

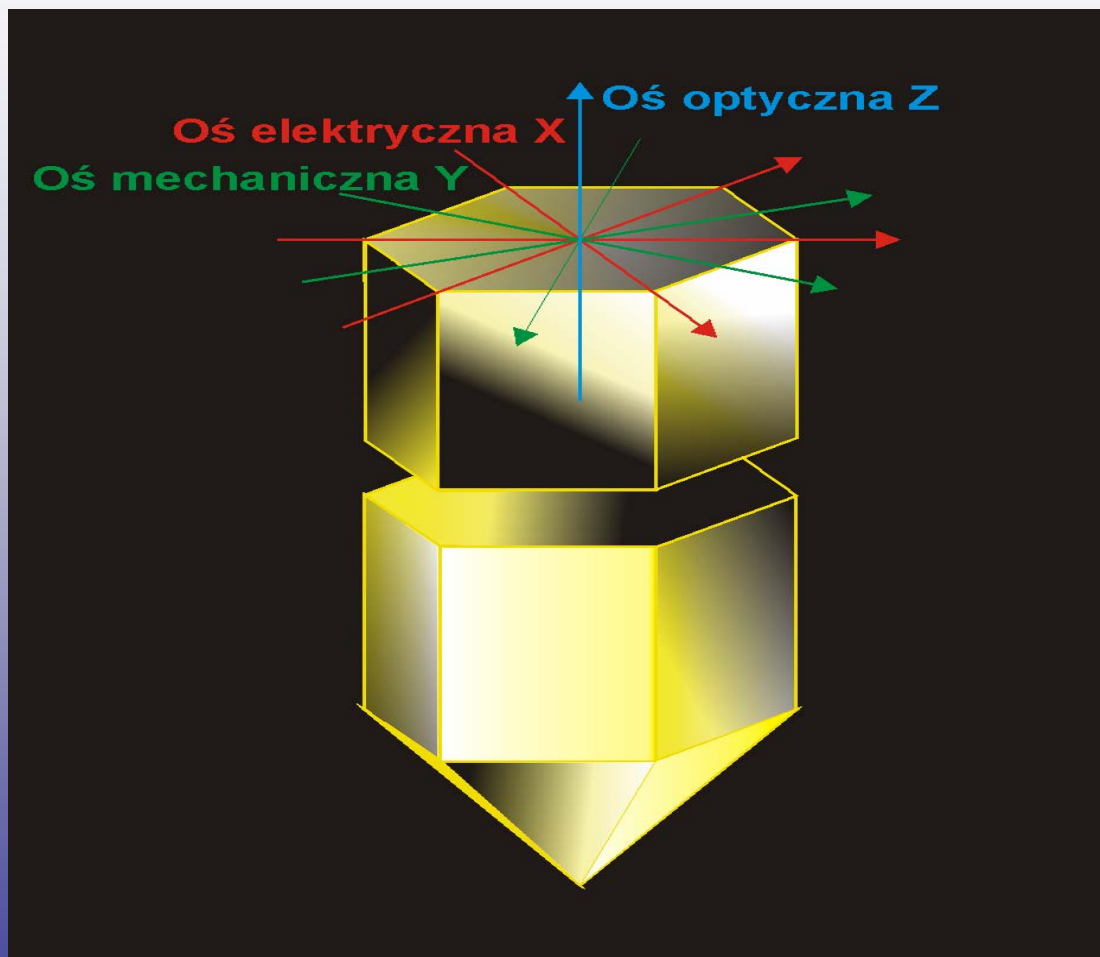
PIEZOELEKTRYKI I PIROELEKTRYKI

Krajewski Krzysztof

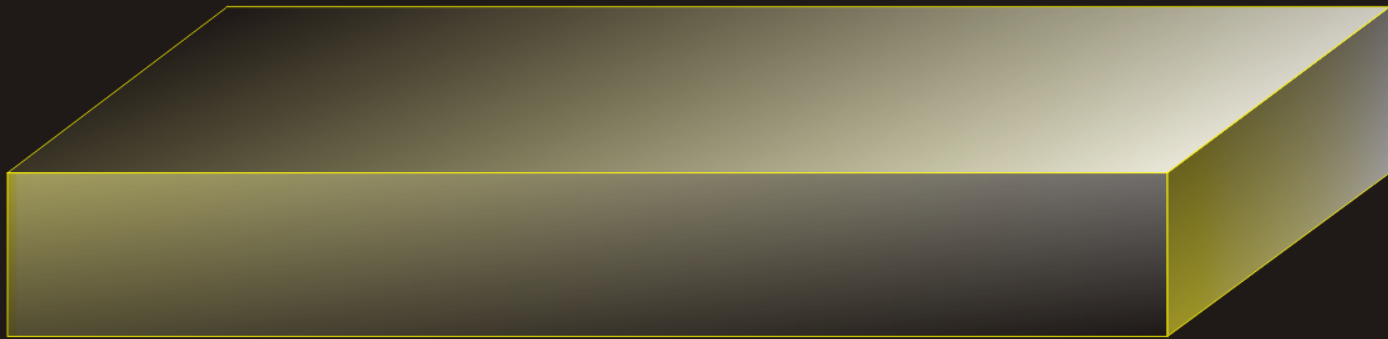
Zjawisko piezoelektryczne

- Zjawisko zachodzące w niektórych materiałach krystalicznych, polegające na powstawaniu ładunku elektrycznego na powierzchniach tych materiałów w momencie, gdy poddawane są one naprężeniom mechanicznym. Materiały tego typu noszą nazwę piezoelektryków.
- Efekt ten może wystąpić we wszystkich grupach nie posiadających środka symetrii
- Piezoelektryczność odkryli 1880 fizycy franc. Pierre i Paul Curie

