



Właściwości materii

Bogdan Walkowiak

*Zakład Biofizyki
Instytut Inżynierii Materiałowej
Politechnika Łódzka*

Właściwości elektryczne

Właściwości elektryczne zależą od:

- Przewodności elektrycznej $\sigma = 1/\rho$
gdzie ρ jest rezystywnością,
przewodność elektryczna zależy od:
 - rodzaju i stężenia ładunku elektrycznego
 - ruchliwości ładunku w polu elektrycznym
- stałej dielektrycznej (przenikalności względnej) ϵ ,
Stała dielektryczna zależy od:
 - przestrzennej konfiguracji ładunku elektrycznego
 - możliwości poruszania się ładunku elektrycznego

Właściwości elektryczne

Gazy - ze względu na brak swobodnych ładunków elektrycznych i słabe oddziaływanie cząsteczkowe w warunkach normalnych są uważane za materiały nieprzewodzące. Ale poddane działaniu wysokiego napięcia lub wysokiej temperatury mogą przejść w stan plazmy i bardzo dobrze przewodzić prąd elektryczny (przykład: lampy plazmowe)

Ciecze - ze względu na niskie siły kohezji także uważane są za materiały nieprzewodzące. Ale niektóre ciecze mogą być przewodnikami drugiego rodzaju. Przykładowo woda może z łatwością rozpuszczać sole, kwasy i zasady i dysocjować na jony rozpuszczone cząsteczki. Wtedy mamy do czynienia z przewodnikami. Chemicznie czysta woda nie przewodzi prądu elektrycznego - jest dielektrykiem

Właściwości elektryczne

Ciała stałe - mogą być przewodnikami, półprzewodnikami lub izolatorami (dielektrykami).

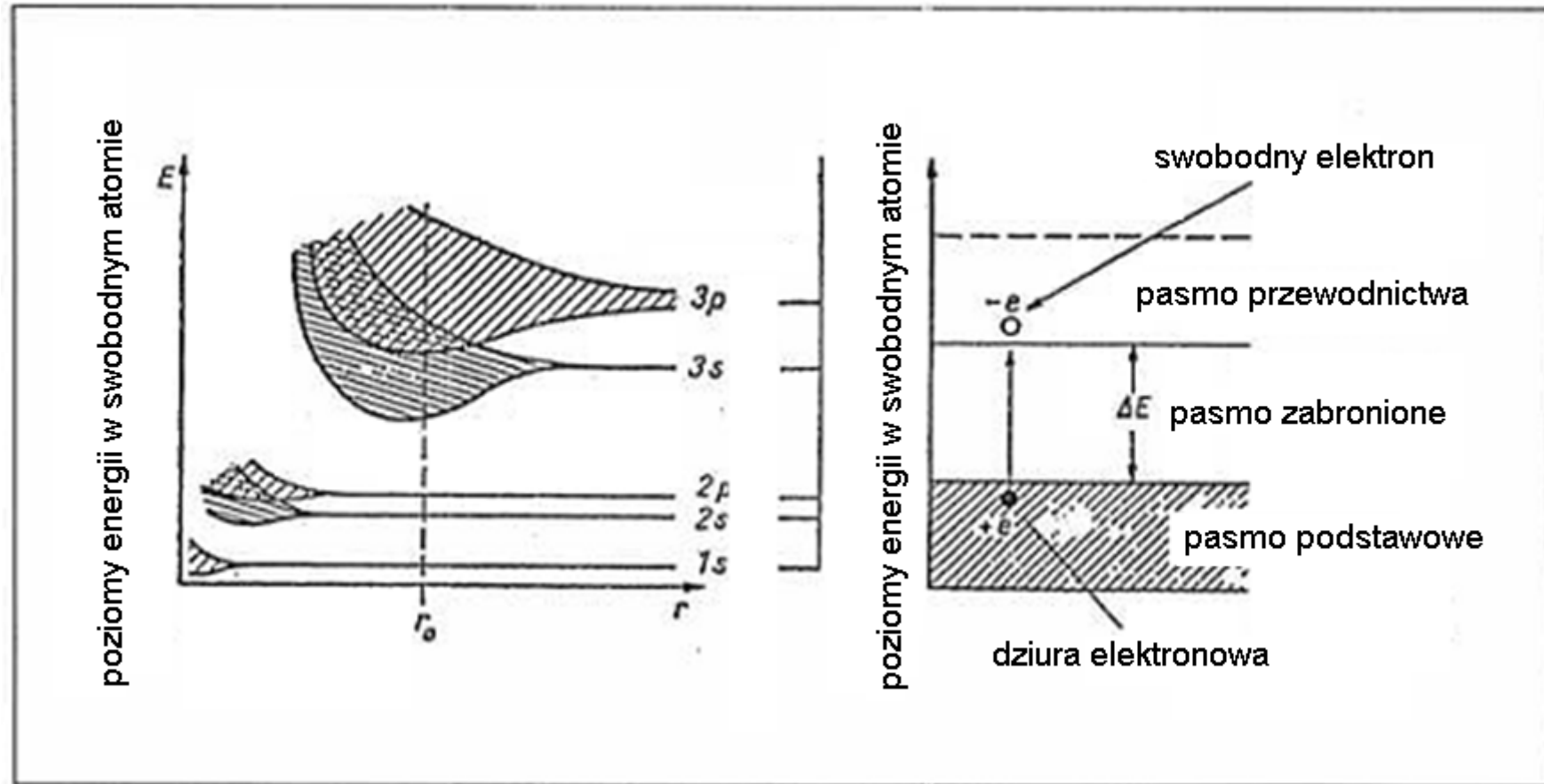
Właściwości zależą od struktury elektronowej substancji, to jest od obecności lub braku oraz konfiguracji przerw energetycznych.

