

ferroelektryki

Ferroelektryki to substancje o bardzo dużej wartości przenikalności elektrycznej spowodowanej występowaniem spontanicznie spolaryzowanych obszarów (domen).

Kryształ ferroelektryczny wykazuje elektryczny moment dipolowy nawet bez działania zewnętrznego pola elektrycznego. W stanie ferroelektrycznym środek ładunku dodatniego w kryształach nie pokrywa się ze środkiem ładunku ujemnego.

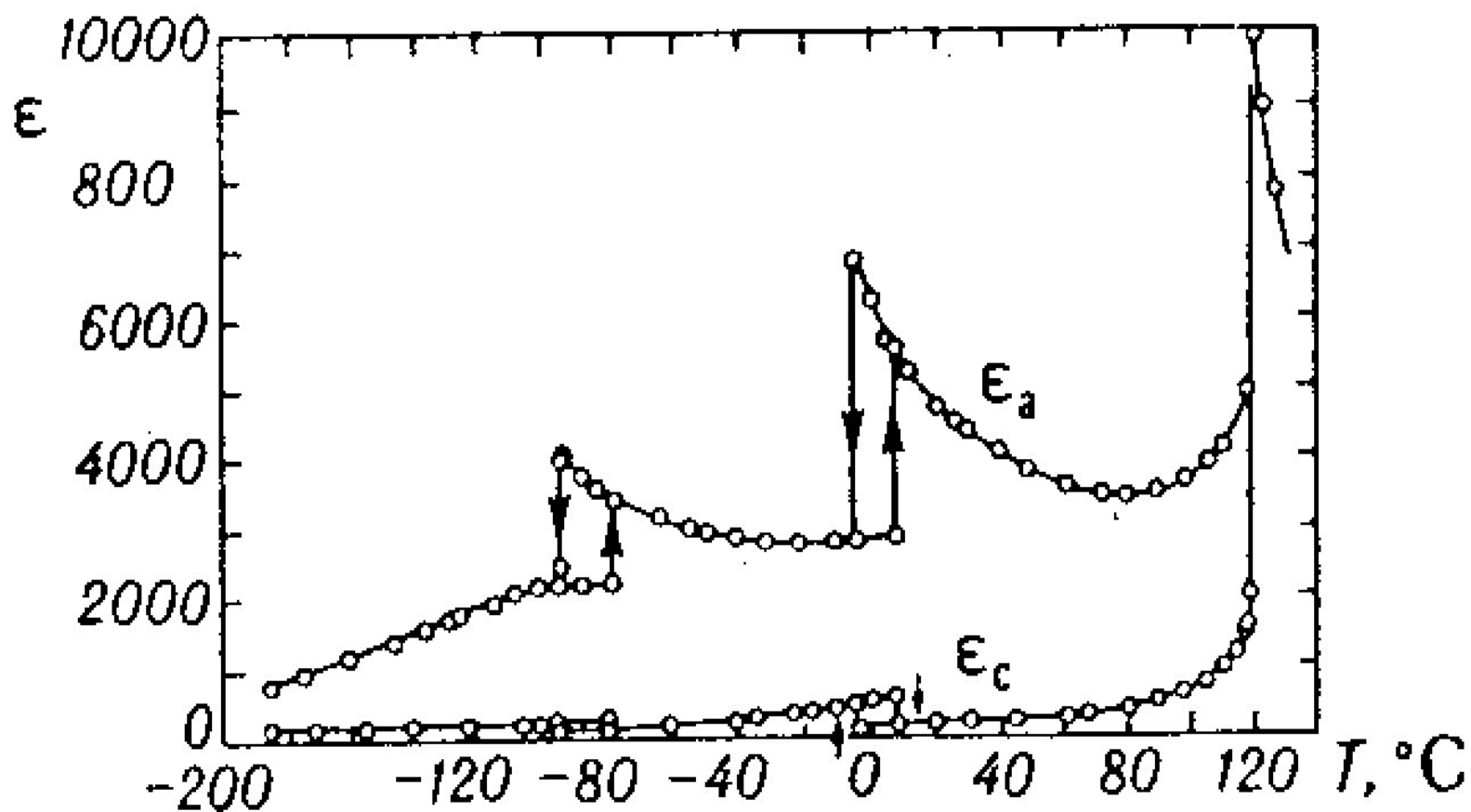
Względna przenikalność elektryczna wybranych ośrodków

