


Co to jest pole elektromagnetyczne

?

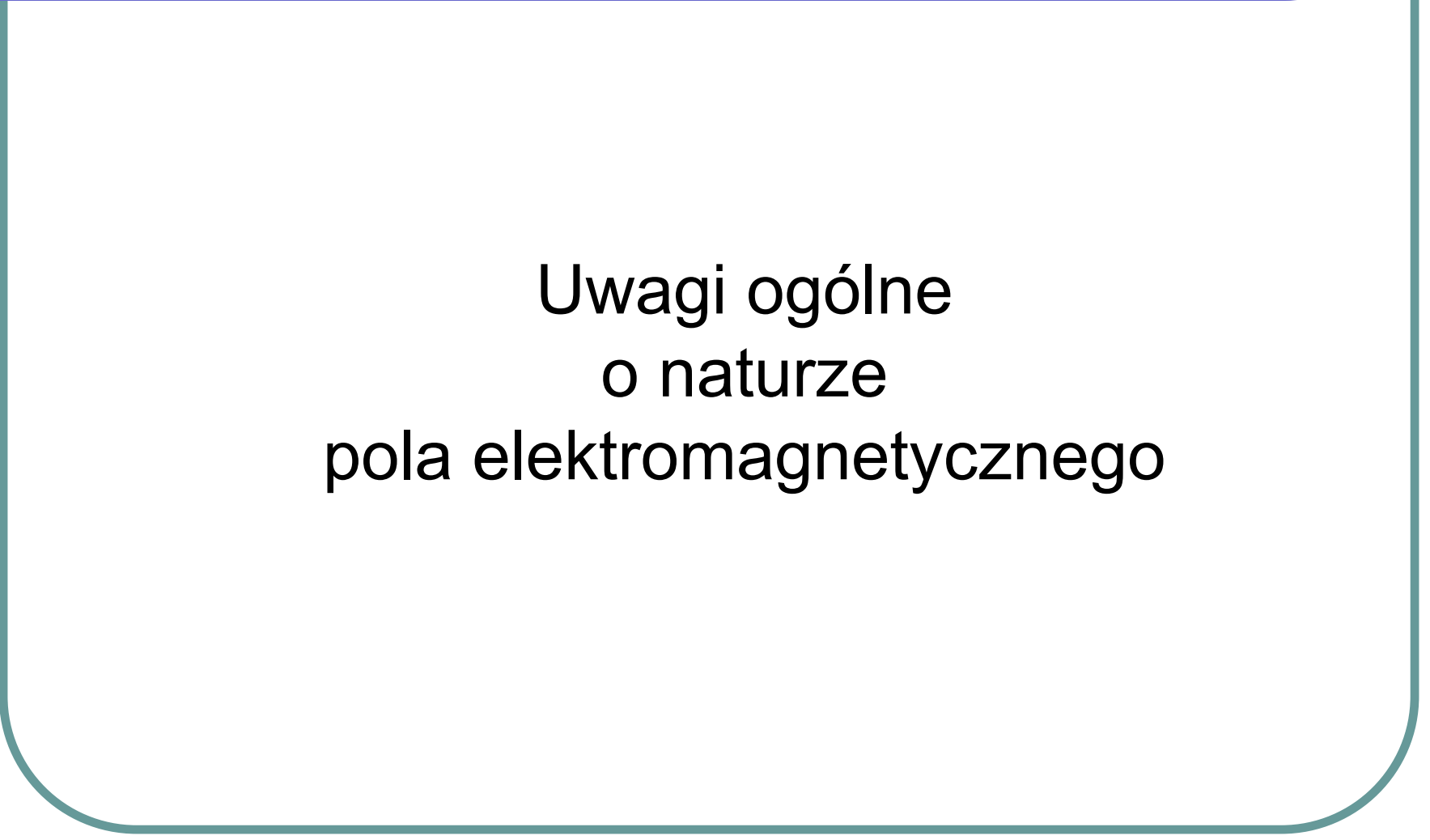
Andrzej Krawczyk

Polskie Towarzystwo Zastosowań Elektromagnetyzmu

Pole elektromagnetyczne a przyszłość telekomunikacji
III Międzynarodowa Konferencja

