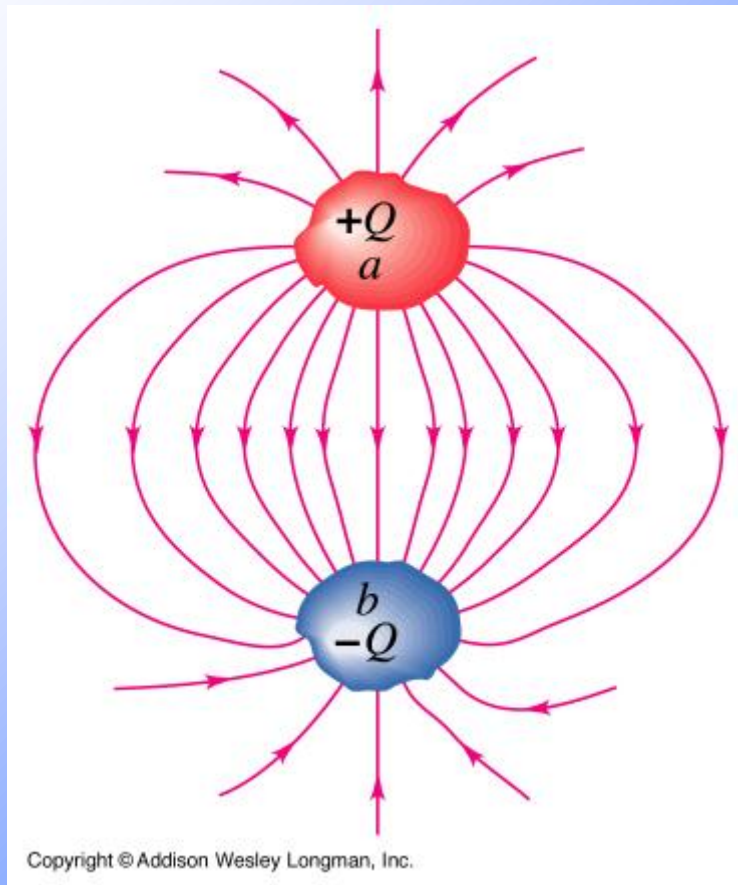


Pojemność



Stosunek ładunku Q do różnicy potencjałów ΔV (napięcia U), którą wytwarza ten ładunek, będziemy nazywali **pojemnością C** układu, a sam układ kondensatorem.

$$C = \frac{Q}{\Delta V} = \frac{|Q|}{|U|}$$

Układ Ziemia – naładowana kula

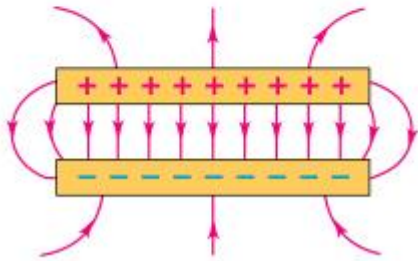
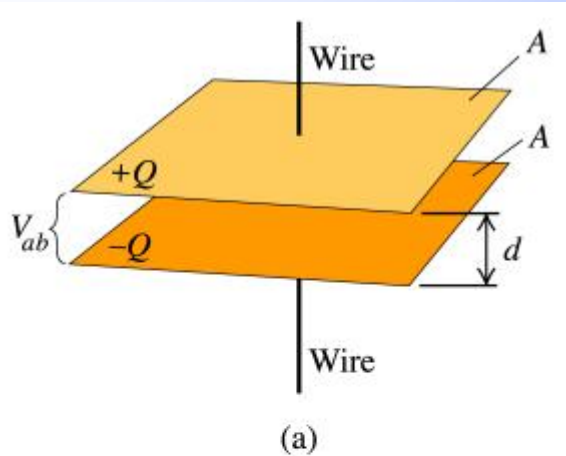
$$E = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R^2}$$

$$V = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R}$$

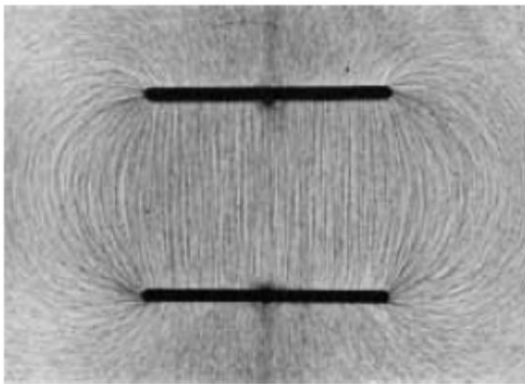
$$C = \frac{Q 4\pi\epsilon_0 R}{Q} = 4\pi\epsilon_0 R$$

$$C \approx 710 \mu\text{F}$$

Pojemność



Copyright ©



$$C = \frac{Q}{\Delta V} = \frac{|Q|}{|U|}$$

$$U_{ab} = \Delta V = \int_a^b E(x) dx$$

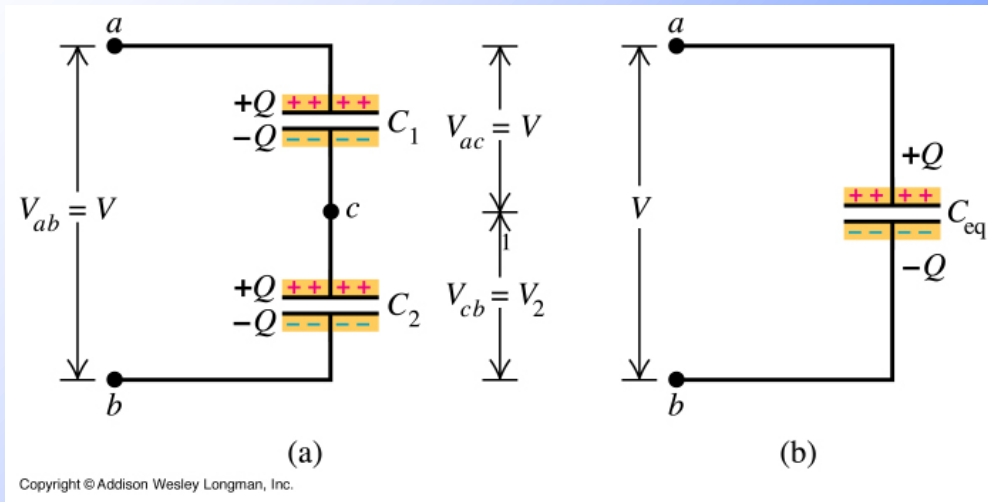
$$E = \frac{\sigma}{\epsilon_0} = \text{const.}$$

$$E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} + \frac{\sigma}{2\epsilon_0} = \frac{\sigma}{\epsilon_0} = \frac{Q}{\epsilon_0 S}$$

$$\Delta V = \int_0^d E dx = \frac{Q}{\epsilon_0 S} \int_0^d dx = \frac{Qd}{\epsilon_0 S}$$