Ciała stałe		Ciecze		Gazy (20°C)	
Alumina	9,6	Acetona	2,07	Azot	1,00029
Woda (20°C)	80	Woda (20°C)	80	Tlen	1,00044
Woda (0°C)	91	Woda (0°C)	91	Wodór	1,00013
Woda (100°C)	55	Woda (100°C)	55	Hel	1,00006
Woda (150°C)	42	Woda (150°C)	42	Hej	1,00005
Woda (200°C)	32	Woda (200°C)	32	Neon	1,00006
Woda (250°C)	26	Woda (250°C)	26	Argon	1,00052
Woda (300°C)	22	Woda (300°C)	22	Krypton	1,00071
Woda (350°C)	19	Woda (350°C)	19	Xenon	1,00098
Woda (400°C)	17	Woda (400°C)	17	Radon	1,00100
Woda (450°C)	15	Woda (450°C)	15	Węgiel tlenkowy	1,00045
Woda (500°C)	14	Woda (500°C)	14	Węgiel dwutlenkowy	1,00097
Woda (550°C)	13	Woda (550°C)	13	Węgiel trójtlenkowy	1,00150
Woda (600°C)	12	Woda (600°C)	12	Węgiel czarny	1,00203
Woda (650°C)	11	Woda (650°C)	11	Węgiel biały	1,00256
Woda (700°C)	10	Woda (700°C)	10	Węgiel szary	1,00309
Woda (750°C)	9	Woda (750°C)	9	Węgiel amorficzny	1,00362
Woda (800°C)	8	Woda (800°C)	8	Węgiel aktywny	1,00415
Woda (850°C)	7	Woda (850°C)	7	Węgiel drzewny	1,00468
Woda (900°C)	6	Woda (900°C)	6	Węgiel kamienny	1,00521
Woda (950°C)	5	Woda (950°C)	5	Węgiel kokowy	1,00574
Woda (1000°C)	4	Woda (1000°C)	4	Węgiel drzewny	1,00627
Woda (1050°C)	3	Woda (1050°C)	3	Węgiel drzewny	1,00680
Woda (1100°C)	2	Woda (1100°C)	2	Węgiel drzewny	1,00733
Woda (1150°C)	1	Woda (1150°C)	1	Węgiel drzewny	1,00786
Woda (1200°C)	1	Woda (1200°C)	1	Węgiel drzewny	1,00839