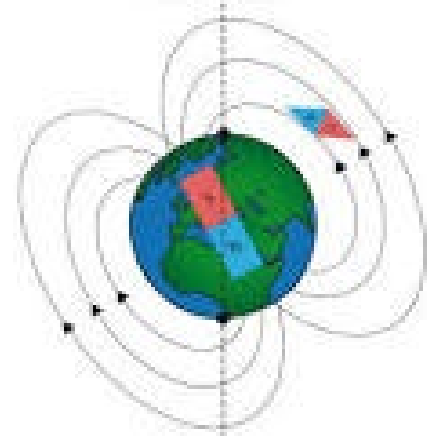
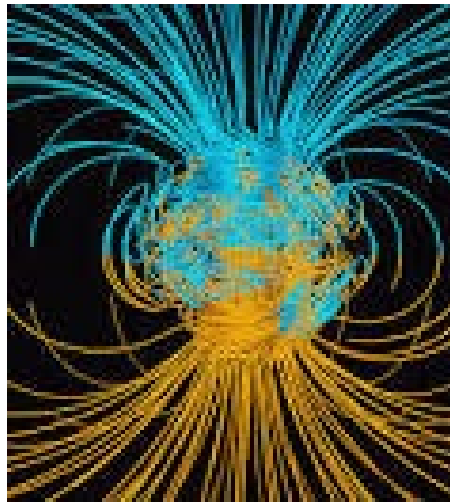
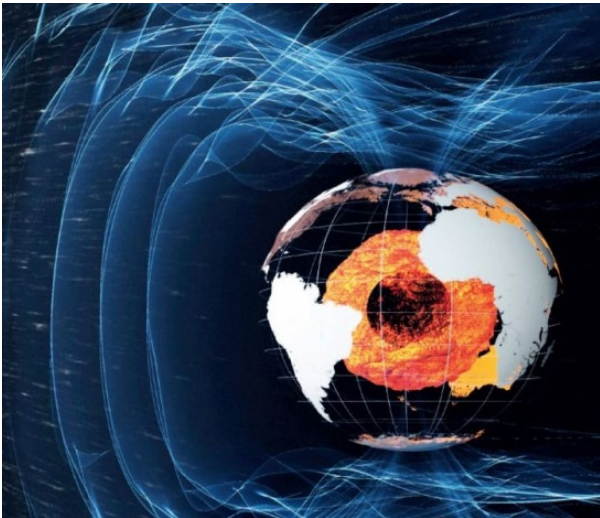


Uwagi ogólne
o naturze
pola elektromagnetycznego



Źródła naturalne

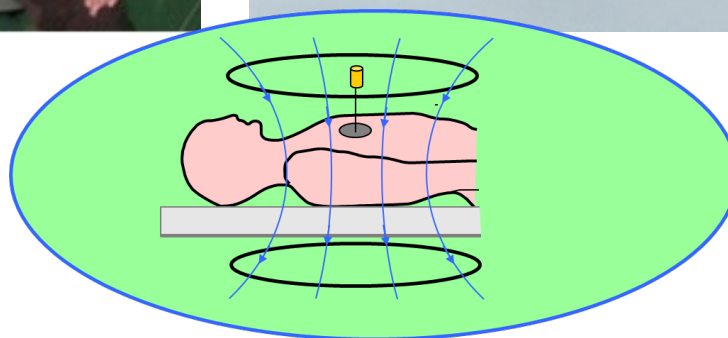
- **Ziemia**
- **Słońce**
- **Wyładowania atmosferyczne**



Źródła elektroenergetyczne i telekomunikacyjne...



... i elektromedyczne



Terminologia

- Pole elektryczne (elektrostatyczne);
- Pole magnetyczne (magnetostatyczne);
- Pole elektromagnetyczne (PEM).

Pole elektryczne i pole magnetyczne towarzyszą człowiekowi od zawsze, a świadomie generowane pole elektromagnetyczne jest wynikiem odkryć:

- Volty,
- Oersteda,
- Faradaya,
- Maxwella,
- Hertza.

Matematyczną reprezentacją tych odkryć są
równania Maxwella

Wiliam Gilbert (1544-1603)

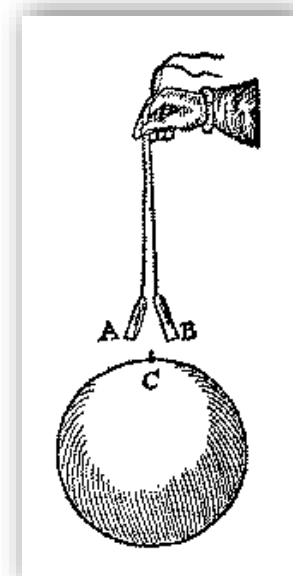


Wiliam Gilbert (1544-1603)

Osobisty lekarz królowej Elżbiety I
Dzieło życia:

De Magnete (O Magnesach i ciałach magnetycznych oraz o wielkim magnesie Ziemi) (1600 r.)

Nazwany ojcem magnetyzmu i elektryczności, eksperymentator, odkrywca magnetyzmu ziemskiego



Charles Augustin de Coulomb (1736-1806)



Charles Augustin de Coulomb (1736-1806)

Prawo odwrotności kwadratu

Joseph Priestley (1733-1804)

Brytyjski chemik, duchowny kościoła
prezbitariańskiego – był pierwszym,
który odkrył prawo odwrotności kwadratu

Henry Cavendish (1731-1810)

Brytyjski fizyk i chemik
Hipoteza Priestleya

Charles Augustin de Coulomb (1736-1806)

Francuski fizyk – pierwszy opublikował!

$$F_e = k \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}$$

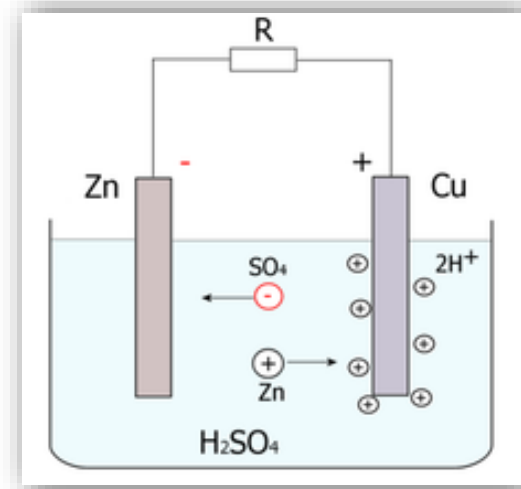
Alessandro Volta (1745-1827)