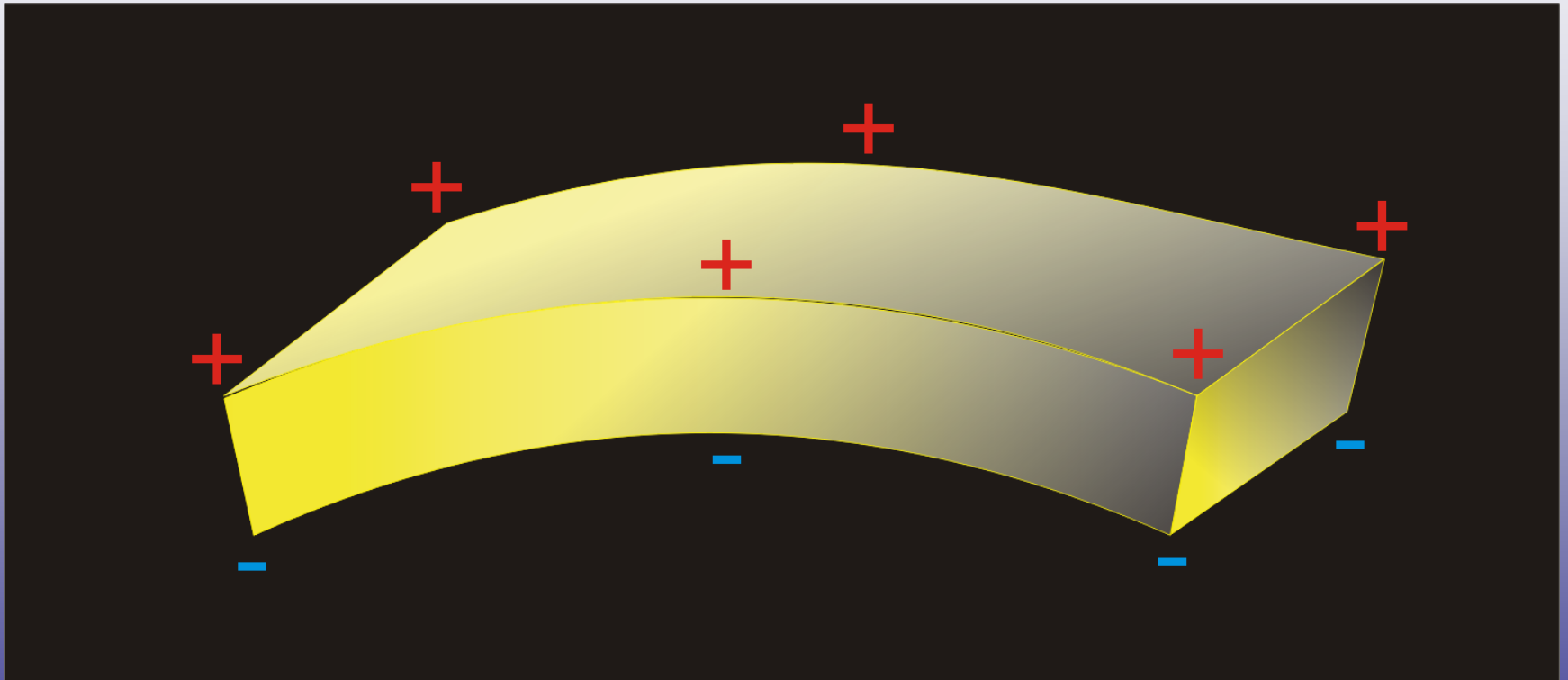
Budowa kryształu kwarcu (bez górnego wierzchołka)