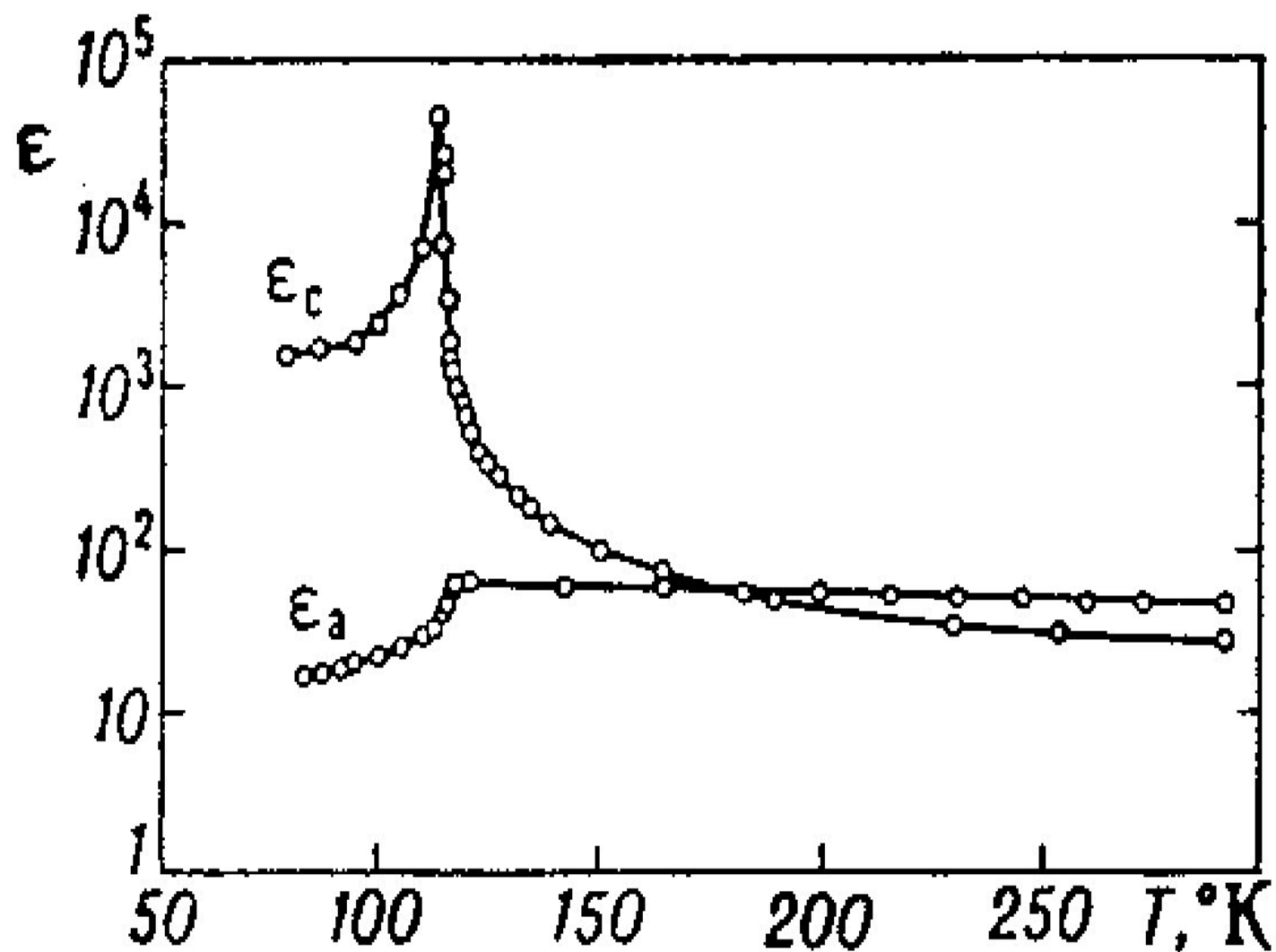
Rutyl (TiO ₂)	86	Woda (0°C)	87,90
Woda (0°C)	86	Woda (0°C)	87,90
Woda (100°C)	55	Woda (100°C)	55
Woda (200°C)	32	Woda (200°C)	32
Woda (300°C)	22	Woda (300°C)	22
Woda (400°C)	17	Woda (400°C)	17
Woda (500°C)	14	Woda (500°C)	14
Woda (600°C)	12	Woda (600°C)	12
Woda (700°C)	10	Woda (700°C)	10
Woda (800°C)	9	Woda (800°C)	9
Woda (900°C)	8	Woda (900°C)	8
Woda (1000°C)	7	Woda (1000°C)	7
Woda (1100°C)	6	Woda (1100°C)	6
Woda (1200°C)	5	Woda (1200°C)	5
Woda (1300°C)	4	Woda (1300°C)	4
Woda (1400°C)	3	Woda (1400°C)	3
Woda (1500°C)	2	Woda (1500°C)	2
Woda (1600°C)	1	Woda (1600°C)	1
Woda (1700°C)	1	Woda (1700°C)	1
Woda (1800°C)	1	Woda (1800°C)	1
Woda (1900°C)	1	Woda (1900°C)	1
Woda (2000°C)	1	Woda (2000°C)	1

* - brylanty, silna zależność od temperatury

* - woda - 0°C



Przenikalność dielektryczna kryształu BaTiO_3 w funkcji temperatury. Wartości ϵ_c (w kierunku polaryzacji spontanicznej) i ϵ_a (prostopadle do polaryzacji spontanicznej) dla odmiany tetragonalnej odnoszą się do kryształu jednodomenowego



Przenikalność dielektryczna KH_2PO_4 w funkcji temperatury (ϵ_c w kierunku P_s , ϵ_a prostopadle do P_s)

Pierwszym zaobserwowanym ferroelektrykiem była sól Seignette'a stąd też dawna nazwa ferroelektryków - segnetoelektryki. Obecnie najbardziej wykorzystywanym ferroelektrykiem jest tytanian baru, który znajduje zastosowanie w kondensatorach dużej pojemności, miernikach natężenia pola elektrycznego oraz układach techniki impulsowej.