W przewodnikach nie występują przerwy energetyczne między pasmem walencyjnym i pasmem przewodnictwa.

W półprzewodnikach przerwa energetyczna jest niewielka, poniżej 2eV , natomiast w izolatorach przerwa energetyczna przekracza 2eV .

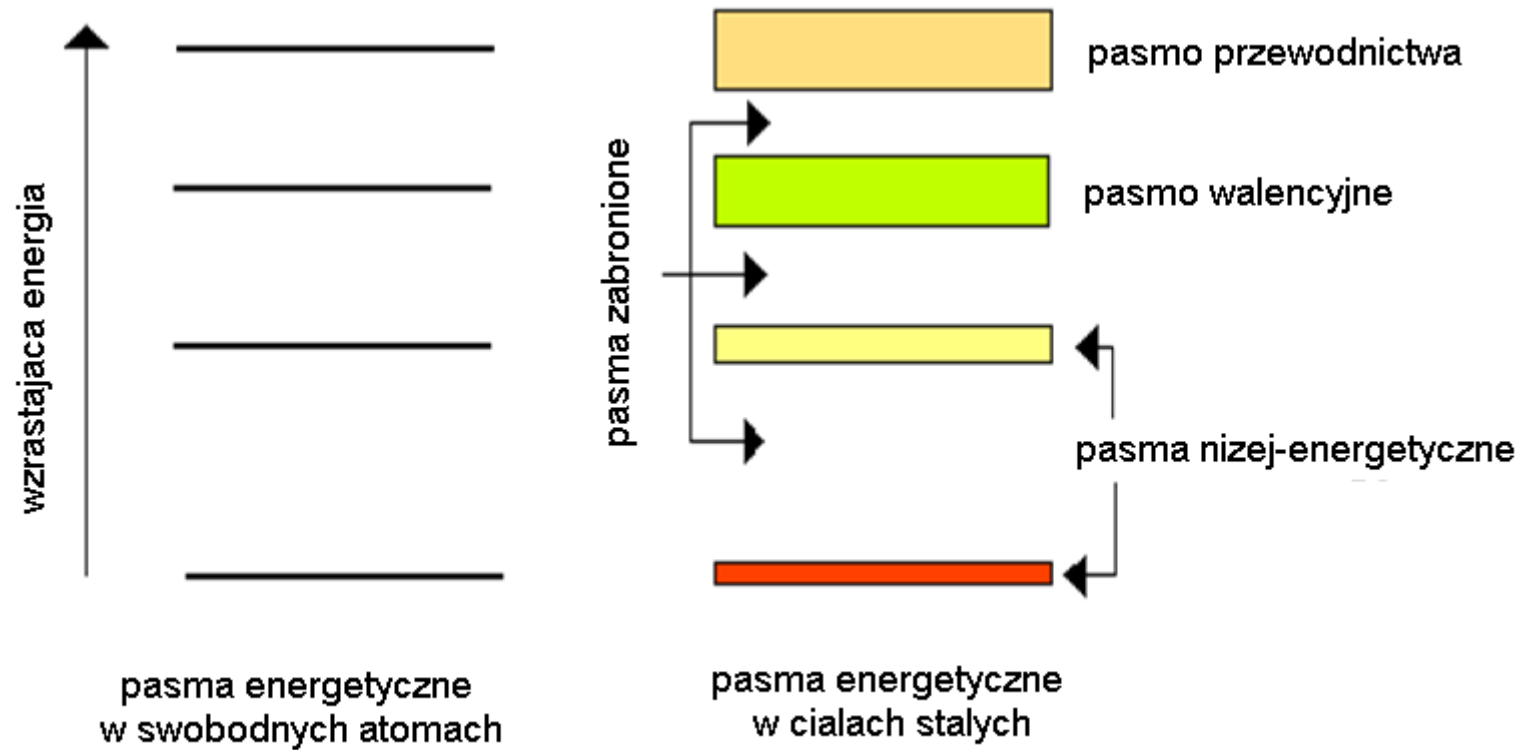
Zjawisko to można wyjaśnić na podstawie modelu pasmowej struktury ciał stałych.