Alessandro Volta (1745-1827)

Profesor w uniwersytetach w Como i Pavia

W liście do Towarzystwa Królewskiego (Royal Society) zaanonsowanym 26 czerwca 1800 r. przedstawił **koncepcję baterii elektrycznej, produkującej prąd stały**



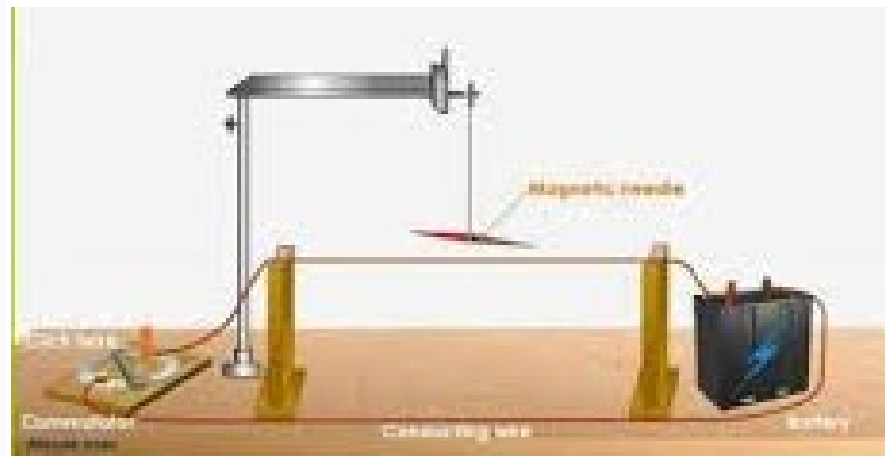
Hans Christian Oersted (1777-1851)



Hans Christian Oersted (1777-1851)

Duński fizyk

Podczas wieczornego wykładu w kwietniu 1820 r., demonstrując studentom działanie baterii Volty, spostrzegł, że kiedy **pojawia się prąd elektryczny w przewodzie to porusza się igła kompasu**

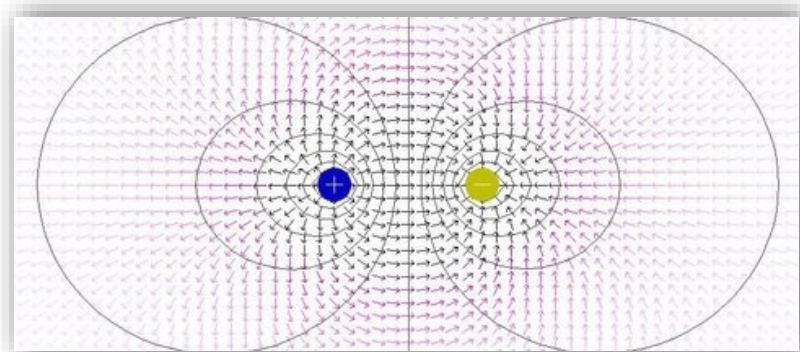


Andre Maria Ampere (1775-1836)



Andre Maria Ampere (1775-1836)

Fizyk francuski Ampere usłyszał 11 września 1820 r. o eksperymencie Oersteda, a już 18 września (po tygodniu) przedstawił w Akademii Francuskiej artykuł, w którym zinterpretował doświadczenie Oersteda w dogłębszy sposób – **Ampere utworzył nową dziedzinę fizyki – elektrodynamikę**



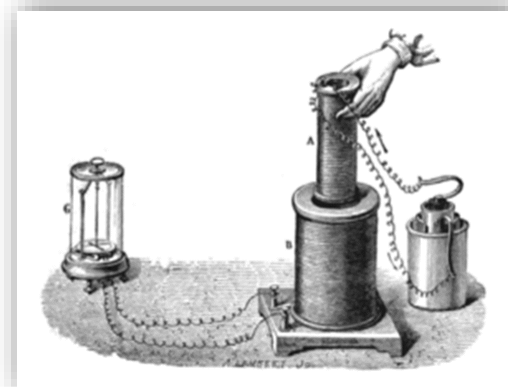
Michael Faraday (1791-1867)



Michael Faraday (1791-1867)

Chemik i fizyk brytyjski przez dziesięć lat **poszukiwał zjawiska symetrycznego do odkrycia Oersteda i Ampere'a**

Wszystkie próby okazywały się nieskuteczne – stałe pole magnetyczne nie wytwarzało siły elektromotorycznej, a w konsekwencji płynięcia prądu elektrycznego; dopiero 29 sierpnia 1831 r., też chyba przypadkowo dostrzegł, że nie pole magnetyczne stacjonarne, ale jego **zmiana indukuje siłę elektromotoryczną**



James Clerk Maxwell (1831-1879)



James Clerk Maxwell (1831-1879)

Fizyk brytyjski, w 1864 r. zbudował system równań opisujący cały elektromagnetyzm. Udowodnił, że **elektryczność** i **magnetyzm** są dwoma rodzajami tego samego zjawiska – elektromagnetyzmu.