winian sodowo-potasowy (tzw. sól Seignette'a) E337

kwasy winowe to E334

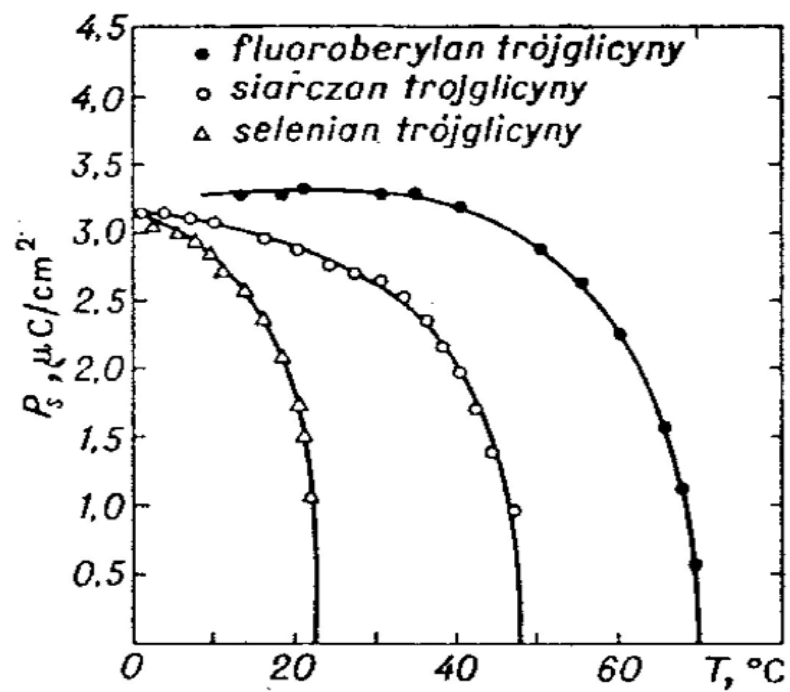
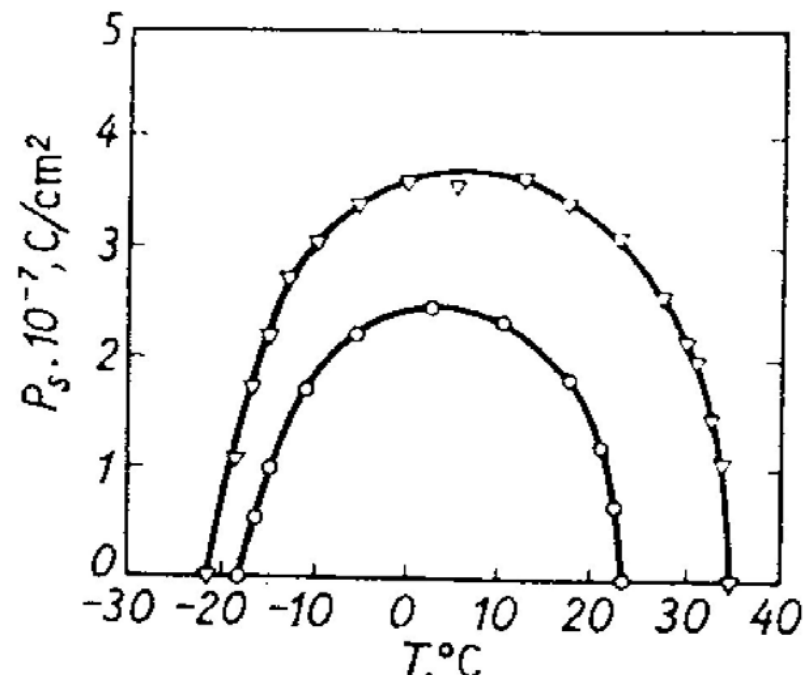
Kwas winowy i jego sole są stosowane jako dodatki do żywności regulujące kwasowość

Duża wartość przenikalności jest wynikiem uporządkowania domen w zewnętrznym polu. W ferroelektrykach podobnie jak ferromagnetykach występuje zjawisko histerezy elektrycznej oraz zanik właściwości dielektrycznych w określonej temperaturze (zwanej podobnie jak ferromagnetykach temperaturą Curie).