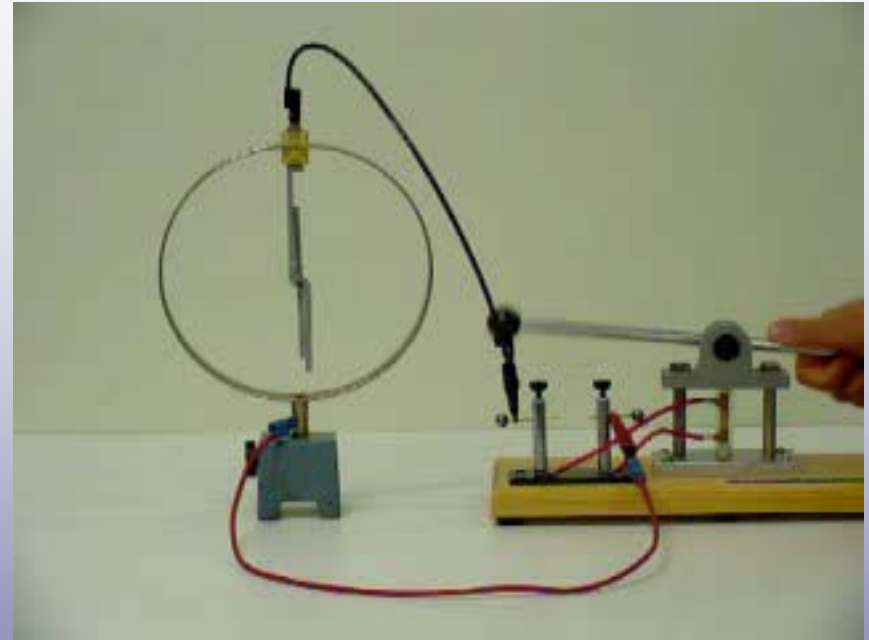
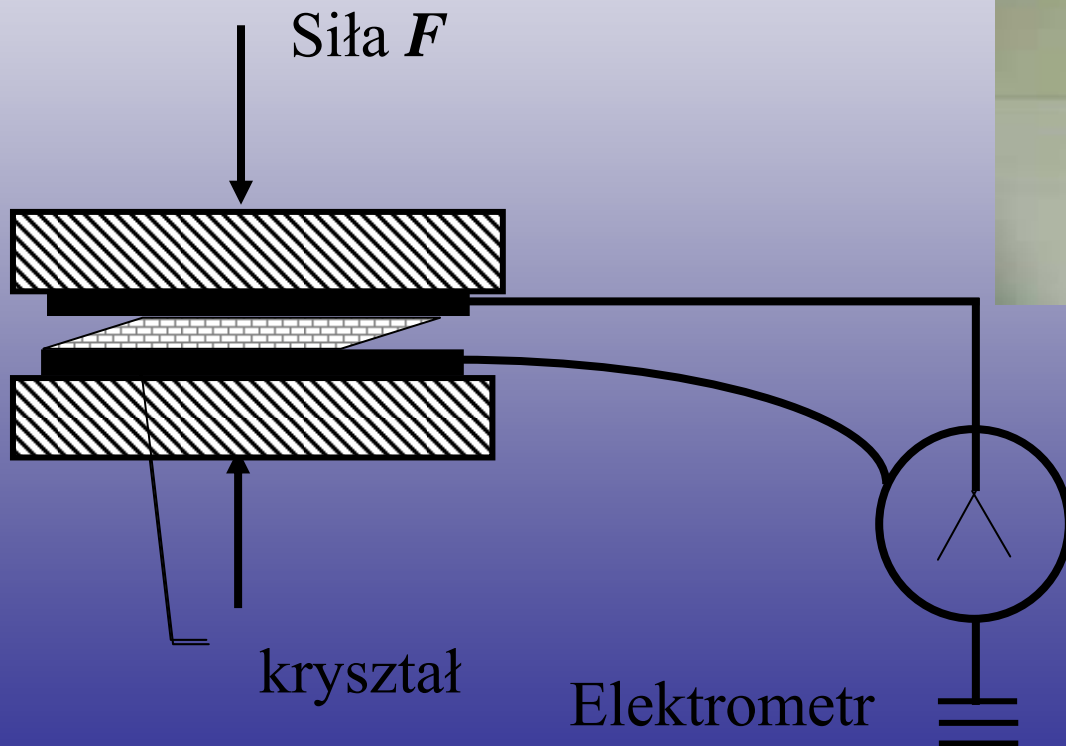
Płytki piezoelektryka w spoczynku (nie poddana naprężeniom mechanicznym)