$$\nabla \times \mathbf{B} = \mu_0 \mathbf{j} + \varepsilon_0 \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t}$$

$$\nabla \times \mathbf{E} = -\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t}$$

$$\nabla \cdot \mathbf{B} = 0$$

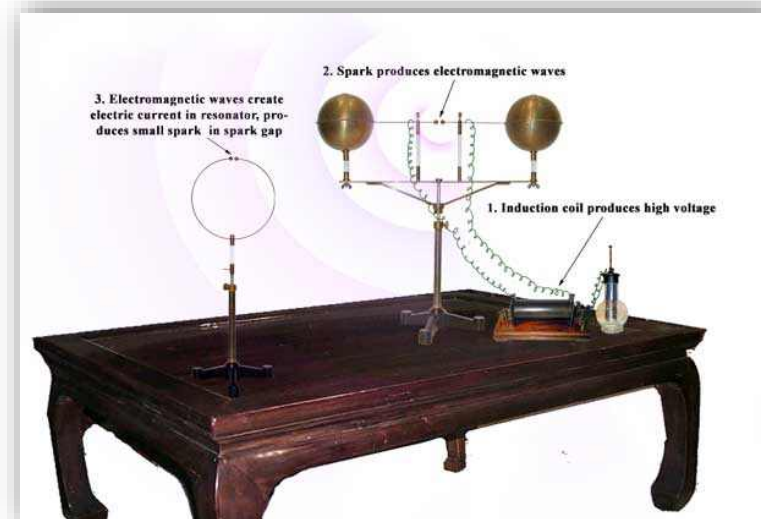
$$\nabla \cdot \mathbf{E} = \frac{\rho}{\varepsilon_0}$$

Heinrich Rudolf Hertz (1857 – 1894)



Heinrich Rudolf Hertz (1857 – 1894)

Fizyk niemiecki, uczeń Helmholtza, skonstruował w 1888 r. zestaw eksperymentalny, dzięki któremu wykazał słuszność rozważań Maxwella o propagacji fali elektromagnetycznej – pierwszy przekaz „informacji” na odległość
Odkrywca fal elektromagnetycznych i prekursor telekomunikacji



Pole elektromagnetyczne w próżni

Pole elektromagnetyczne posiada dwie składowe:

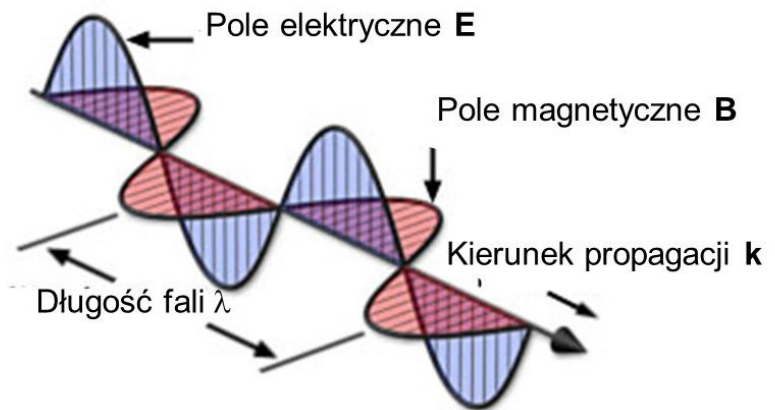
- Pole elektryczne – E
- Pole magnetyczne – B

Wektor pola elektrycznego jest zawsze prostopadły do wektora pola magnetycznego oraz prostopadły do kierunku rozchodzenia się fali.

$$\mathbf{F} = q(\mathbf{E} + \mathbf{v} \times \mathbf{B})$$

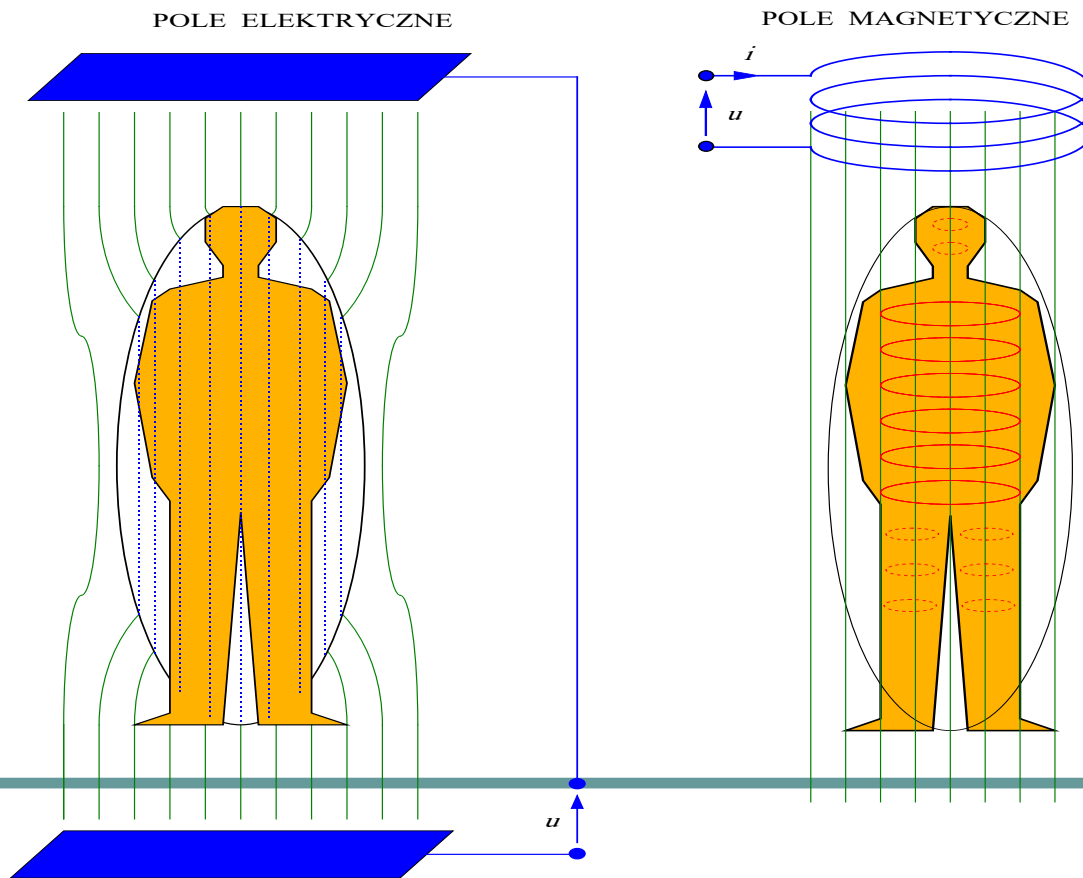
Wzór Lorentza na siłę w polu elektromagnetycznym