Pasmowa teoria ciał stałych



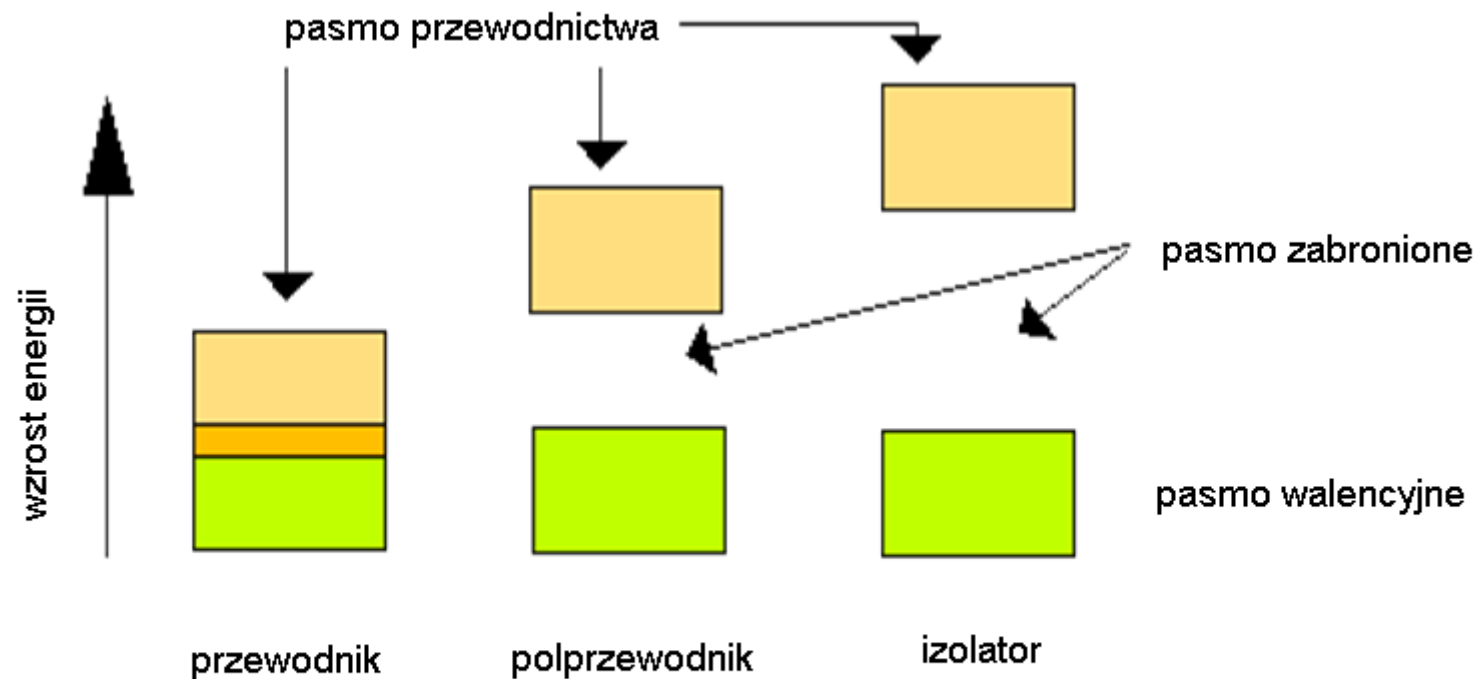
Source: A. Pilawski Podstawy Biofizyki

Pasmowa teoria ciał stałych



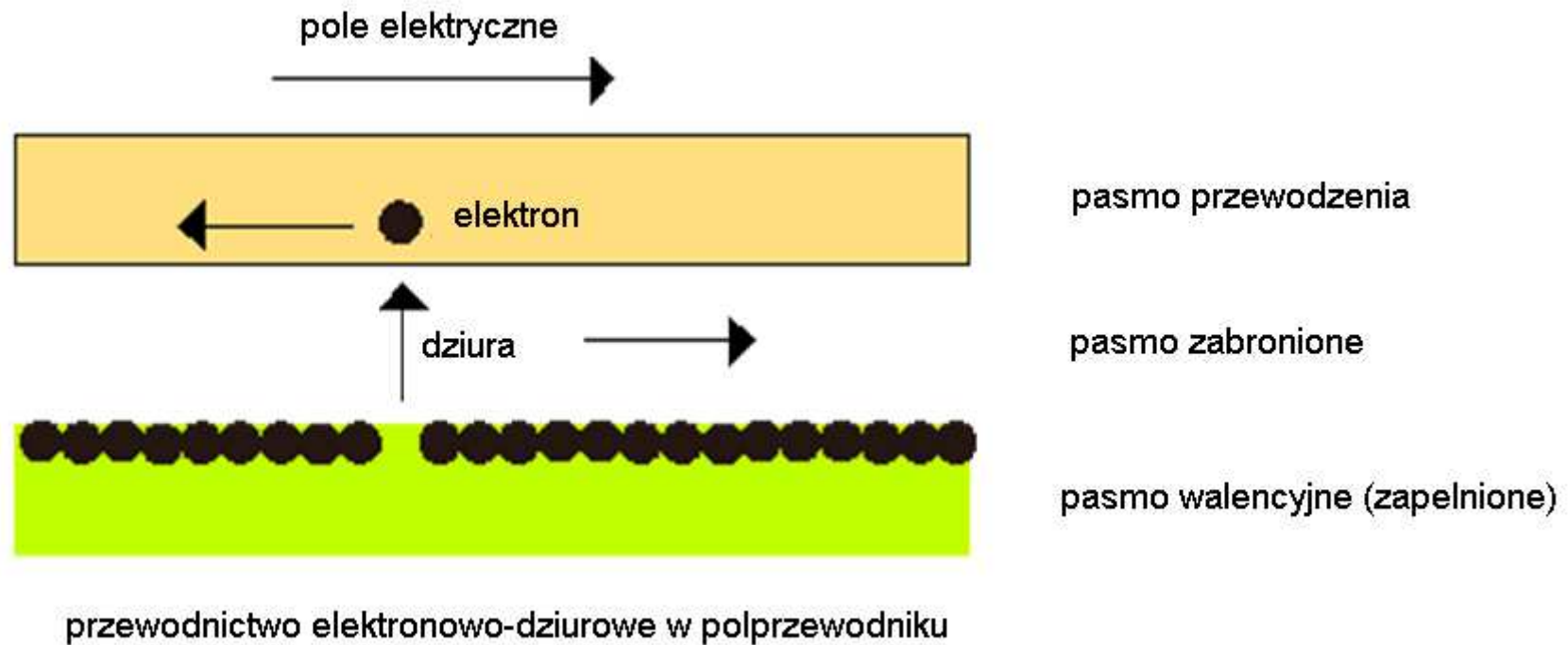
Source: INTERNET

Pasmowa teoria ciał stałych