Odkształcona mechanicznie płytki piezoelektryka

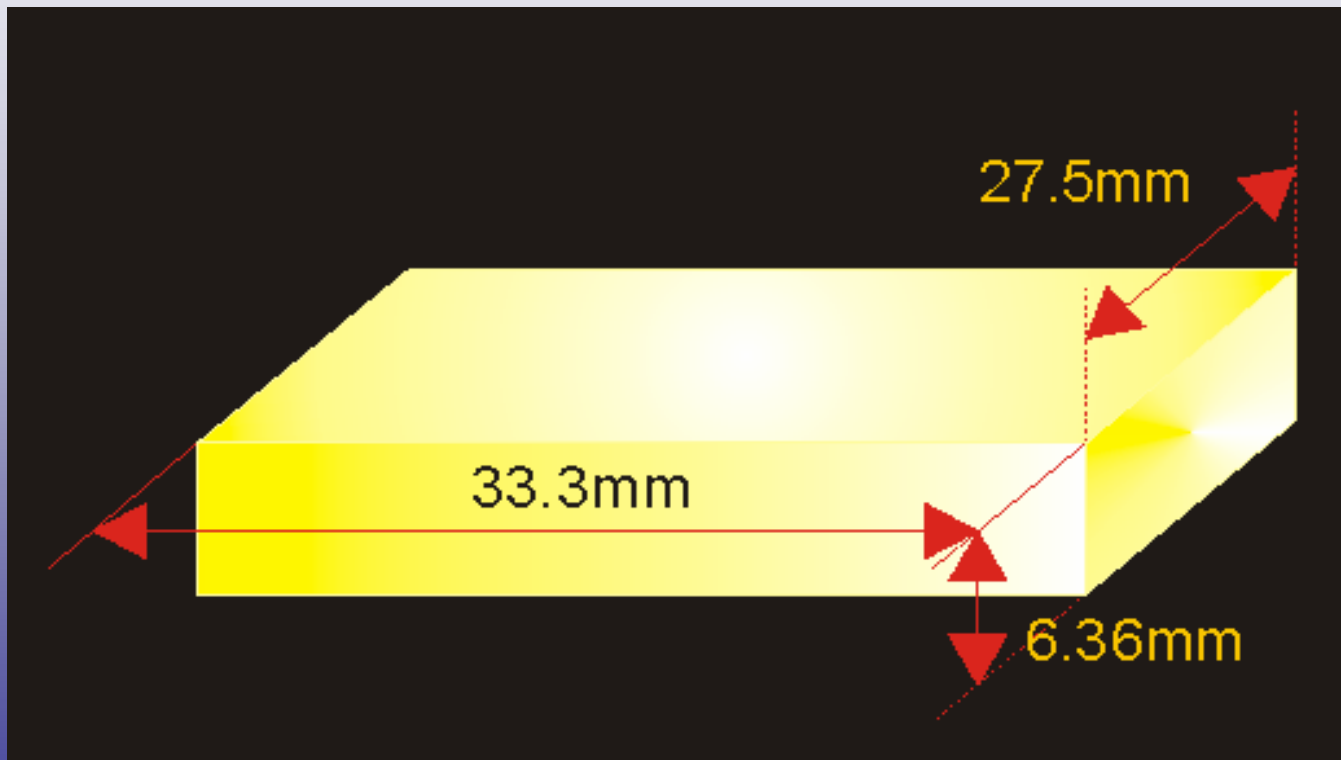


Badanie efektu piezoelektrycznego

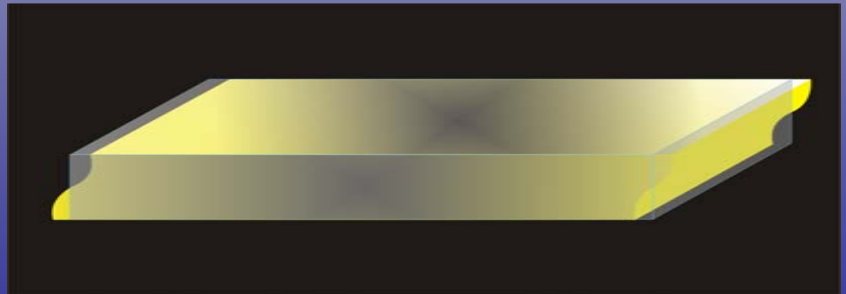
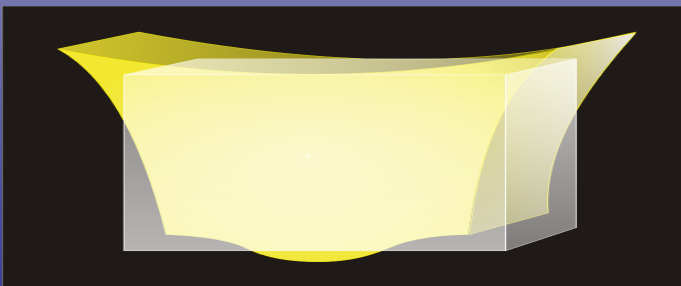
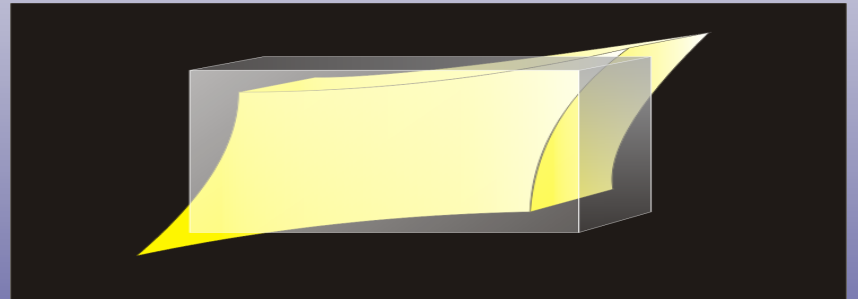
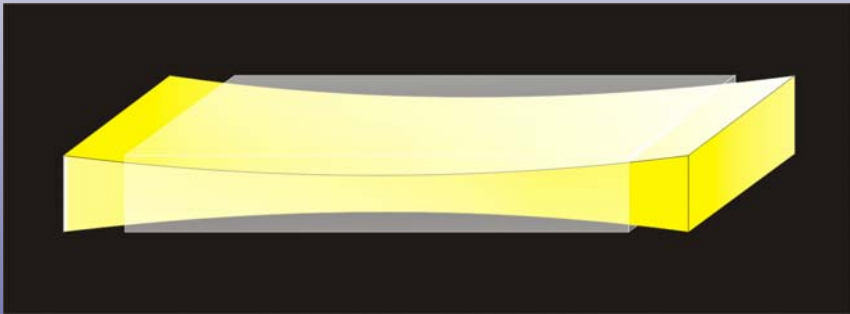
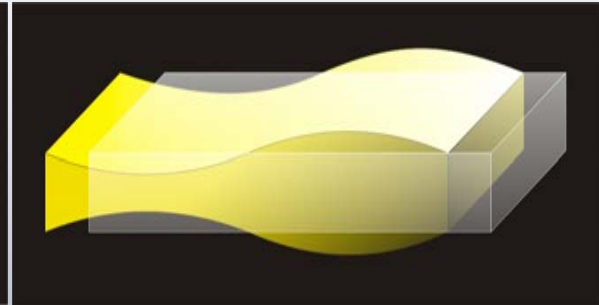
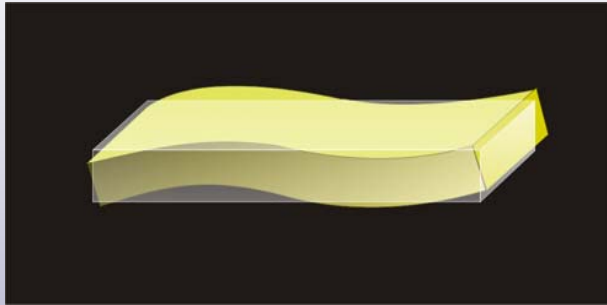
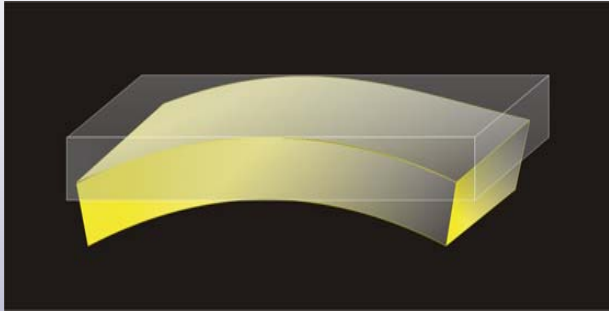