Fala elektromagnetyczna

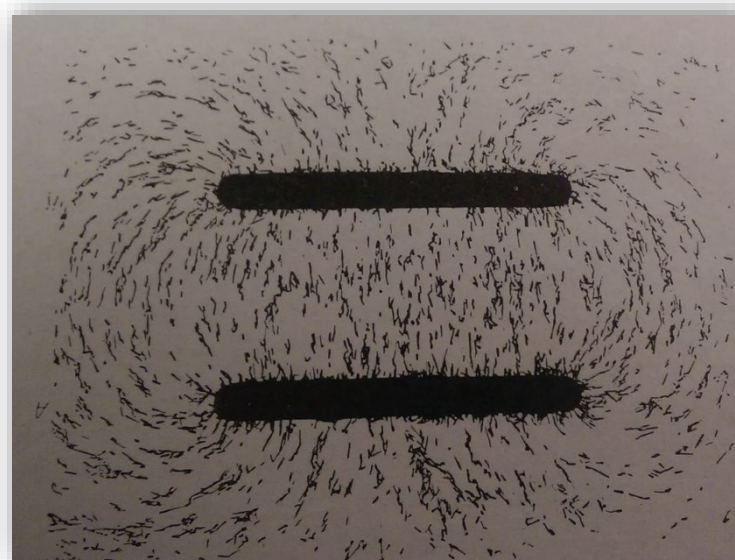
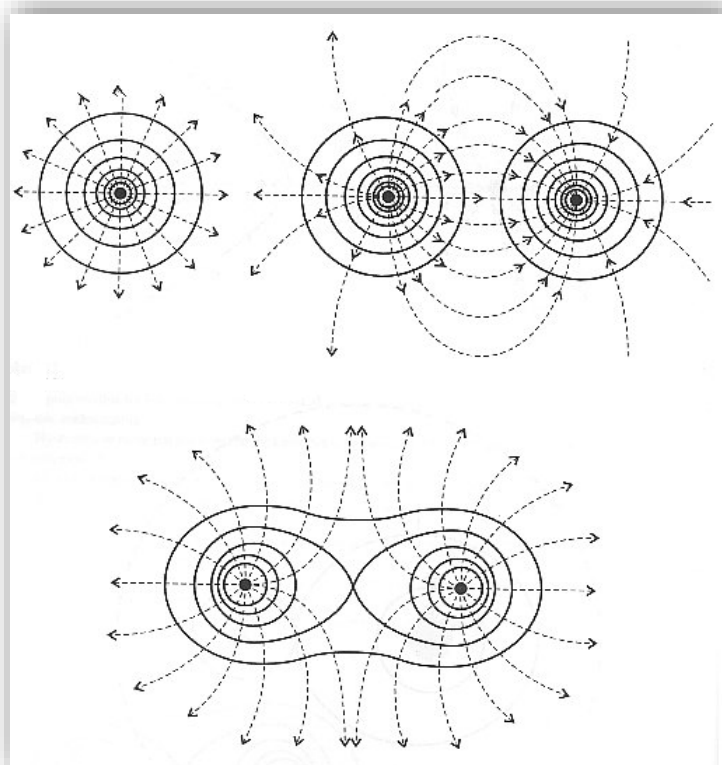