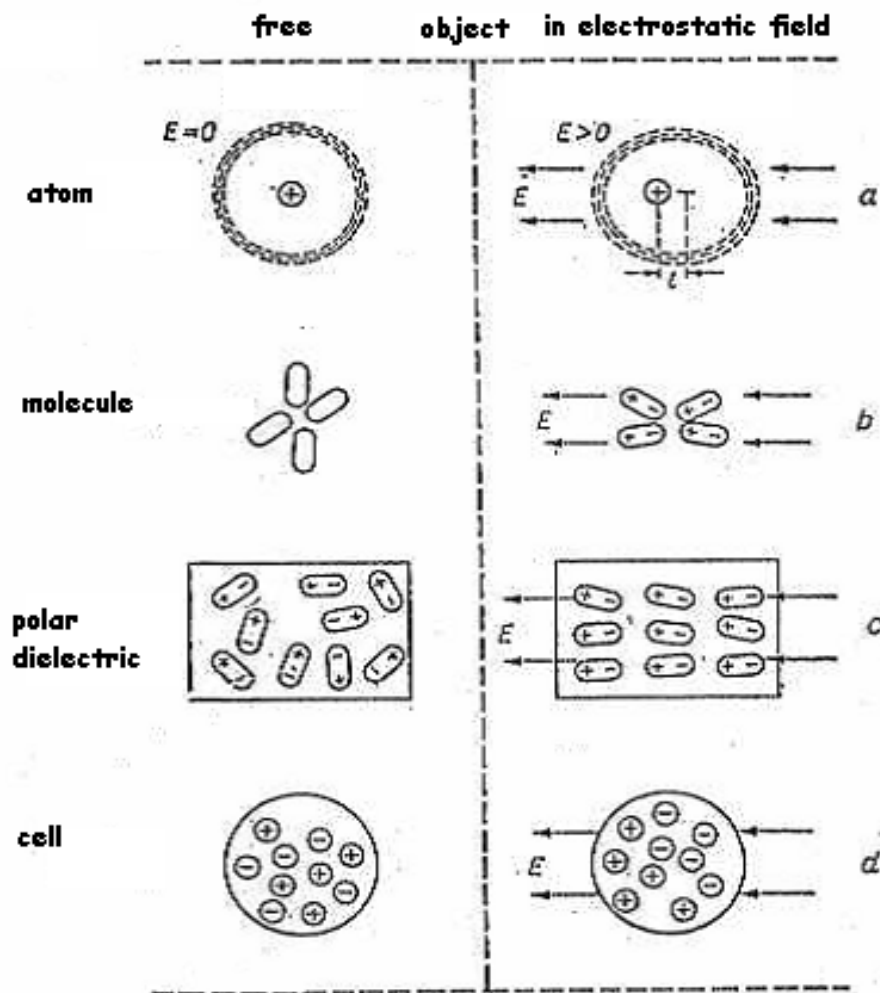
Source: INTERNET

Półprzewodniki



Source: INTERNET

Polaryzacja dielektryków



Deformacyjna
polaryzacja elektronowa

Deformacyjna
polaryzacja atomowa

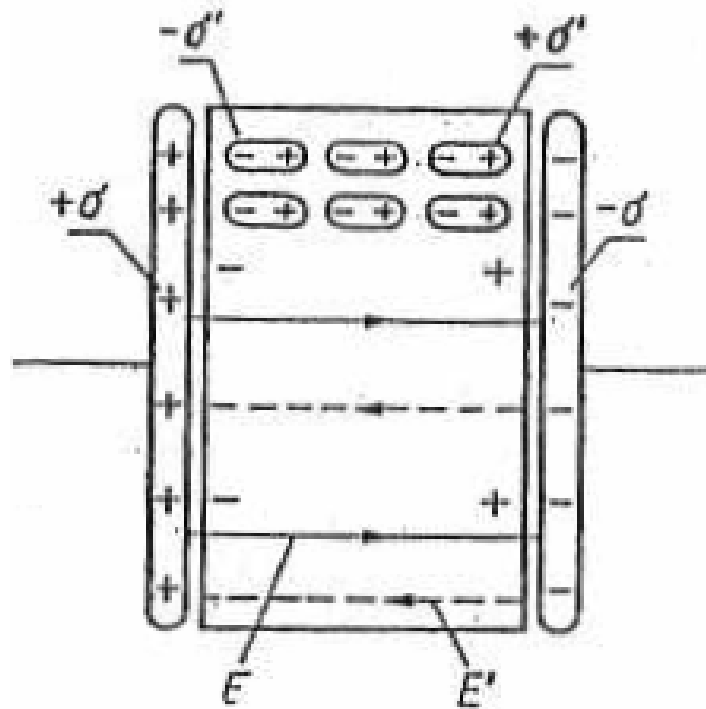
Polaryzacja
orientacyjna

Polaryzacja