Proces piezoelektryczny zachodzi także w kierunku odwrotnym tzn. umieszczenie takiej płytki w polu elektrycznym powoduje powstawanie w niej naprężeń mechanicznych, czyli jej odkształcanie się. Odkształcenie to zależy od natężenia pola elektrycznego.

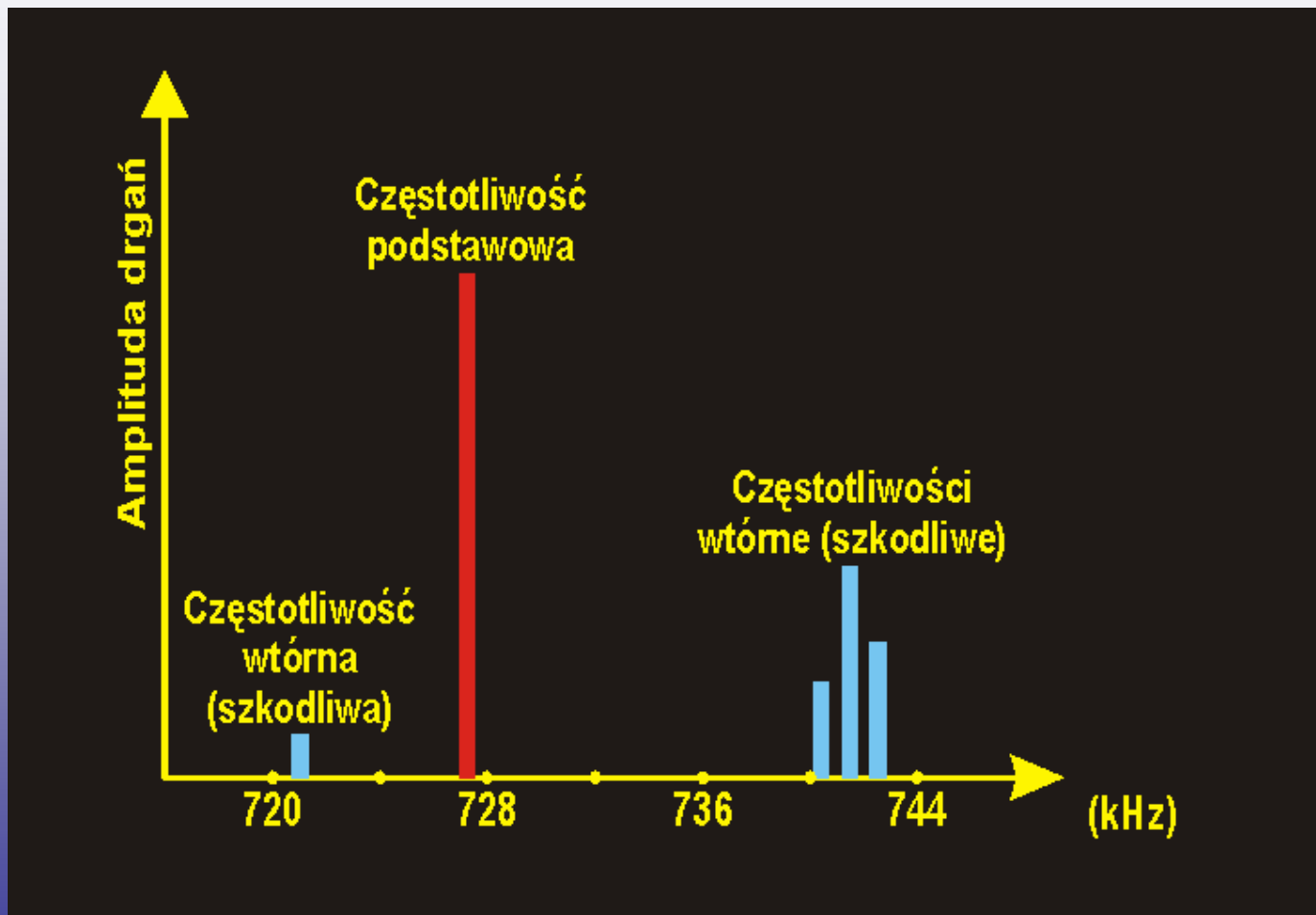
Wymiary kwarcowej płytki rezonatora 430kHz (przykład)