Temperatura Curie (oznaczana T_C) - temperatura, powyżej której ferromagnetyk gwałtownie traci swoje właściwości magnetyczne i staje się paramagnetykiem, zjawisko to wynika ze zmiany fazy ciała stałego. Nazwa pochodzi od nazwiska francuskiego fizyka Piotra Curie, męża Marii Curie-Skłodowskiej.

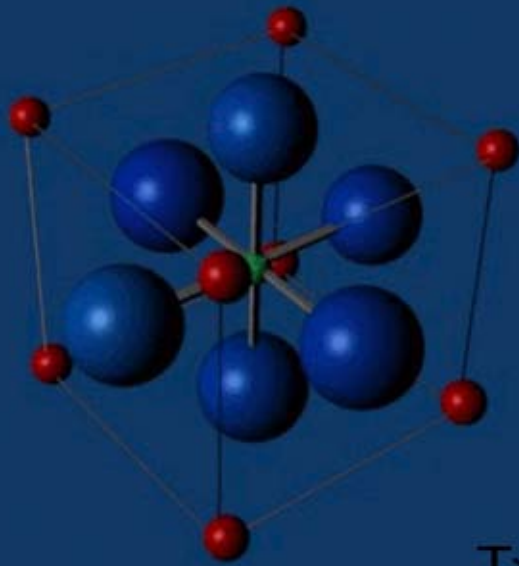
W temperaturze niższej od temperatury Curie dipole magnetyczne atomów lub cząsteczek ustawiane są przez wiązania chemiczne w jednym kierunku tworząc domeny ferromagnetyczne. W temperaturze powyżej temperatury Curie drgania cieplne sieci krystalicznej niszczą ustawienia dipoli magnetycznych, dipole wykonują drgania.

Kryształy		T_c °K
Grupa soli Seignette'a	NaK (C ₄ H ₄ O ₆) · 4H ₂ O	297 górna 255 dolna
	NaK (C ₄ H ₂ D ₂ O ₆) · 4D ₂ O	308 górna 251 dolna
	LiNH ₄ (C ₄ H ₄ O ₆) · H ₂ O	106
Grupa dwu wodorofosforanu potasu	KH ₂ PO ₄	123
	KD ₂ PO ₄	213
	RbH ₂ PO ₄	147
	RbH ₂ AsO ₄	111
	KH ₂ AsO ₄	96
	KD ₂ AsO ₄	162
	CsH ₂ AsO ₄	143
CsD ₂ AsO ₄	212	
Grupa tytanianu baru, struktura perowskitu	BaTiO ₃	393
	SrTiO ₃ **	32
	WO ₃	223
	KNbO ₃	712
	PbTiO ₃	763
Struktura ilmenitu	LaTaO ₃	—
Grupa TGS	(NH ₂ CH ₂ COOH) ₃ · H ₂ SO ₄	322
	(NH ₂ CH ₂ COOH) ₃ · H ₂ SeO ₄	295

