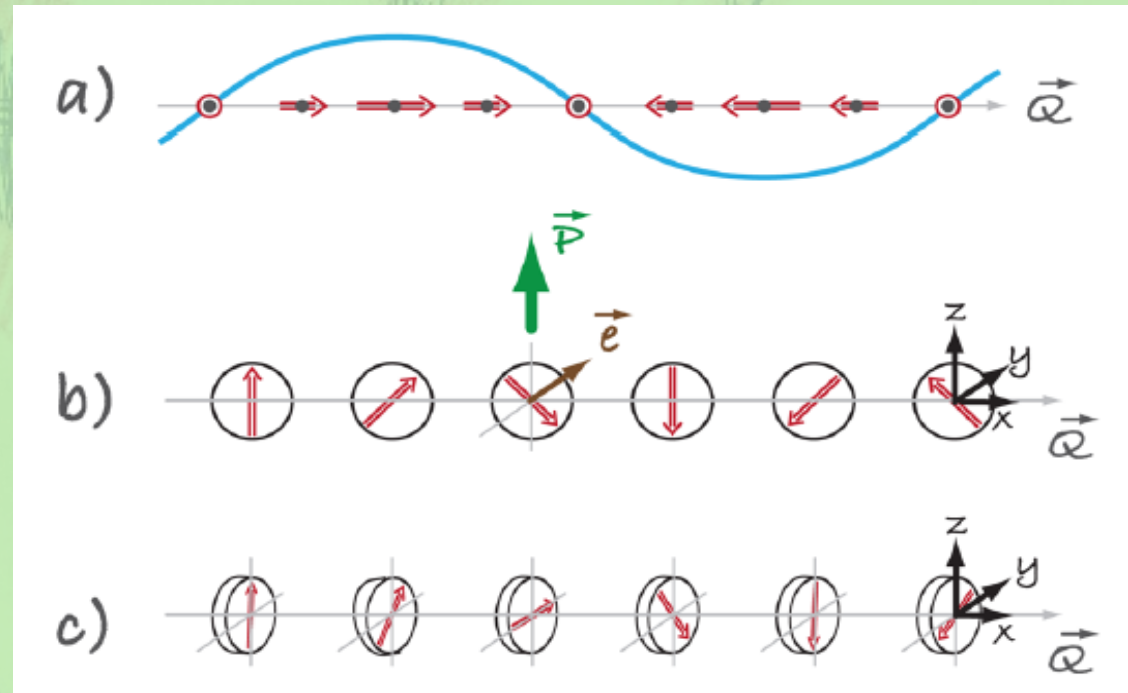
Koegzistencija P i M

- Tip I: FE i FM nezavisni*
- a) perovskiti (BaTiO_3 , $\text{Pb}(\text{ZrTi})\text{O}_3$)
- b) usamljeni parovi (BiFeO_3 , PbVO_3)
- c) uređenje naboja ($\text{Pr}_{1/2}\text{Ca}_{1/2}\text{MnO}_3$, TbMn_2O_5 , $\text{Ca}_3\text{CoMnO}_6$, $(\text{TMTTF})_2\text{X}$, LuFe_2O_4)
- d) geometrijski (YMnO_3)



Koegzistencija P i M

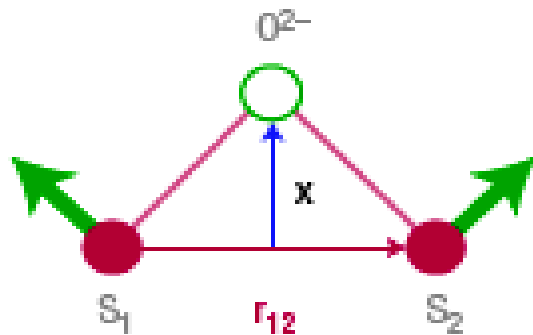
- Tip II: FE samo u (A)FM stanju*
- 3-4 reda veličine manja polarizacija nego kod I
- a) (cikloidna) spirala spinova (TbMnO_3 , MnWO_4), $\mathbf{P} \sim \mathbf{Q} \times \mathbf{e}$, ali i CuFeO_2 , ACrO_2
- b) kolinearna magnetska struktura ($\text{Ca}_3\text{CoMnO}_6$), strikcija izmjene



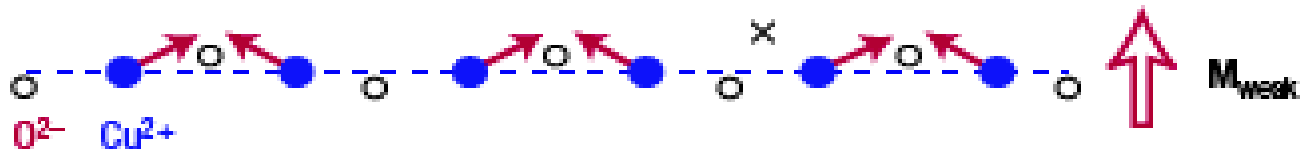
Međudjelovanje

- $H_{DM} = \mathbf{D}_{12} \cdot (\mathbf{S}_1 \times \mathbf{S}_2)$, D proporcionalan spin-orbit vezanju