jonowa

Source: A. Pilawski Podstawy Biofizyki

Dielektryki w polu elektrycznym

Jedynie idealny dielektryk posiada nieskończoną rezystywność dla prądu stałego (DC). Dielektryk rzeczywisty zawsze posiada śladowe przewodnictwo z powodu śladowych zanieczyszczeń.



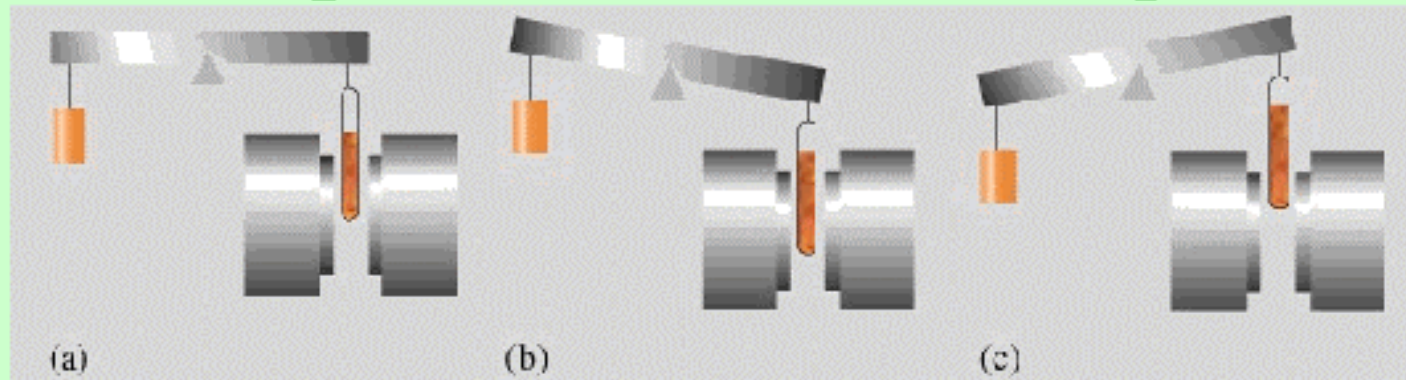
W polu elektrycznym o wysokiej częstotliwości dipole dielektryka nie mogą nadążyć za zmianami pola z powodu tarcia wewnętrznego i wykonują oscylacje. Te oscylacje powodują wzrost temperatury.