Mechanizmy oddziaływania składowych PEM

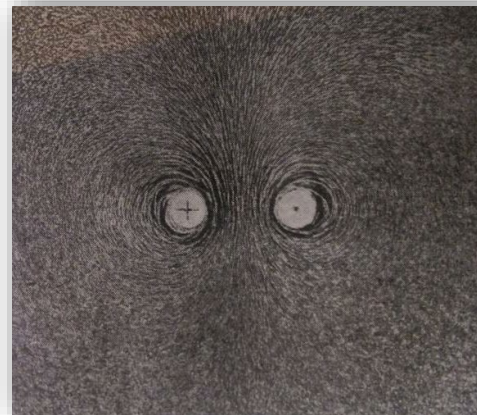
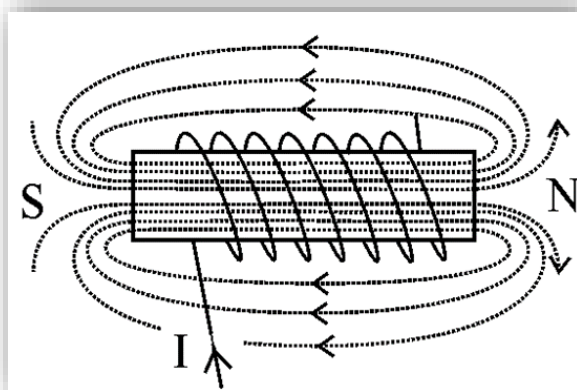
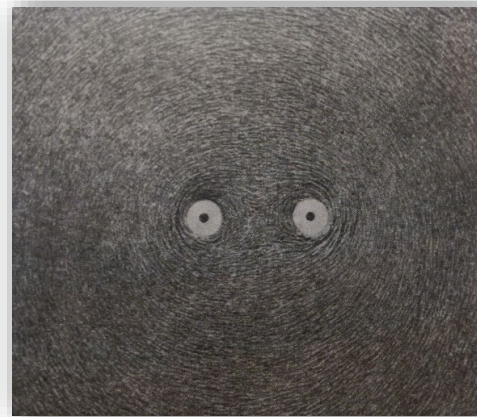
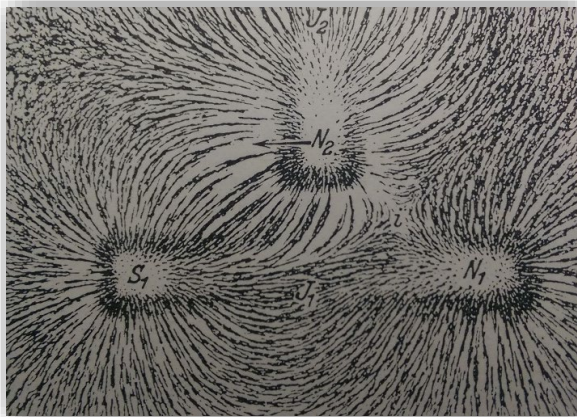
Pole elektromagnetyczne jest stanem materii i posiada dwie składowe: elektryczną i magnetyczną, które mogą istnieć niezależnie jeśli nie podlegają zmianie w czasie i przestrzeni



Składowa elektryczna pola elektromagnetycznego $\text{div } \mathbf{D} = \rho$



Magnetyczna składowa pola elektromagnetycznego $\text{div } \mathbf{B} = 0$



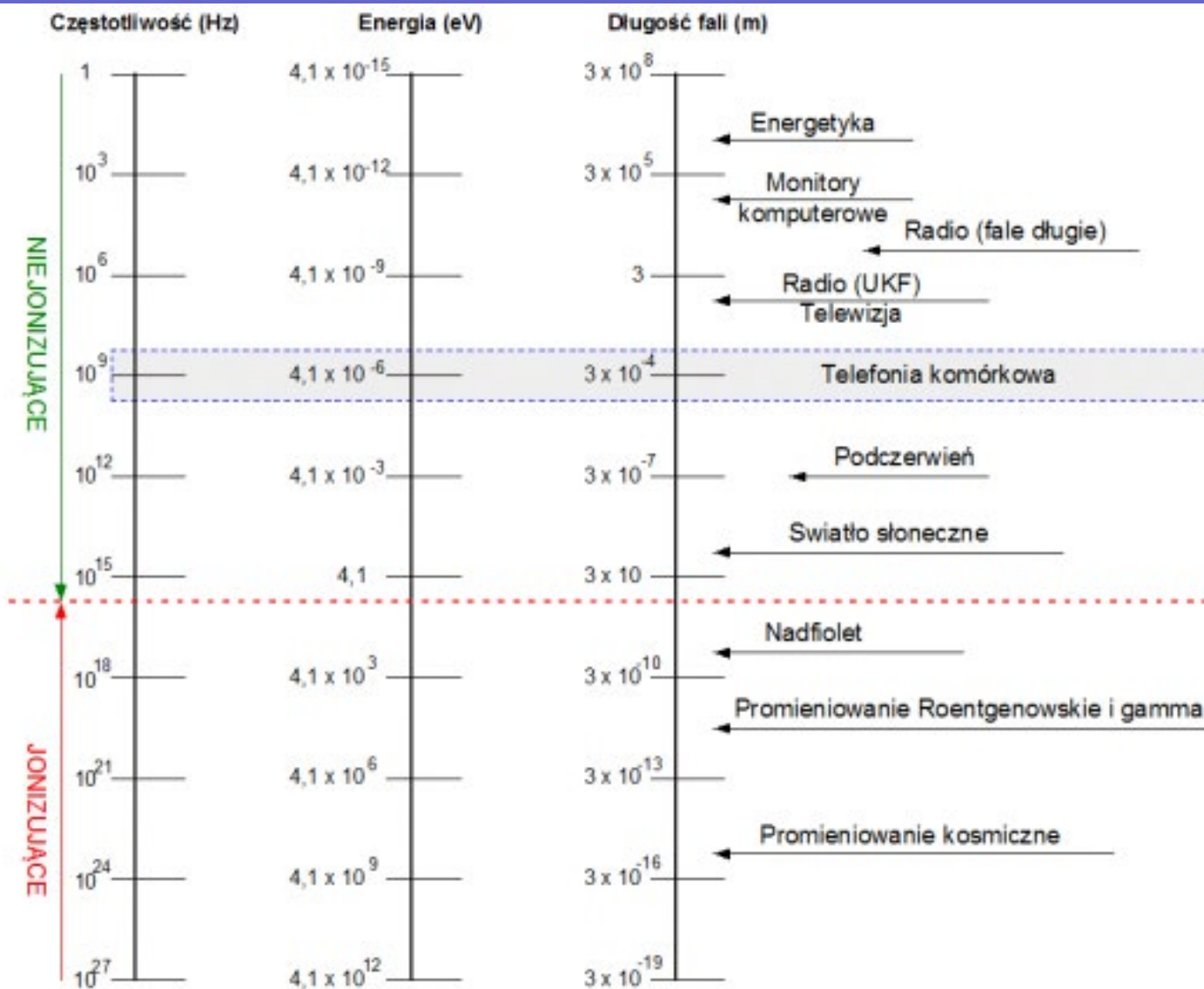
Władysław Natanson (1864–1937)