Drgania



Widmo częstotliwości cienkiej płytki kwarcowej



Ważniejsze piezoelektryki

- **Kwarc** - Jest to polimorficzna odmiana dwutlenku krzemu (SiO_2), nazywana niekiedy kryształem górskim. Może być bezbarwny, zabarwiony na fioletowo (ametyst), żółto (cytryn) lub brunatno.
- **Sól Rochelle'a** - Nazwa ta jest używana nieprawidłowo, gdyż chodzi tu o sól Seignette'a ($\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$), czyli winian sodowo-potasowy. Piezoelektryk ten ma postać bezbarwnego kryształu, charakteryzującego się bardzo silnym zjawiskiem piezoelektrycznym. Stosowany bywa m.in. do budowy mikrofonów i głośników krystalicznych. Wadą tego piezoelektryka jest jego silna higroskopijność tzn. zdolność wchłaniania wody.
- **Tytanian baru** - Otrzymywany syntetycznie kryształ o wzorze BaTiO_3 . Jest piezoelektrykiem. Posiada także dużą wartość stałej dielektrycznej i jako doskonały dielektryk stosowany jest do budowy kondensatorów elektrycznych.
- **Turmalin**

Jest to borokrzemian glinu, sodu, wapnia, magnezu, żelaza i in. Minerale w kolorach czarnym, brunatnym, żółtym, zielonym. Piezoelektryk o właściwościach zbliżonych do kwarcu, lecz znacznie od niego droższy.

Zjawisko piroelektryczne

- Zjawisko piroelektryczne odkrył (1756) fizyk niemiecki F.U. Aepinus (1724-1802).
- Zjawisko piroelektryczne polega na powstawaniu ładunku elektrycznego na powierzchni próbki podczas jej ogrzewania lub ochładzania
- Piroelektryczność występuje tylko w kryształach nie mających środka symetrii i mających co najwyżej jedną zwykłą oś symetrii

Ferroelektryczność

- Odkryta w 1921 roku dla kryształów soli Seignetta (Rochelle) - winianu sodu i potasu $\text{NaKH}_4\text{C}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$
- samorzutne polaryzowanie się kryształu np. poniżej pewnej temperatury
- ferroelektryki zawierają domeny trwałych momentów dipolowych, możliwe do orientacji przez pole E
- wszystkie ferroelektryki są piroelektrykami (a te piezoelektrykami)

Związek pomiędzy polaryzacją i natężeniem pola elektrycznego w piroelektrykach (ferroelektrykach) ma postać:

$$P = P_0 + kE$$

gdzie:

