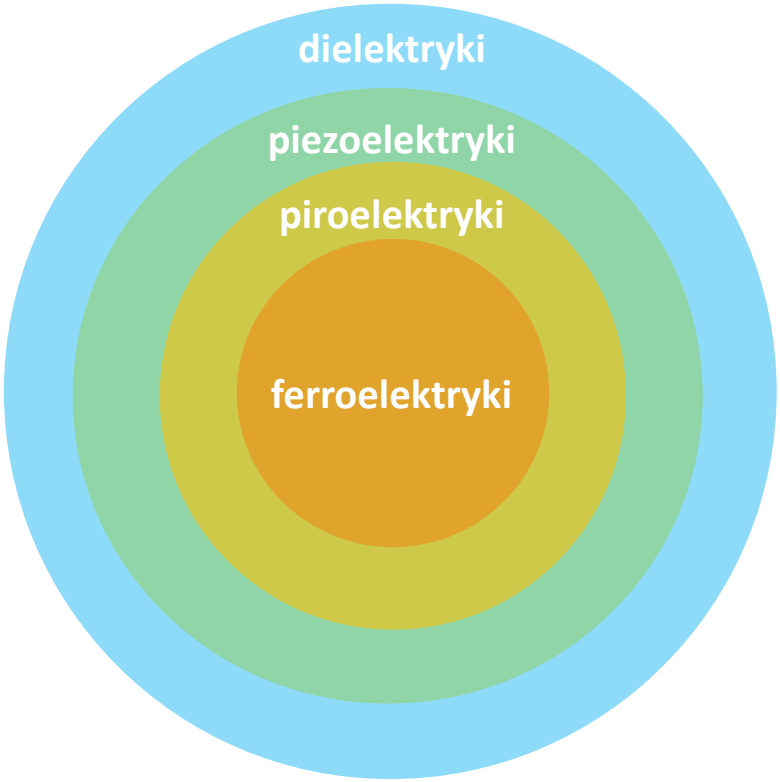
I Pracownia Fizyczna

Fizyka dla Firm

F6 – uzupełnienie

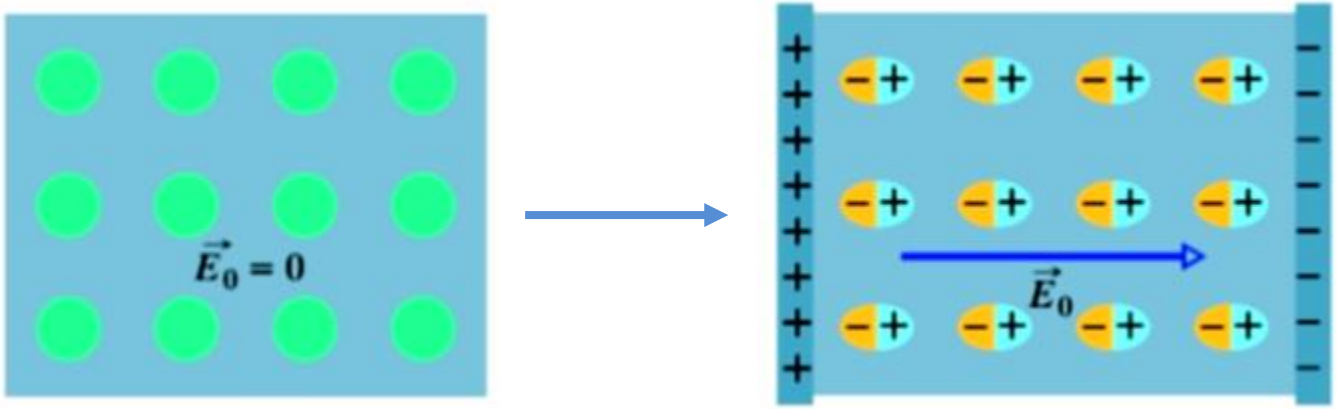
Dielektryki



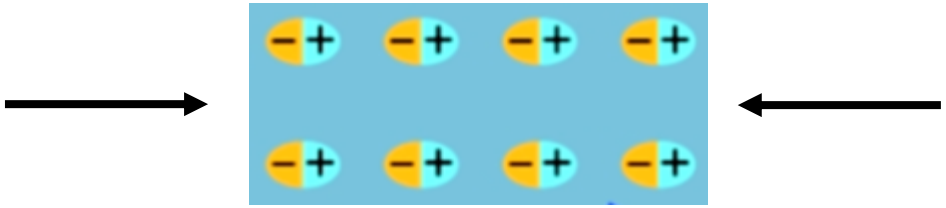
O właściwościach elektrycznych (w szczególności o istnieniu trwałej spontanicznej polaryzacji) decyduje budowa krystaliczna.