Treść naczelných prawd elektromagnetycznych dostrzeżoną przez Maxwella możemy wypowiedzieć tu krótko:

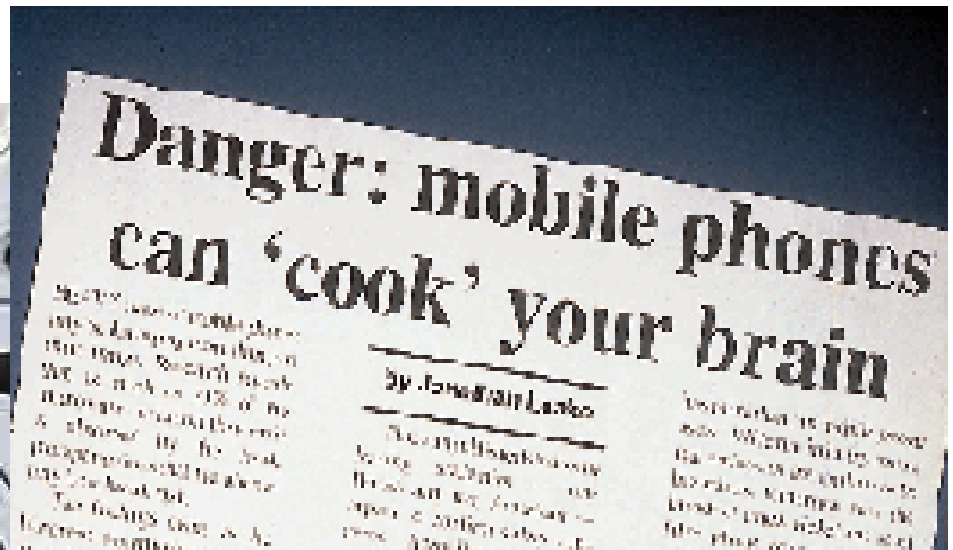
Gdzie zmienia się z czasem pole magnetyczne, tam w tym miejscu i dookoła tego miejsca istnieje pole elektryczne; czy rzecz się dzieje w przewodniku, w dielektryku, choćby nawet i w próżni, pewien rozkład przestrzenny elektrycznego wektora jest zawsze złączony ze zmiennością w czasie pola magnetycznego. I przeciwnie: pewien przestrzenny rozkład magnetycznego wektora jest zawsze złączany ze zmiennością w czasie pola elektrycznego.

W. Natanson „Wspomnienia i szkice”, Wyd. Literackie, Kraków, 1977, s. 260

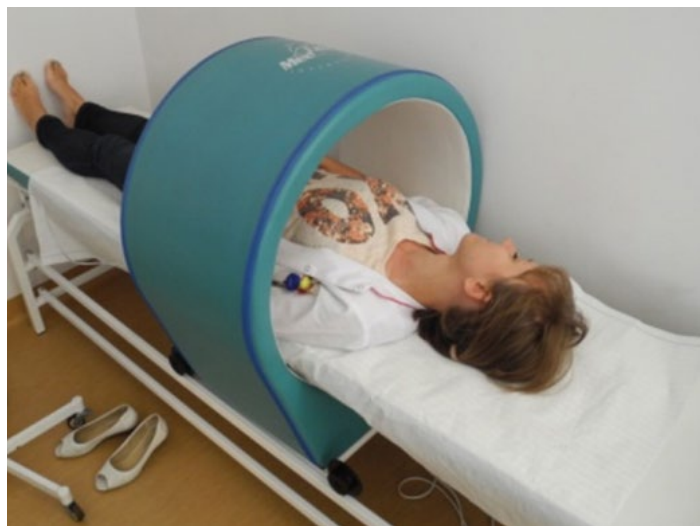
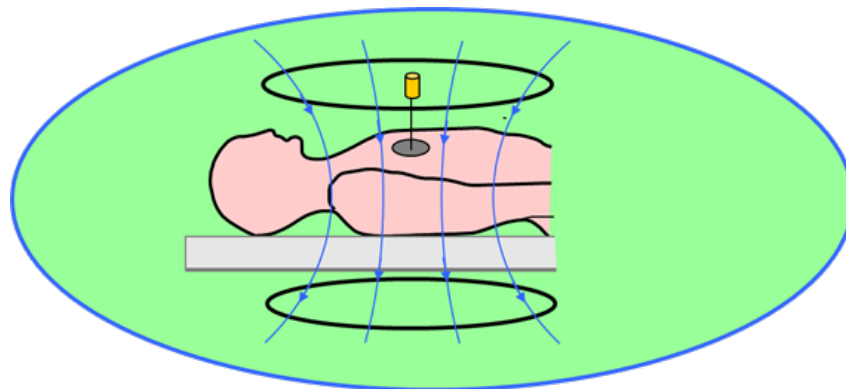
Spektrum częstotliwościowe pola elektromagnetycznego (możliwe zastosowania)