$$C = \frac{\epsilon_0 S}{d}$$

Łączenie kondensatorów

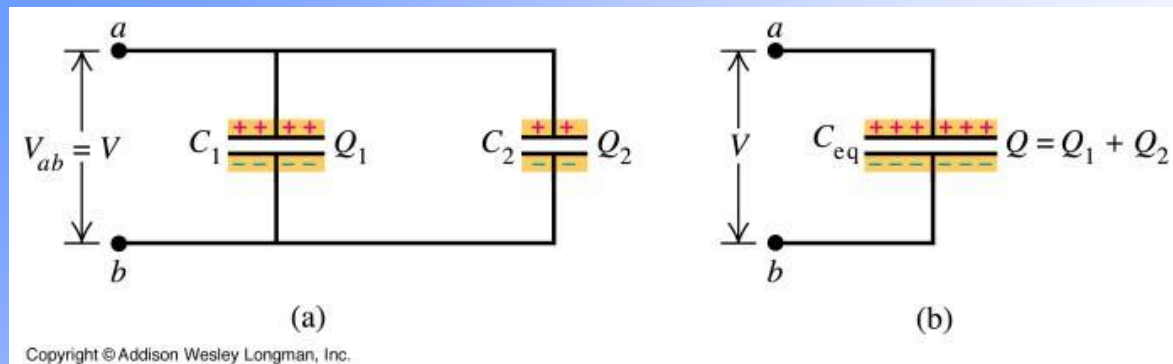


$$\frac{1}{C_Z} = \sum_i \frac{1}{C_i}$$

$$1 / C_W = 1 / C_1 + 1 / C_2$$

$$C_Z = \sum_i C_i$$

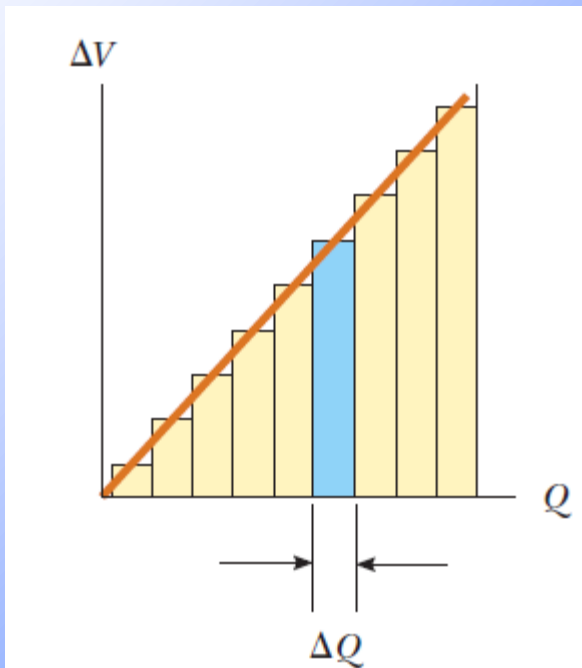
$$C_W = C_1 + C_2$$



Energia kondensatorów.

Energia zgromadzona w kondensatorze:

Różnica potencjałów powstała między naładowanymi ciałami jest proporcjonalna do wartości ładunku. Dla różnych układów wytworzenie identycznej różnicy potencjałów wymaga jednak przeniesienia różnej ilości ładunku elektrycznego.



$$\Delta V = \frac{Q}{C_{\text{eq}}}$$

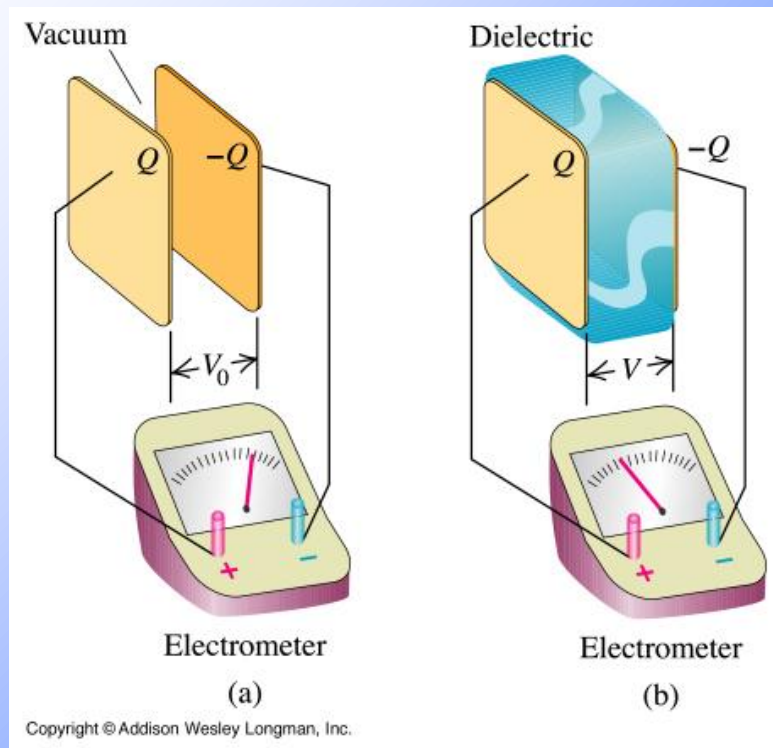
$$\frac{W}{Q} = \Delta V = U$$

$$W_c = \int_0^Q U \, dq = \int_0^Q \frac{q}{C} \, dq = \frac{1}{C} \int_0^Q q \, dq = \frac{Q^2}{2C}$$

$$E_c = \frac{Q^2}{2C} = \frac{CU^2}{2} = \frac{QU}{2}$$

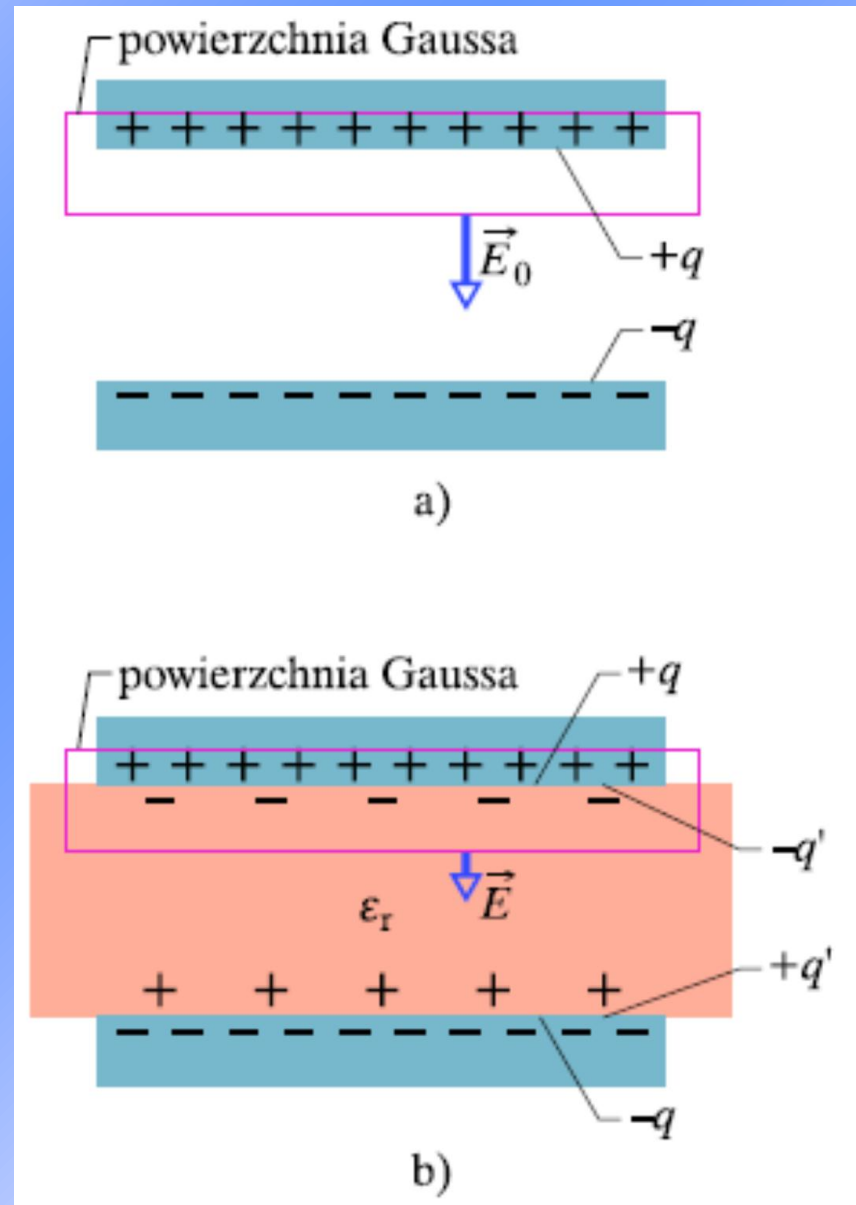
$$\rho = \frac{W_{\text{el}}}{V} = \frac{CU^2}{2} \frac{1}{Sd} = \frac{\epsilon_0 S E^2 d^2}{2d^2 S} = \frac{\epsilon_0 E^2}{2}$$