Polaryzacja:

Ogólnie: polaryzacja w zewnętrznym polu elektrycznym $\vec{E}_0$

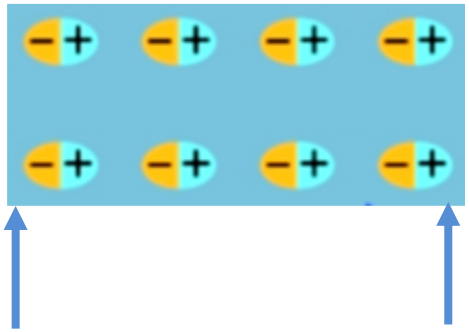


Efekt piezoelektryczny: polaryzacja pod wpływem naprężenia mechanicznego:



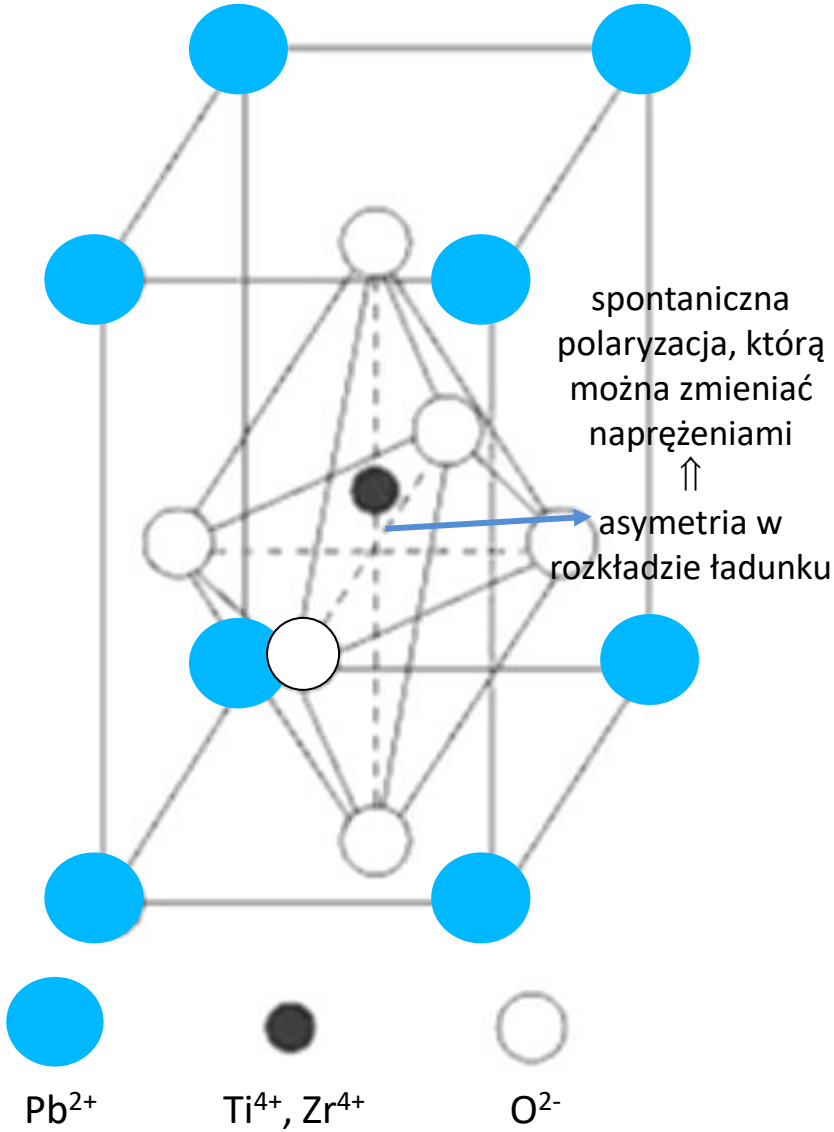
Polaryzacja może polegać na generowaniu dipoli elektrycznych lub reorientacji już istniejących dipoli.

Co nam daje polaryzacja dielektryka?