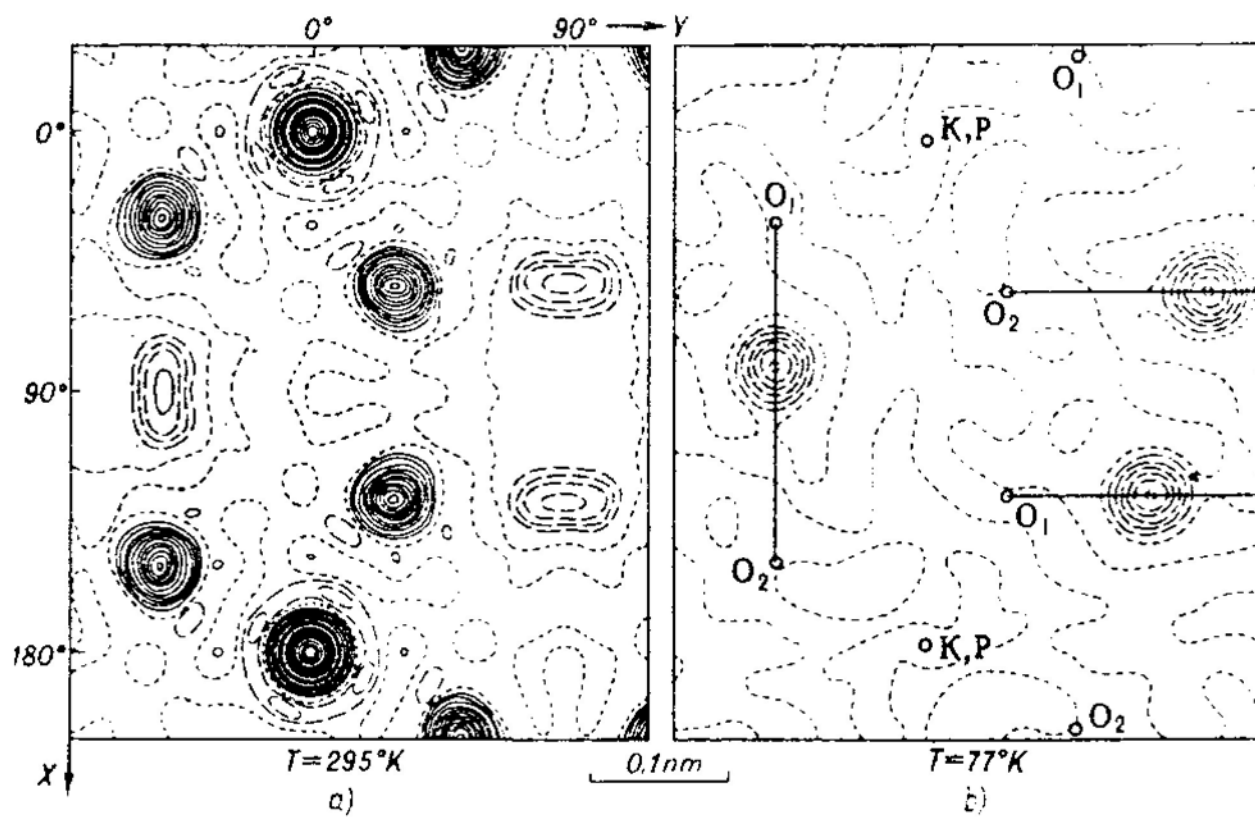


Przesunięcia kationu centralnego ze środka oktaedru tlenowego.

Uporządkowania poszczególnych elementów struktury.