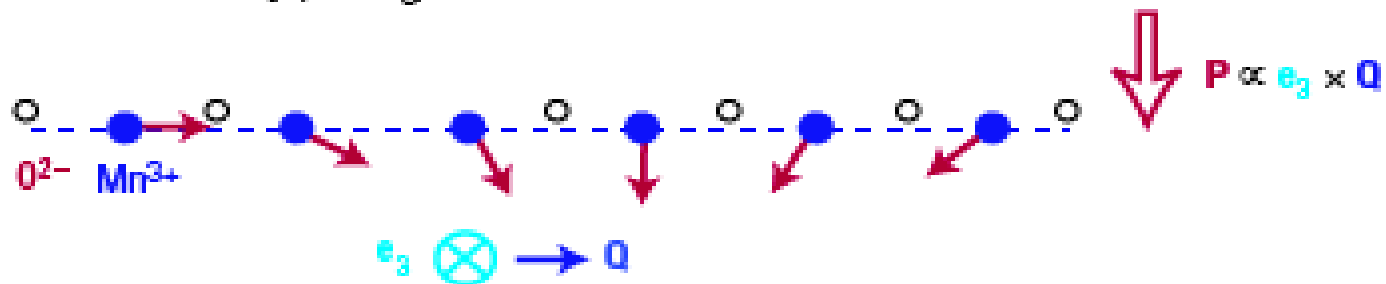
Effects of Dzyaloshinskii–Moriya interaction



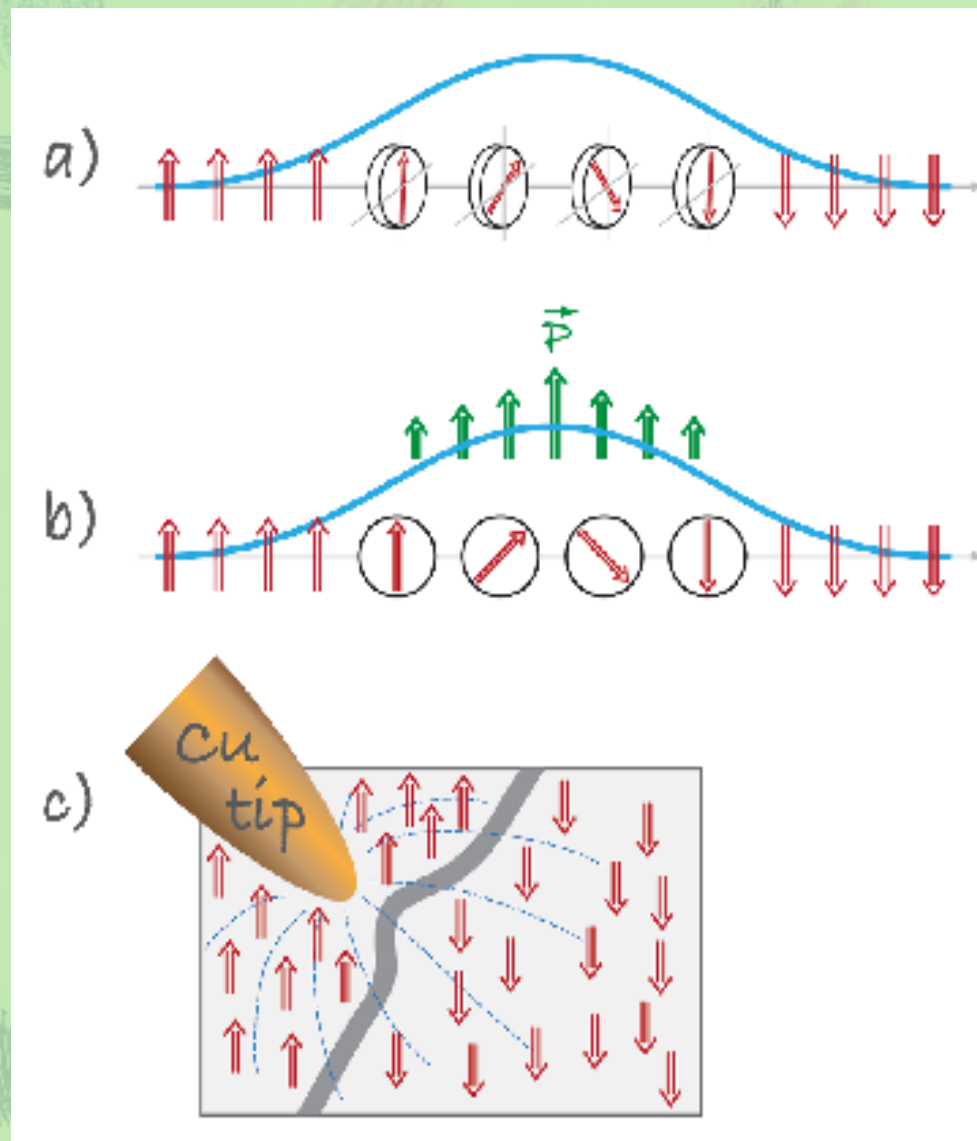
Weak ferromagnetism (LaCu_2O_4)