Dielektryki

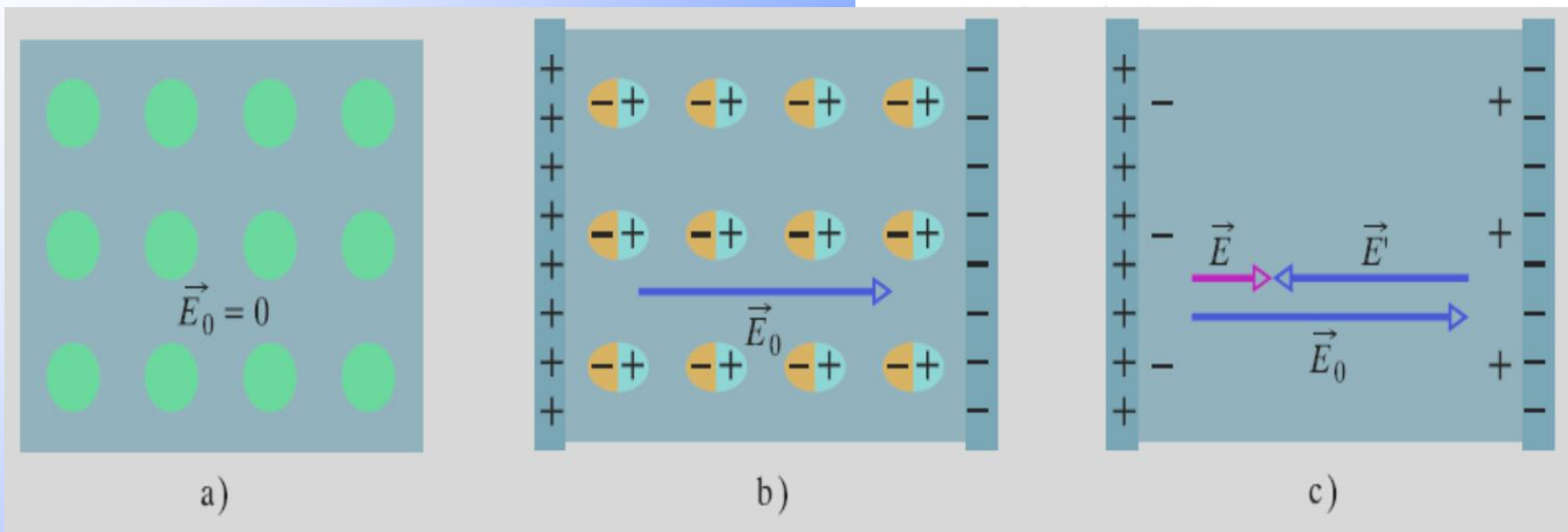


$$\mathbf{E} = \sigma / \epsilon \epsilon_0$$

$$\mathbf{C} = \epsilon_0 \epsilon A / d$$

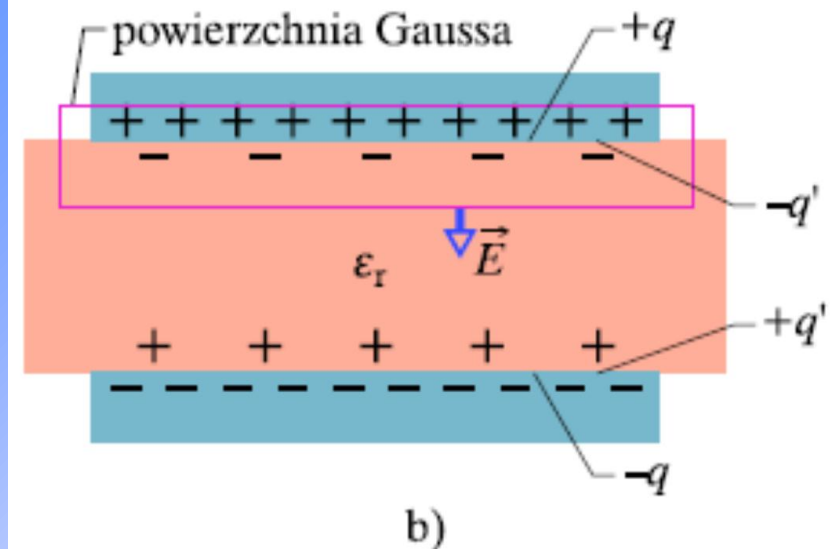


Dielektryki

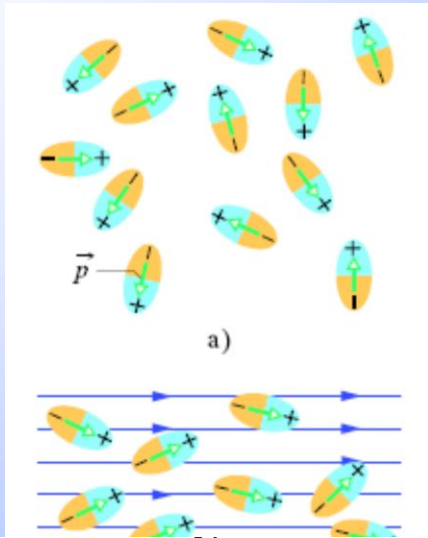


$$\mathbf{E} = \sigma / \epsilon \epsilon_0$$

$$\mathbf{C} = \epsilon_0 \epsilon \mathbf{A} / \mathbf{d}$$



Dielektryki i stała dielektryczna



$$(3 \times 10^7 \text{ V/m})(1 \times 10^{-5} \text{ m}) = 300 \text{ V.}$$



Material	Dielectric Constant, K	Dielectric Strength, E_m (V/m)
Polycarbonate	2.8	3×10^7
Polyester	3.3	6×10^7
Polypropylene	2.2	7×10^7
Polystyrene	2.6	2×10^7
Pyrex glass	4.7	1×10^7

a)

b)

c)

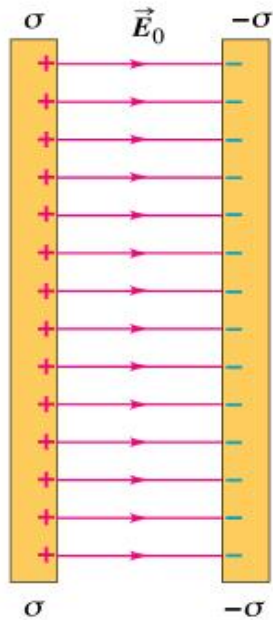
Dielektryki i stała dielektryczna

$$D = \varepsilon_0 \varepsilon E = \varepsilon_0 E + P$$

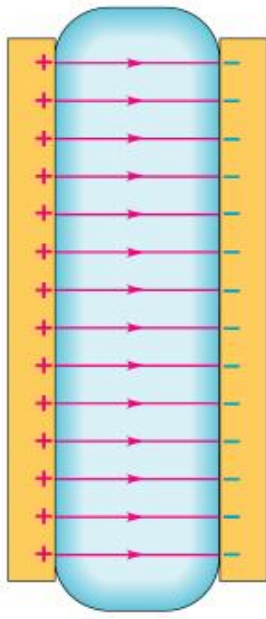
$$\vec{D} = \varepsilon \varepsilon_0 \vec{E}$$