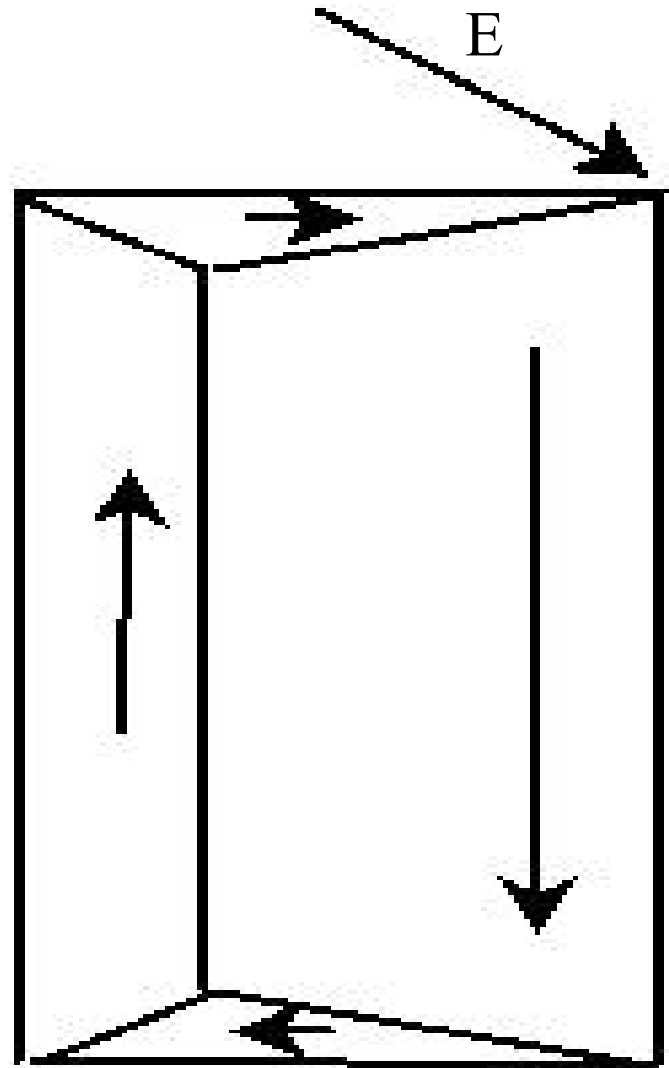
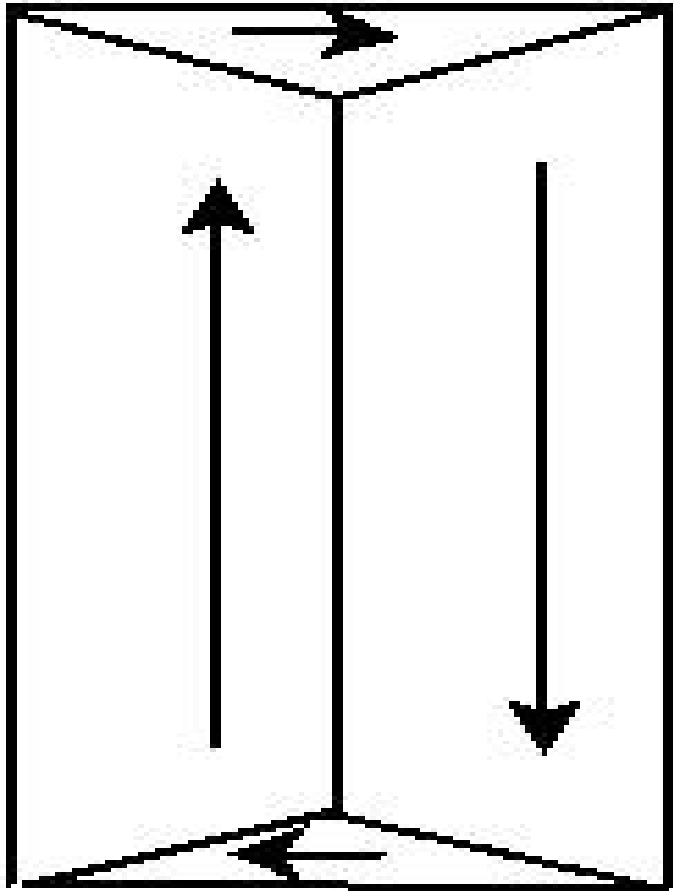
$T > T_c$

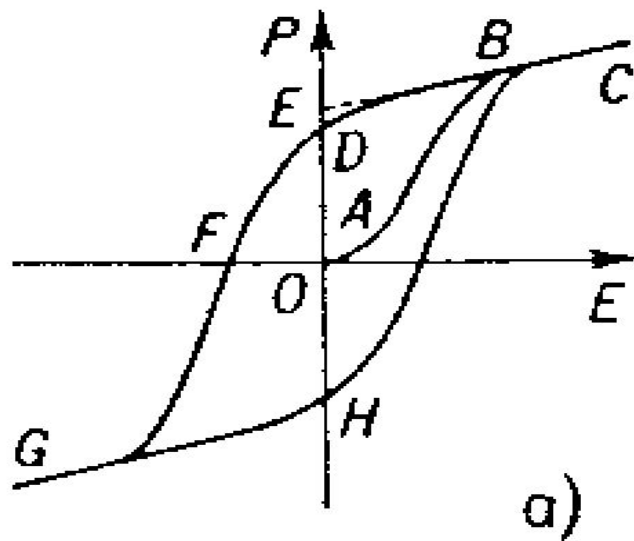


Domena jest to obszar w ferroelektryku, w którym występuje uporządkowanie momentów elektrycznych. Domeny są rozdzielone ścianami, w których następuje przejście orientacji momentów. Wyróżniane są dwa typy ścian:

ściana Blocha - momenty obracają się w płaszczyźnie ściany

ściana Nella - momenty obracają się prostopadle do płaszczyzny ściany





Histereza dielektryczna: pętla histerezy dla ferroelektryków; OE polaryzacja spontaniczna;



Literatura:

- “Fizyka ciała stałego”, Ashcroft
- ”Wstęp do fizyki ciała stałego”,C.Kittel
- ”Encyklopedia Fizyki”
- Internet(głównie Wikipedia)