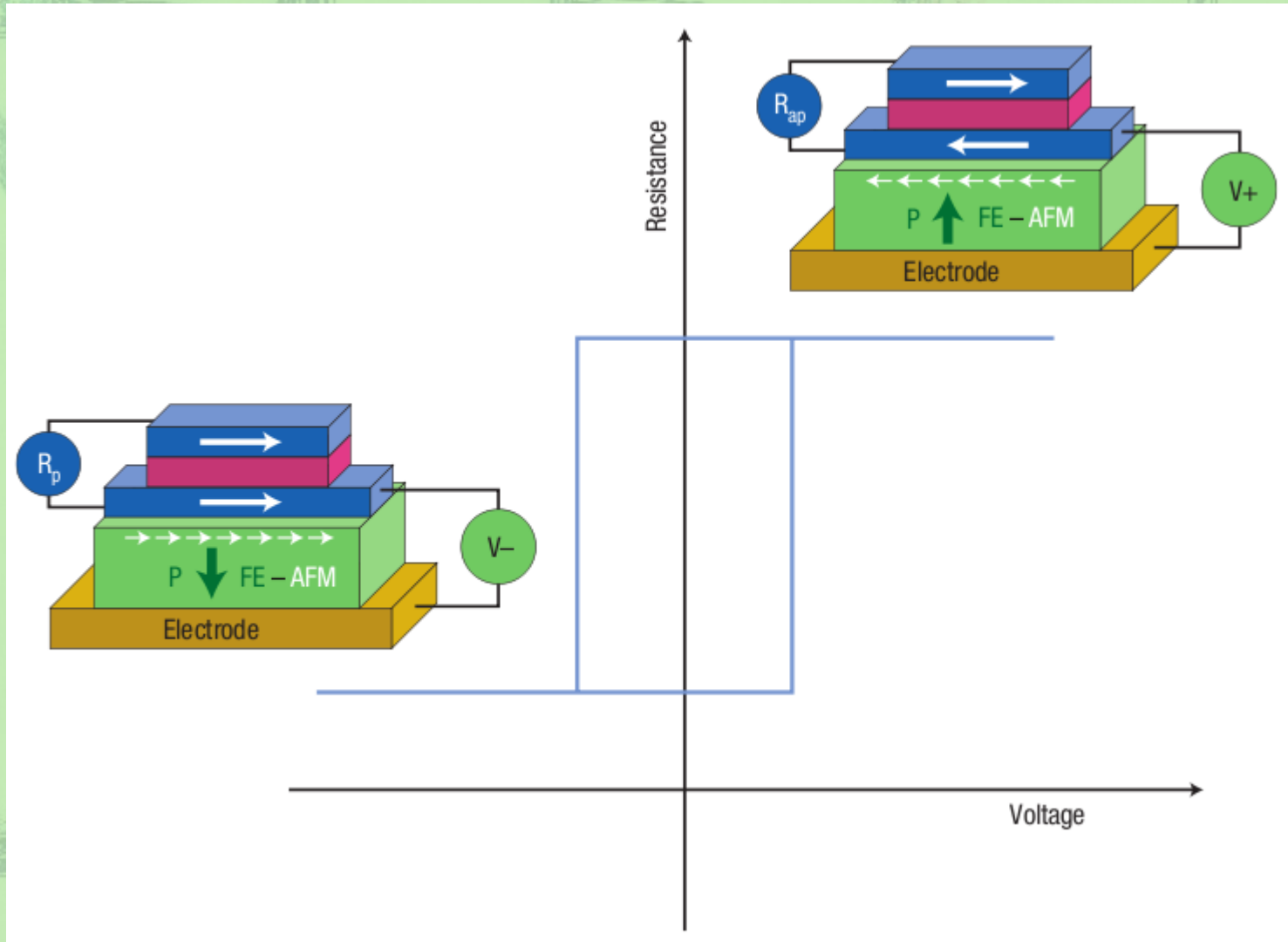
Weak ferroelectricity (RMnO_3)



Domenski zidovi



Zanimljive primjene



Primjeri

- PZT-PFW čvrsta otopina
- bijeg od perovskitnih oksida
- organski kvantni magneti
- ...

Hvala !

- za pažnju, interes, pitanja, ...