Wektor indukcji

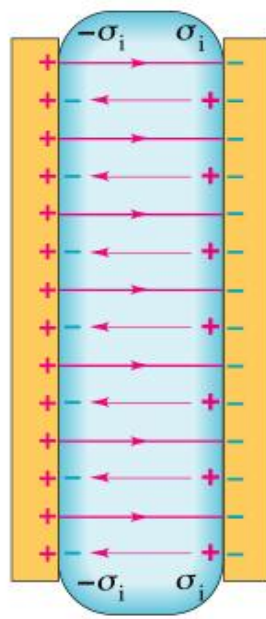
Względna przenikalność elektryczna



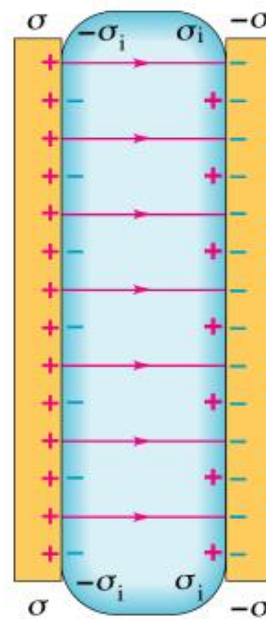
(a)



(b)



(c)



(d)

Material	Dielectric constant
Vacuum	1 (by definition)
Air	1.00054
Teflon™	2.1
Polyethylene	2.25
Polystyrene	2.4–2.7
Paper	3.5
Silicon dioxide	3.7
Concrete	4.5
Pyrex (glass)	4.7 (3.7–10)
Rubber	7
Diamond	5.5–10
Salt	3–15
Graphite	10–15
Silicon	11.68
Methanol	30
Furfural	42.0
Glycerol	47–68
Water	88–80.1–55.3–34.5 (0–20–100–200 °C)

Dielektryki i stała dielektryczna

$$D = \varepsilon_0 \varepsilon E = \varepsilon_0 E + P$$

$$\vec{D} = \varepsilon \varepsilon_0 \vec{E}$$

Wektor indukcji

Względna przenikalność
elektryczna

$$\vec{P} = \varepsilon_0 (\varepsilon - 1) \vec{E} = \varepsilon_0 \chi \vec{E}$$

Podatność elektryczna

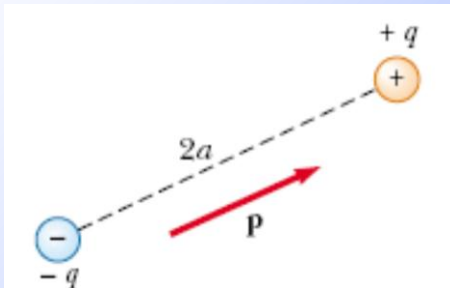
$$\varepsilon_r = \frac{\varepsilon_s}{\varepsilon_0}$$

$$\varepsilon_r = \frac{C_x}{C_0}$$

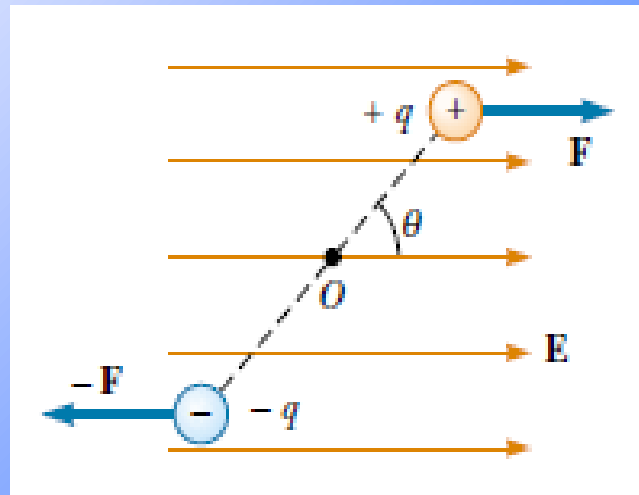
Statyczna przenikalność dielektryczna

Material	Dielectric constant
Vacuum	1 (by definition)
Air	1.00054
Teflon™	2.1
Polyethylene	2.25
Polystyrene	2.4–2.7
Paper	3.5
Silicon dioxide	3.7
Concrete	4.5
Pyrex (glass)	4.7 (3.7–10)
Rubber	7
Diamond	5.5–10
Salt	3–15
Graphite	10–15
Silicon	11.68
Methanol	30
Furfural	42.0
Glycerol	47–68
Water	88–80.1–55.3–34.5 (0–20–100–200 °C)

Materia w polu elektrycznym

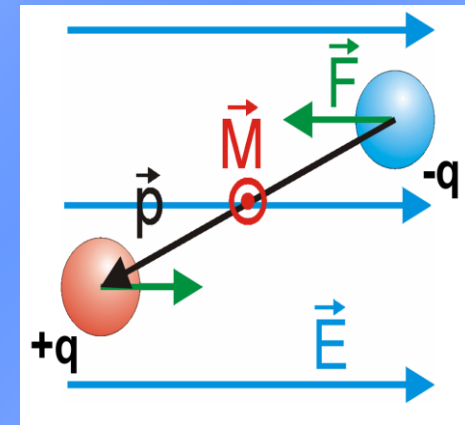


$$\vec{p} = q \vec{l}$$



$$\vec{M} = \vec{p} \times \vec{E}$$

$$M = Fl \sin \alpha = qEl \sin \alpha = pE \sin \alpha$$

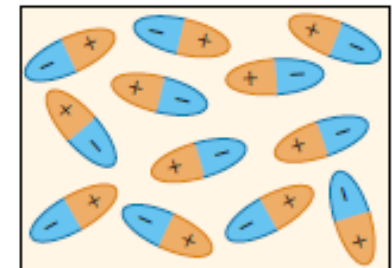


(a)

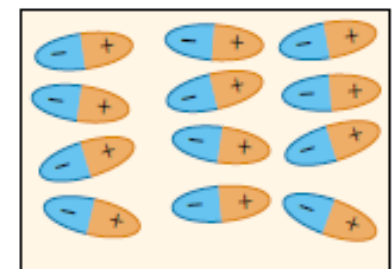


(b)

$$\vec{p} = \alpha \vec{E}$$

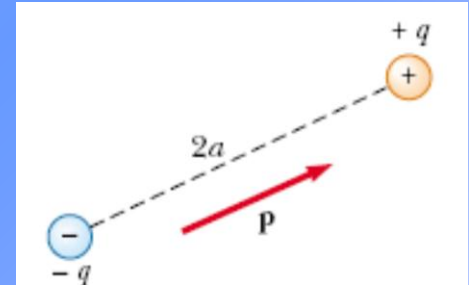
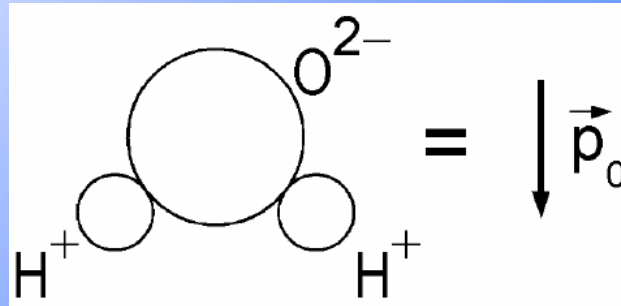
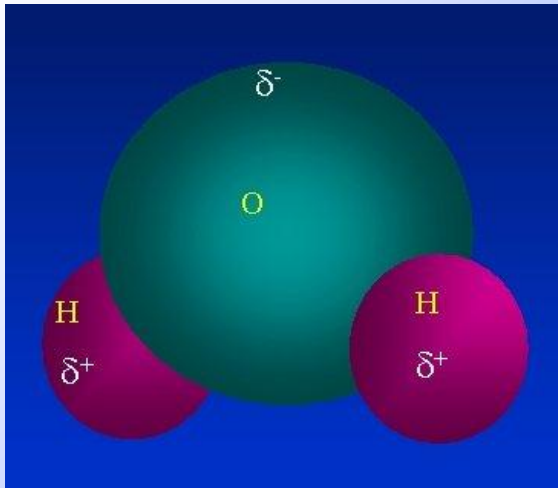