P_0 - stały wektor polaryzacji spontanicznej,

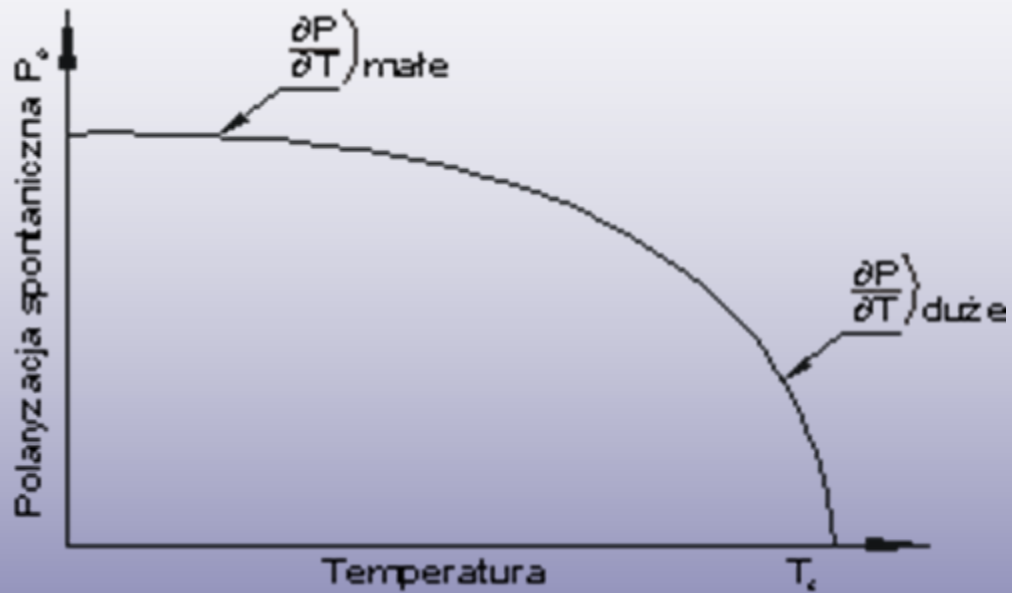
k - podatność elektryczna,

E - natężenie zewnętrznego pola elektrycznego

- Przy szybkiej zmianie temperatury kryształu o DT , jego spontaniczna polaryzacja zmienia się o wartość DP , a na powierzchni pojawia się dodatkowy ładunek o gęstości powierzchniowej

$$s = pDT = DP$$

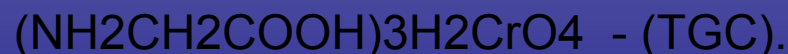
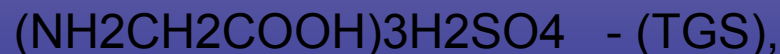
- gdzie: p współczynnik piroelektryczny

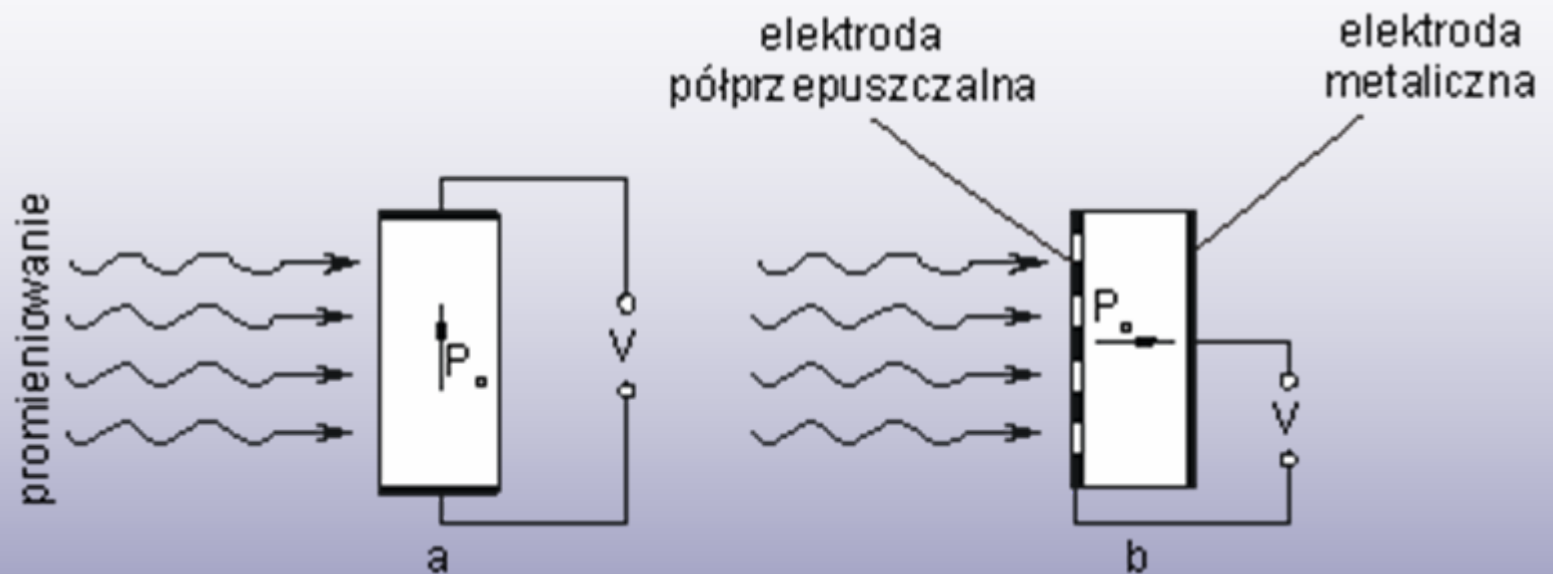


Rys. 2. Zależność polaryzacji spontanicznej od temperatury dla typowego materiału ferroelektrycznego; T_c – temperatura Curie.