Obawy ?



Medycyna elektromagnetyczna





A question: mobile phone and cancer

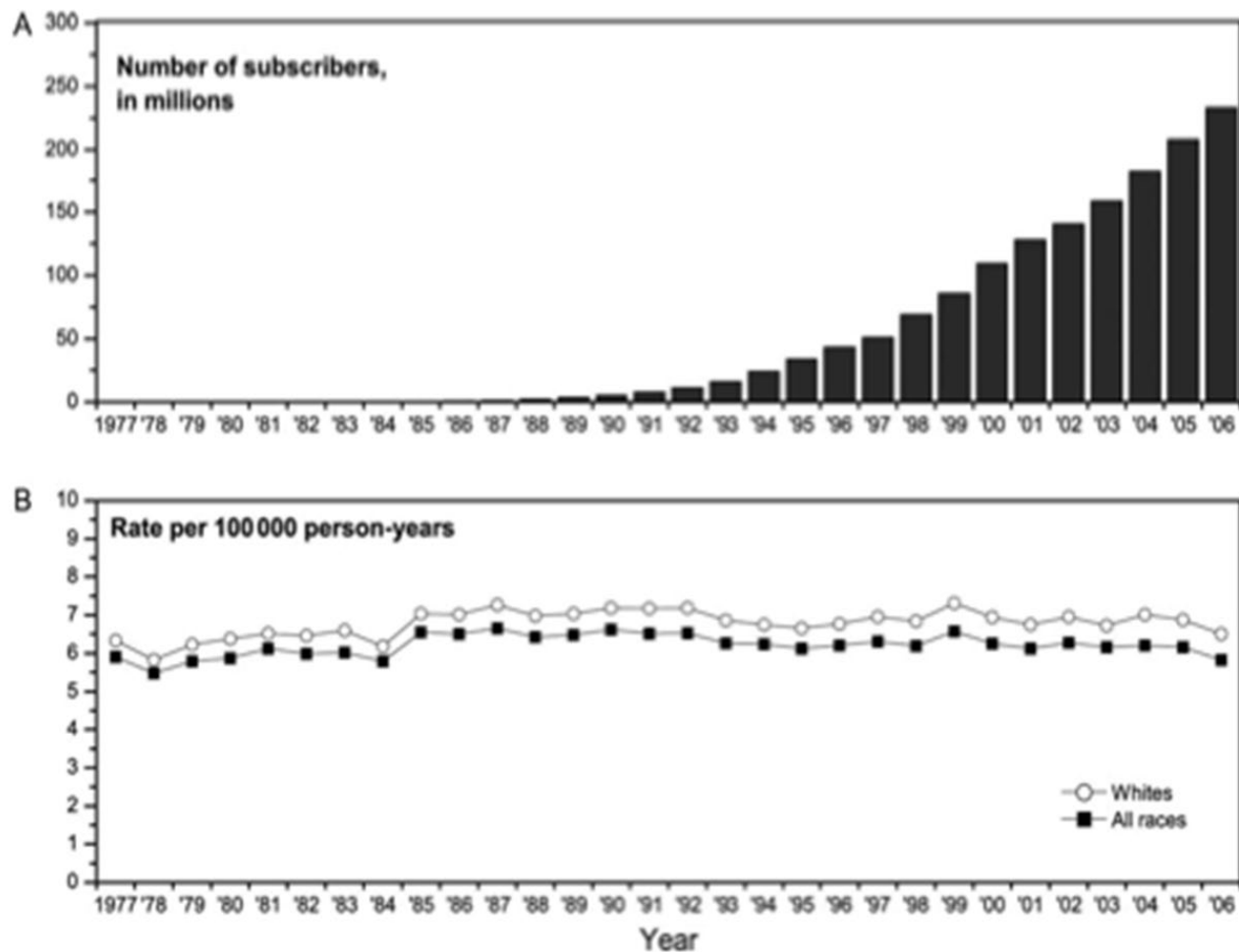
No, no, no
it cures cancer!

Which
Mechanisms
???????

My phone gives
me cancer!



Wyniki programu SEER



A przede wszystkim... myśleć