(a)



(b)

Dielektryki polarne

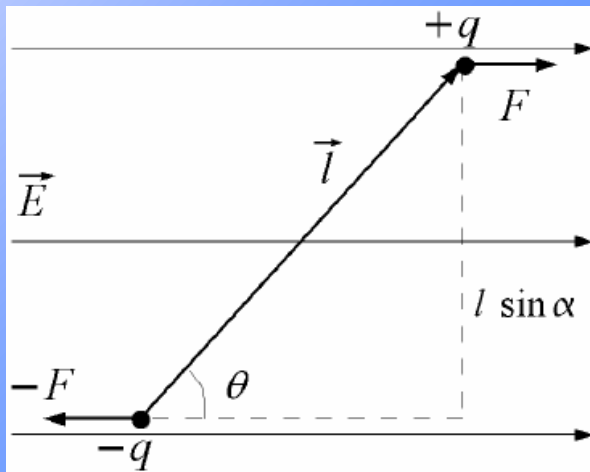


$$\vec{p} = q \vec{l}$$

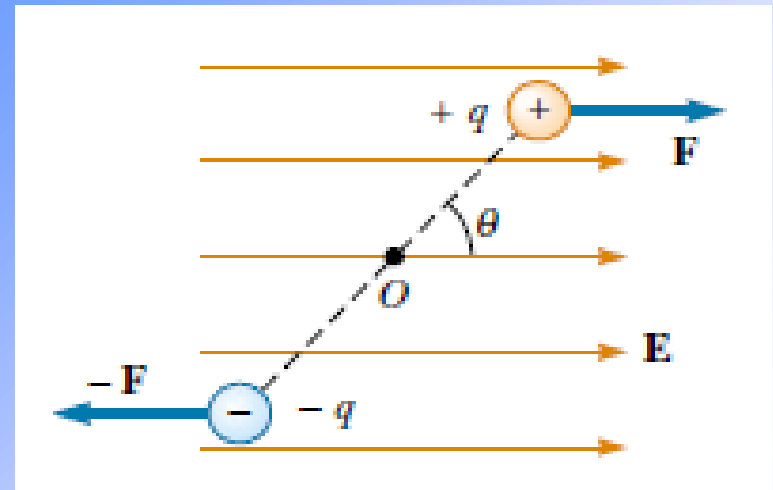
Elektryczny moment dipolowy:

W polu zewnętrznym na dipol działa moment siły:

$$M = Fl \sin \alpha = qEl \sin \alpha = pE \sin \alpha$$



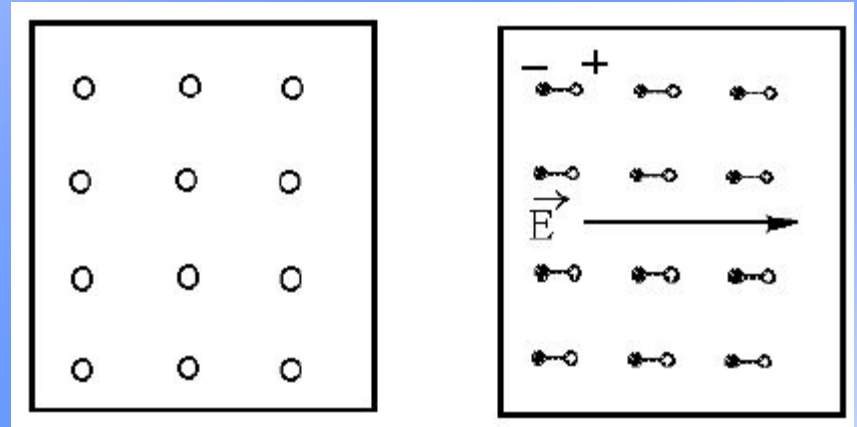
$$\vec{M} = \vec{p} \times \vec{E}$$



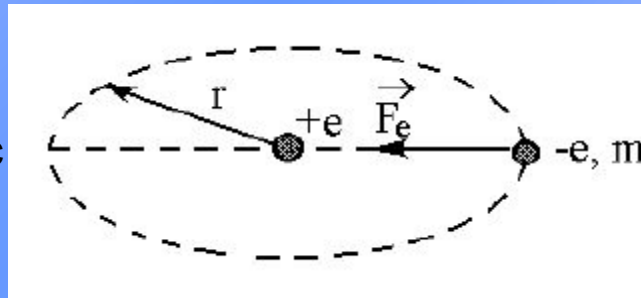
Dielektryki niepolarne

Polaryzowalność

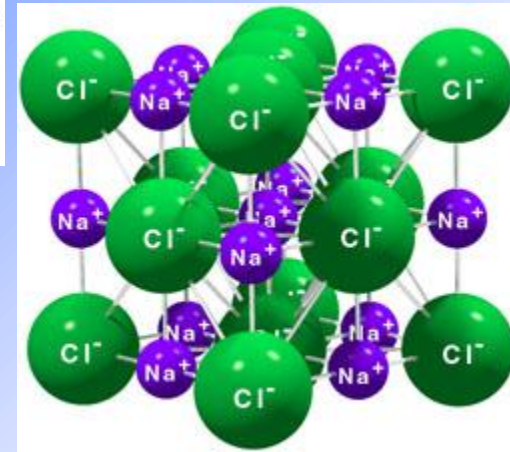
$$\vec{p} = \alpha \vec{E}$$



Polaryzacja elektronowa: obojętne elektrycznie atomy mogą w zewnętrznym polu elektrycznym stać się dipolami wskutek zniekształcenia chmury elektronowej wywołanego polem zewnętrznym.

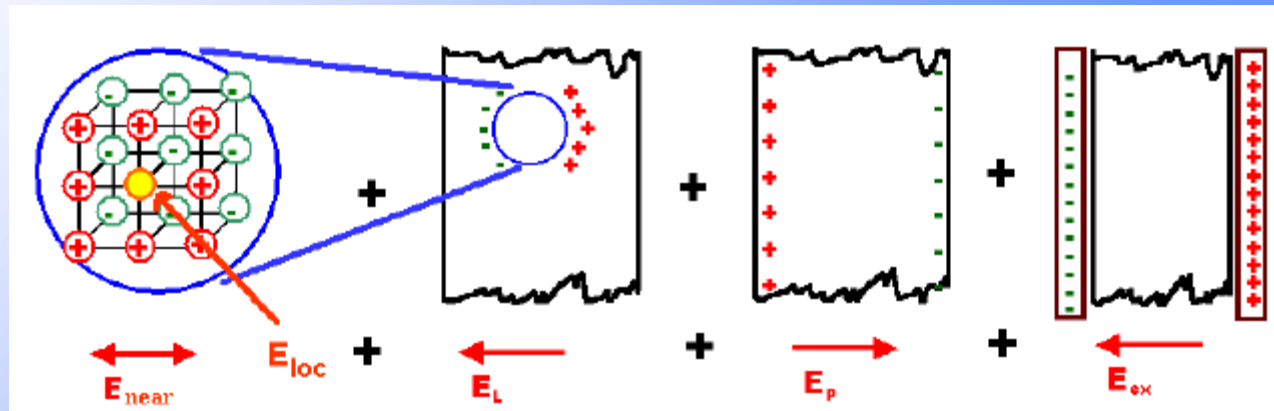


Polaryzacja jonowa występuje w substancjach o wiązaniu jonowym, takich jak chlorek sodu NaCl, zbudowanych z dwu rodzajów jonów. Dochodzi do wzajemnego przesunięcia podsieci kationowej i anionowej



Polaryzacja ładunkiem przestrzennym zachodzi, kiedy nośniki ładunku (jony) gromadzą się na niejednorodnościach ośrodka, np. na granicach obszarów o różnej wartości stałej dielektrycznej.