Obserwujemy nieskompensowane ładunki na <u>powierzchniach kryształu</u>

Przykład (tu już bez naprężeń jest polaryzacja):



ceramika PLZT
Cyrkonian-tytanian ołowiu
Lead zirconate titanate

piezoelektryk (Jacques and Pierre Curie, 1880) – zmiana polaryzacji na skutek naprężeń (wkrótce przewidziano i potwierdzono efekt odwrotny)

1) **efekt piezoelektryczny**: polaryzacja pod wpływem naprężeń: detektory, mikrofony, zapalarki

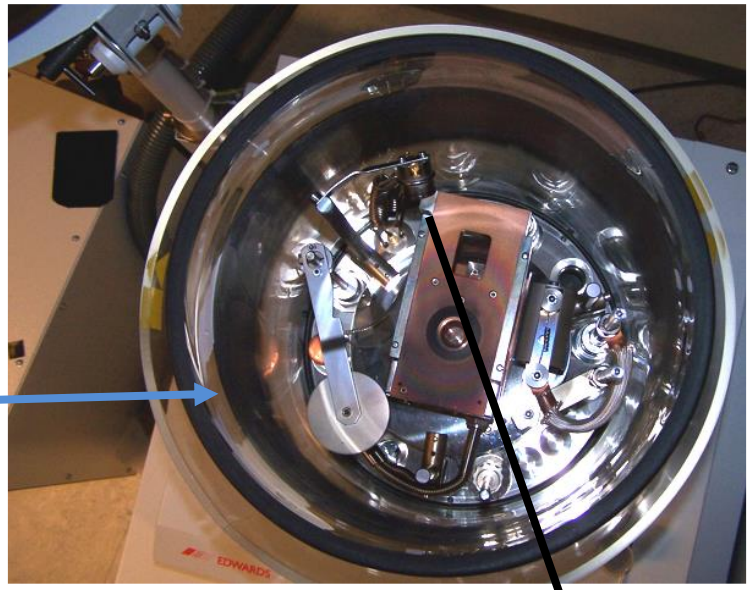
2) **odwrotne zjawisko piezoelektryczne** – zmiana wymiarów kryształu spowodowana obecnością pola elektrycznego: rezonatory kwarcowe, filtry, głośniki, mikrowagi kwarcowe, (mikro)siłowniki (AFM, STM, wtryskiwacze)

piroelektryk – zmiana polaryzacji wraz ze zmianą temperatury; posiadają niezerowy spontaniczny moment dipolowy w komórce elementarnej; np. dla turmalinu – zjawisko znane w starożytności; zastosowania: kamery termowizyjne, czujniki średniej podczerwieni (PIR)

ferroelektryk – piroelektryk, w którym kierunek spontanicznej polaryzacji można przełączyć polem zewnętrznym do innego stabilnego kierunku (analogia do ferroelektryka)

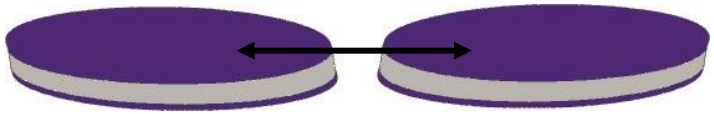
Piezoelementy – przykład zastosowań

mikrowaga kwarcowa



$$\Delta f \sim -f_0^2 \Delta m$$

znamy powierzchnię i gęstość zaadsorbowanej warstwy $\Rightarrow$ znamy grubość warstwy



Uwaga:
w dielektrykach zachodzą dwa różne zjawiska elektromechaniczne, o różnym podłożu fizycznym:

1) odwrotne zjawisko piezoelektryczne – w wielu, ale nie wszystkich dielektrykach. W zależności od zwrotu przyłożonego pola elektrycznego (napięcia) piezoelektryk może się wydłużać lub skracać. Zmiany te są liniowe względem wartości pola elektrycznego. Źródłem są zmiany w geometrii rozmieszczenia ładunków w komórce elementarnej w krysztale, w zewnętrznym polu elektrycznym.

2) elektrostrykcja – zachodzi dla praktycznie każdego dielektryka. Zawsze polega na wydłużeniu kryształu. Wydłużenie Δz w kierunku pola elektrycznego: $\Delta z \sim E^2$ dla relatywnie małych pól. Odpowiednikiem w magnetyzmie jest magnetostrykcja. Zazwyczaj efekt ten jest mniejszy niż zjawisko piezoelektryczne. Źródłem efektu jest względne przesunięcie jonów przeciwnych znaków w przeciwną stronę w zewnętrznym polu elektrycznym. Typowe wydłużenie: 0.1% dla 1000 V/mm