Zasada działania detektora piroelektrycznego

- **Materiał, który ma być wykorzystany jako detektor w temperaturze pokojowej, powinien się charakteryzować temperaturą Curie nieznacznie wyższą od pokojowej.**
- **Detektor piroelektryczny jest zasadniczo detektorem takiego promieniowania, które jest absorbowane na jego powierzchni lub w jego objętości, i powoduje wzrost temperatury kryształu.**
- **Bardzo istotną cechą charakterystyczną, odróżniającą detektory piroelektryczne od klasycznych detektorów termicznych (np. termoelektrycznych) jest bardzo krótki czas reakcji. Czas ten może być rzędu mikrosekund, a nawet nanosekund.**
- **Detektory piroelektryczne mogą być budowane zarówno z monokryształów jak i polikrystalicznych materiałów piroelektrycznych**
- **Najbardziej rozpowszechnione są monokryształy trójglicyny w postaci tiosiarczanów lub chromianów:**

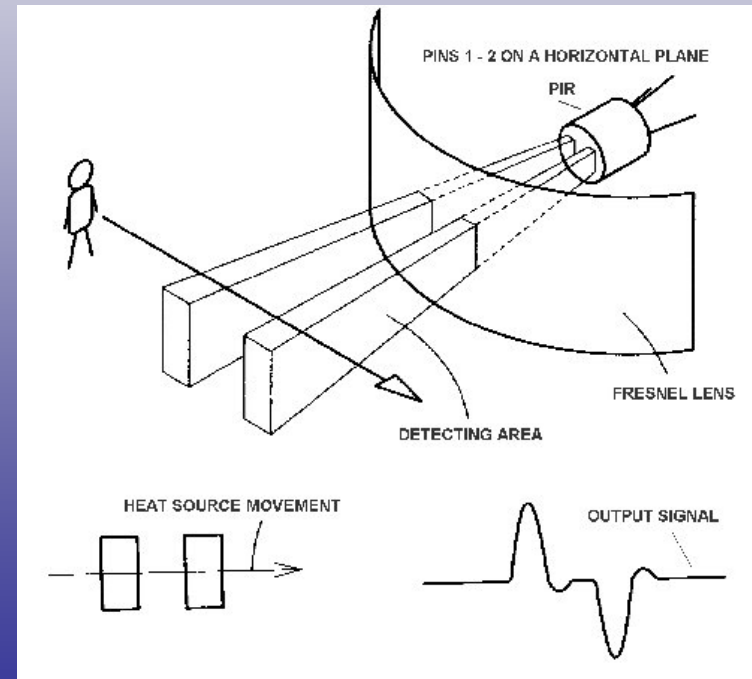
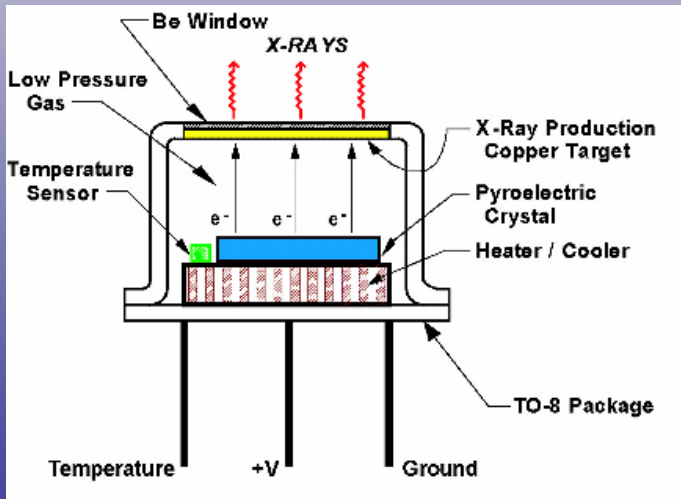
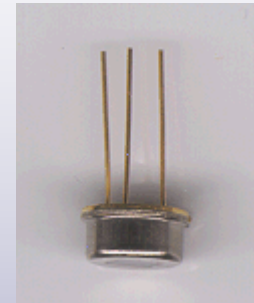




Zasada działania detektora piroelektrycznego: a - w układzie elektrod równoległych do kierunku promieniowania, b - w układzie elektrod prostopadłych do kierunku promieniowania; P_0 - polaryzacja spontaniczna.

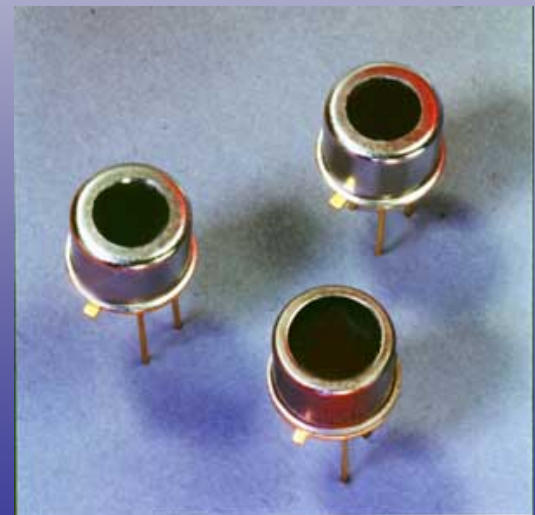
Zastosowanie piroelektryków

- czujniki temperatury
- podczerwone czujniki ruchu
- Generowanie promieni X



Zastosowania piroelektryczności

- ceramika dla kondensatorów
- przetworniki piezoelektryczne
- cienkie filmy ferroelektryczne służą do budowy pamięci, FeRAM
- czujniki do odtwarzania obrazów ultradźwiękowych
- elementy optyki - elektrooptyczne przesłony



Koniec