Wzór Clausiusa-Mosottiego



$$\vec{E}_l = \vec{E} + \frac{\vec{P}}{3\epsilon_0}$$

$$\vec{P} = N \vec{p} = N\alpha \left(\vec{E} + \frac{\vec{P}}{3\epsilon_0} \right)$$

$$\vec{P} = \frac{N\alpha}{1 - \frac{N\alpha}{3\epsilon_0}} \vec{E}$$

Pole lokalne (od sąsiednich dipoli) jest silniejsze od pola zewnętrznego

masa molowa

$$\frac{\epsilon - 1}{\epsilon + 2} = \frac{N\alpha}{3\epsilon_0}$$

$$\frac{\epsilon - 1}{\epsilon + 2} \frac{\mu}{\rho} = \frac{N_A \alpha}{3\epsilon_0}$$

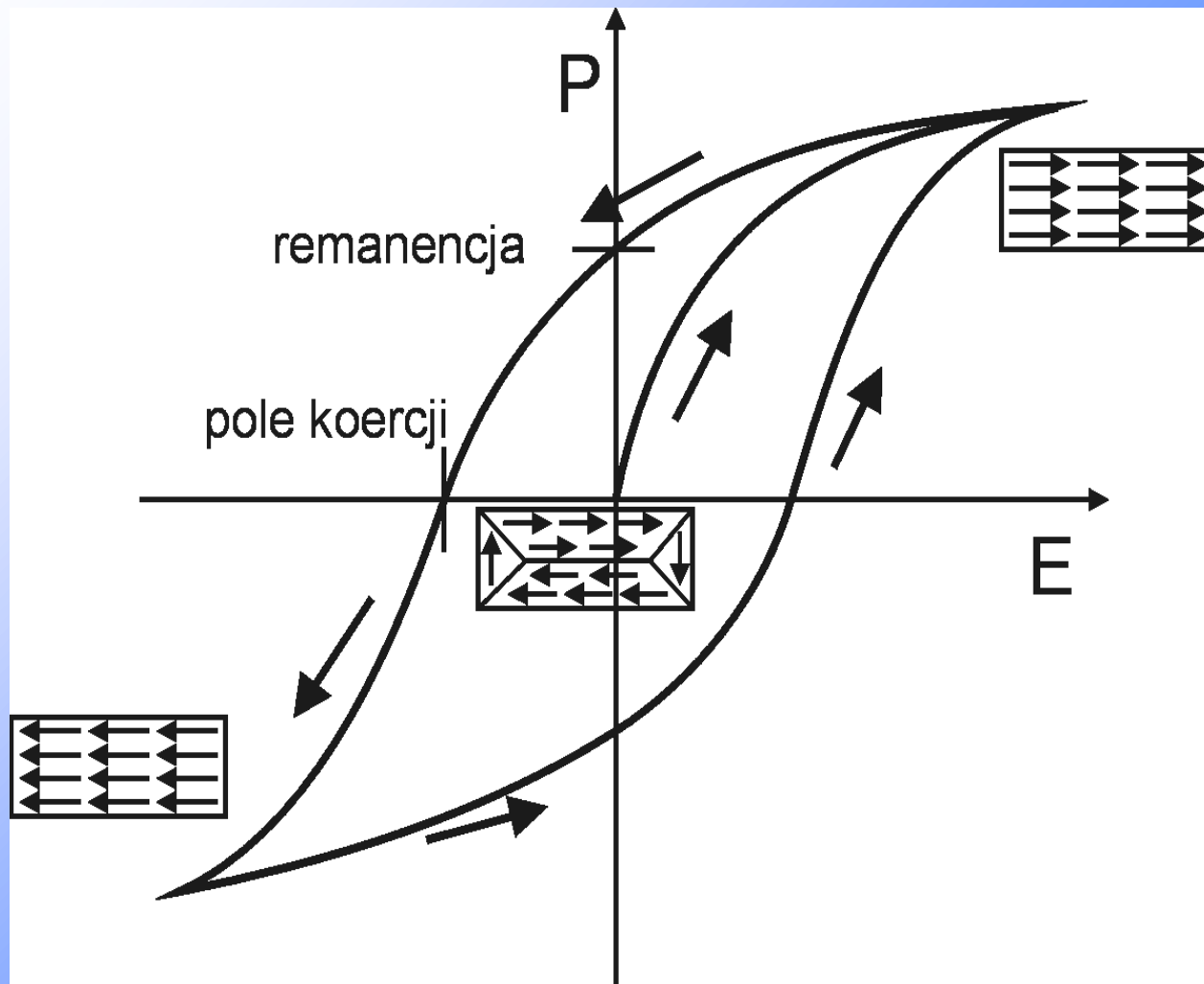
Liczba Avogadro

gęstość

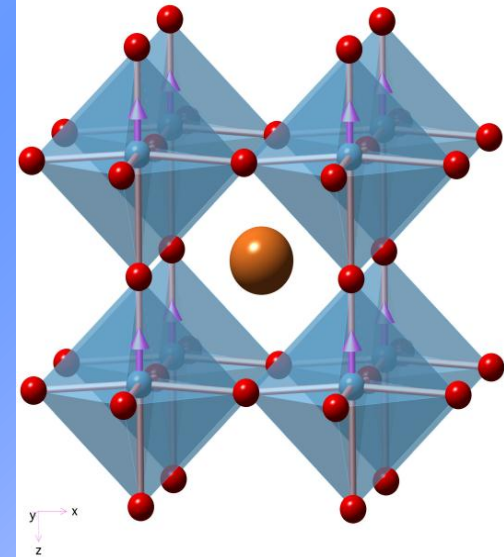
$$\vec{P} = \epsilon_0(\epsilon - 1) \vec{E} = \epsilon_0 \chi \vec{E}$$

Wzór Clausiusa-Mosottiego (dielektryki niepolarne)

Ferroelektryki



Barium Titanate - Perovskite Structure

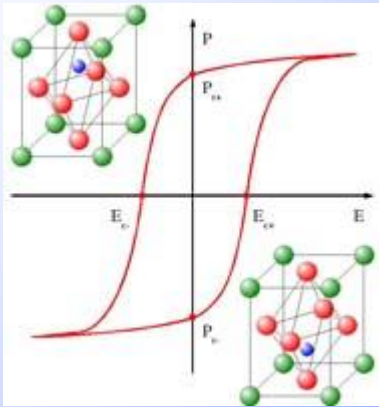


Made with CrystalMaker 4.0 • <http://www.crystallmaker.co.uk>

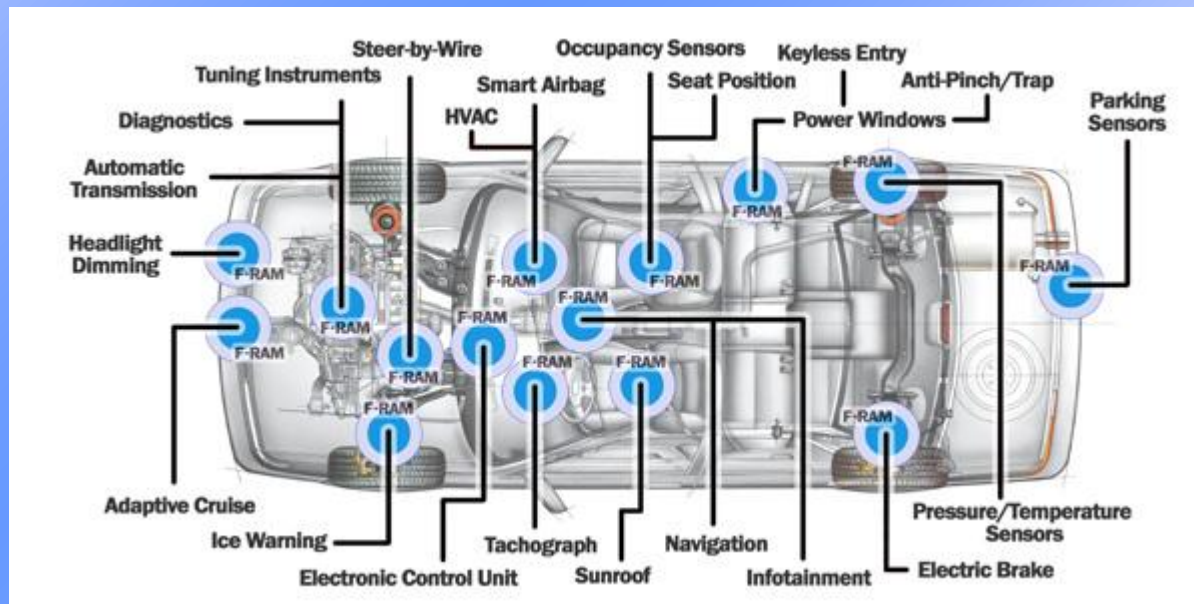
Prawo Curie-Weissa

$$\chi = \frac{C_c}{T - T_c}$$

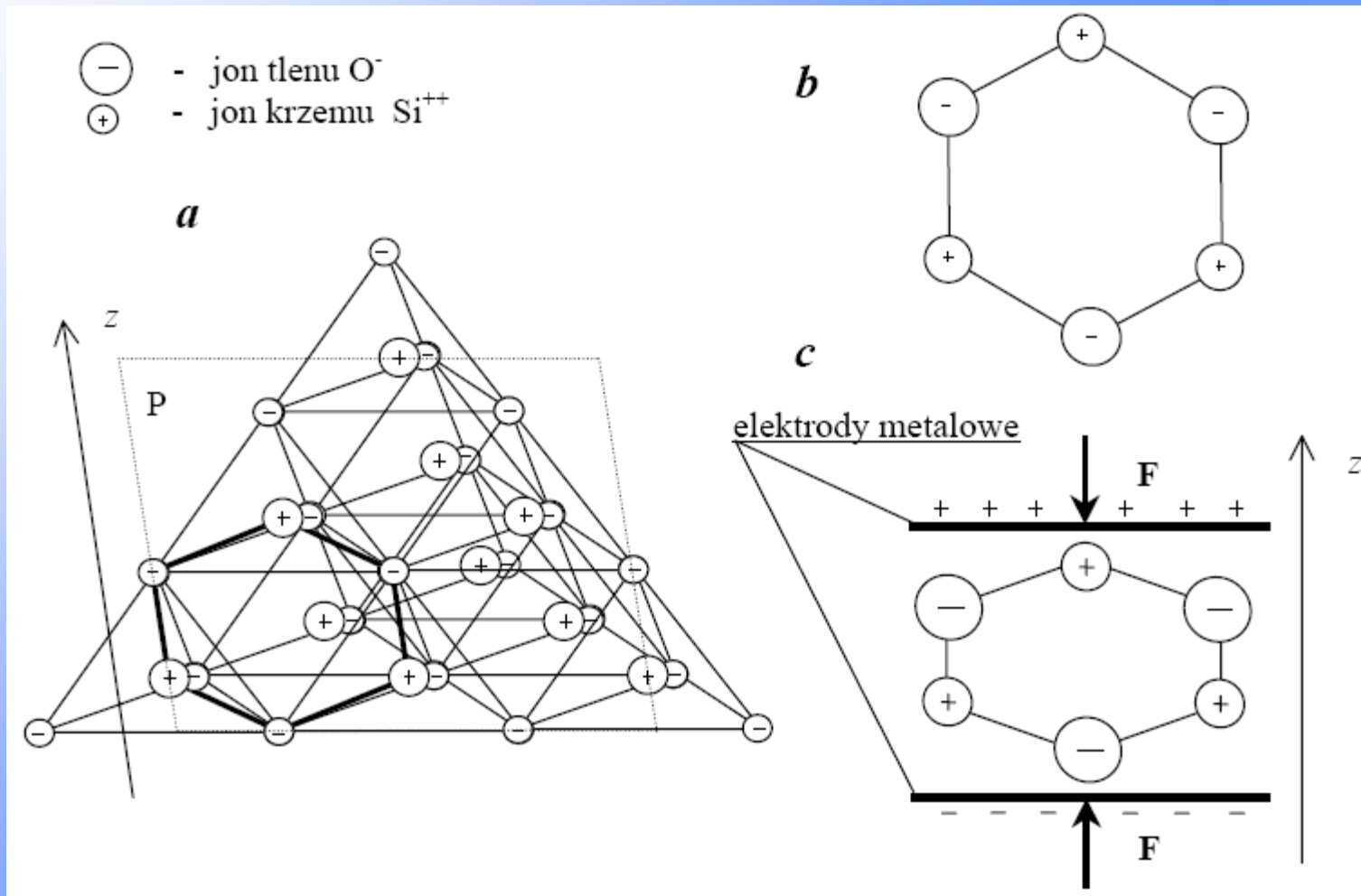
Ferroelektryki



Pamięć FRAM - Fujitsu (Cebit 2006):
30.000 razy szybsza niż EEPROM,
100.000 razy więcej cykli zapisu/odczytu
200 razy mniejsze zużycie energii



Piezoelektryki

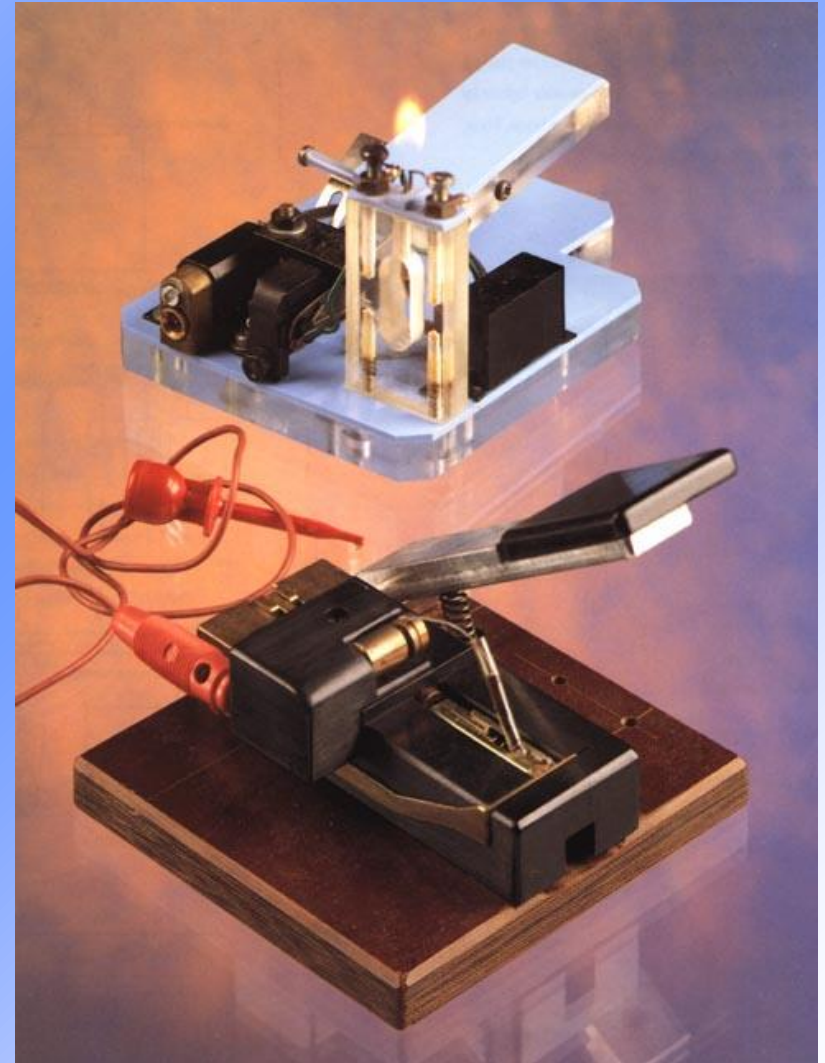
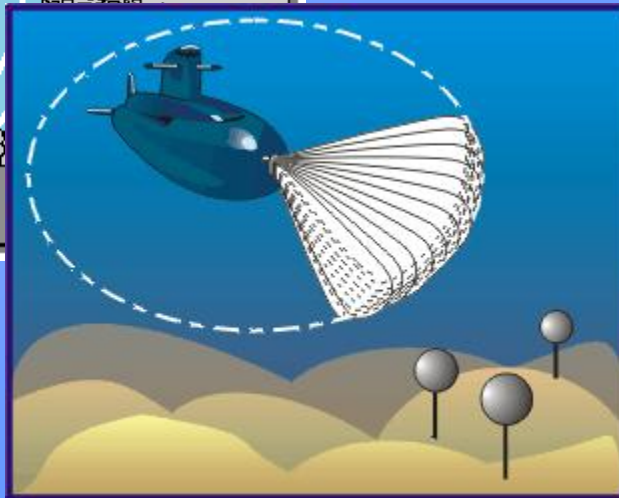
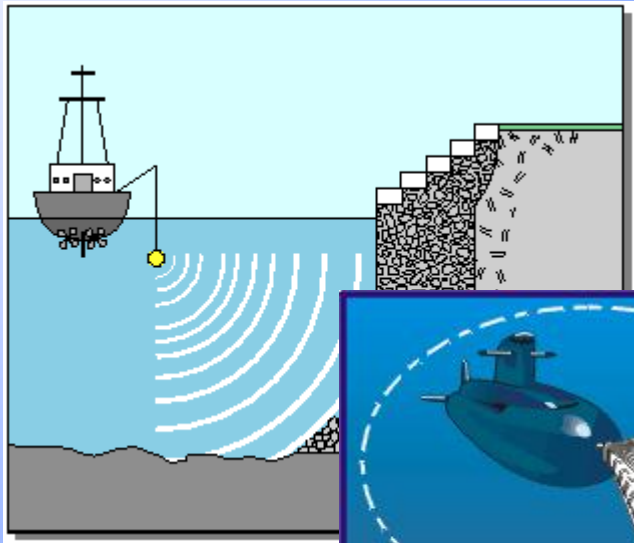


Przyłożenie nacisku do kryształu kwarcu w pewnych kierunkach powoduje powstanie ładunku elektrycznego na powierzchni kryształu. Ładunek jest wprost proporcjonalny do ciśnienia.

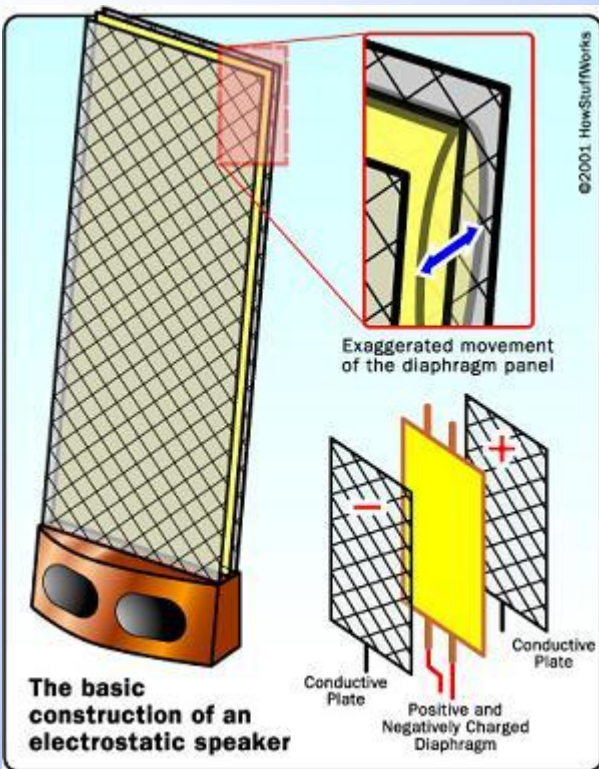
Piezoelektryki - zastosowania

Najczęściej stosowane piezoelektryki:

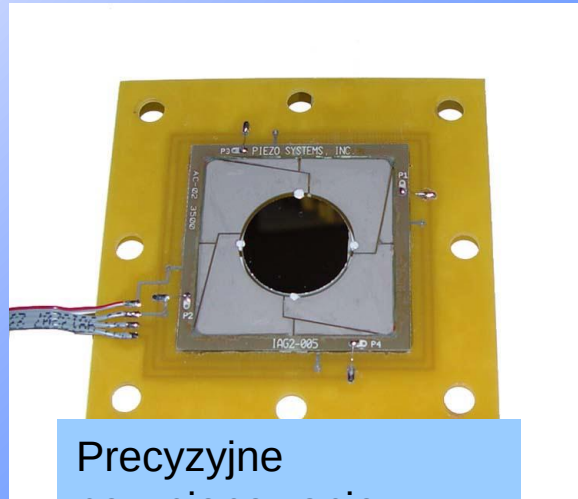
- Układ tytanian ołowiu-cyrkonianołowiu (PZT);
- Tytanian ołowiu (PbTiO_2);
- Tytanian baru (BaTiO_3);
- Polimery (polifluorek winylidenu PVDF).



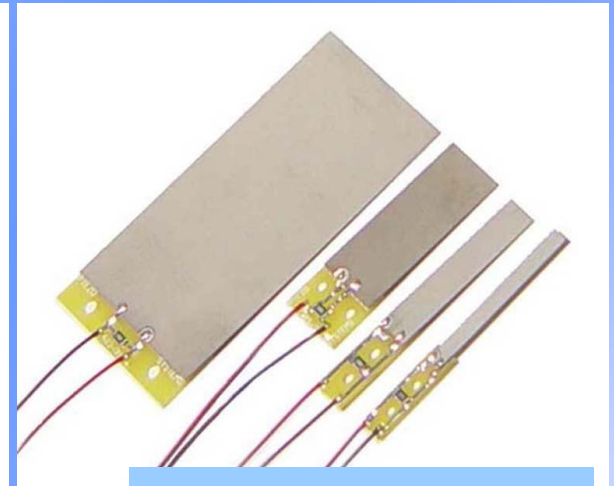
Piezoelektryki - zastosowania



Głośniki



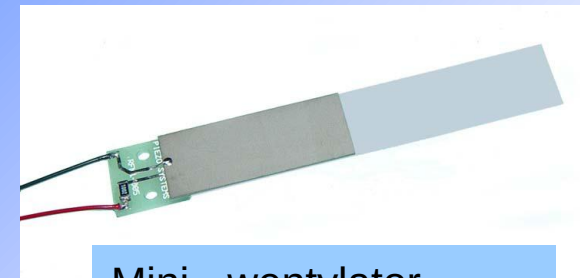
Precyzyjne pozycjonowanie



Sensory piezoelektryczne



Przetwornik drgań



Mini - wentylator

Piezoelektryki - zastosowania



www.toyotaclub.hg.pl/2004-Paris.htm

(...) Toyota D-4D Clean Power wykorzystuje system common rail z piezoelektrycznymi wtryskiwaczami paliwa działającymi pod ciśnieniem 180 MPa, najwyższym z dostępnych obecnie systemów piezoelektrycznych (...)

Każdy z wtryskiwaczy składa się ze stosu piezoelektrycznych elementów ceramicznych. Kiedy do stosu przyłożone jest napięcie, elementy rozszerzają się, co pozwala wtrysnąć paliwo do cylindra. Technika ta umożliwia wtryskiwanie większej ilości paliwa w czasie krótszym niż tradycyjnie stosowane wtryskiwacze.

„Inteligentny” sprzęt sportowy - firma Head