Dzięki temu możemy stosować kuchenki mikrofalowe

Source: A. Pilawski Podstawy Biofizyki

Właściwości magnetyczne

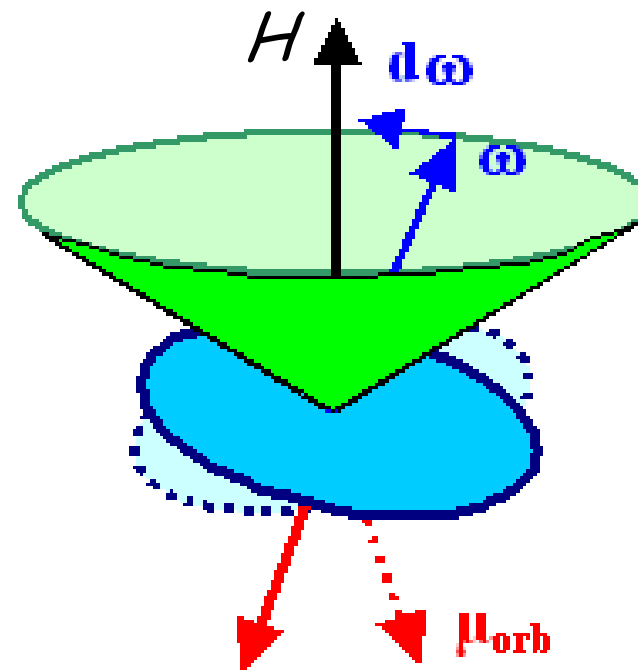
Paramagnetism and Diamagnetism



- Paramagnetism and diamagnetism can be distinguished experimentally by an apparatus like that above.
 - (a) no magnetic field
 - (b) paramagnetic substance appears to weigh more.
 - (c) diamagnetic substance appears to weigh less.

Source: INTERNET

Prąd elektryczny i pole magnetyczne



Source: INTERNET

Magnetyczne właściwości substancji

$$\vec{B} = \vec{B}_0 + \vec{B}'$$

$$\vec{B}' = \chi \vec{B}_0$$

\vec{B} - wypadkowe pole magnetyczne

\vec{B}_0 - zewnętrzne pole magnetyczne

\vec{B}' - wewnętrzne pole magnetyczne

χ - podatność magnetyczna

Dia- Para- i Ferro- Magnetyzm

Substancje diamagnetyczne - $\chi < 0$

Brak niesparowanych elektronów w atomach

Substancje paramagnetyczne - $\chi > 0$

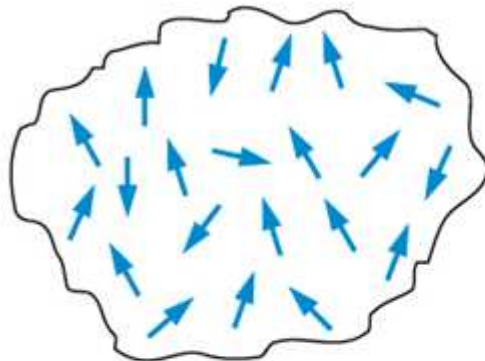
Obecne niesparowane elektrony w atomach

Substancje ferromagnetyczne - $\chi \gg 1$

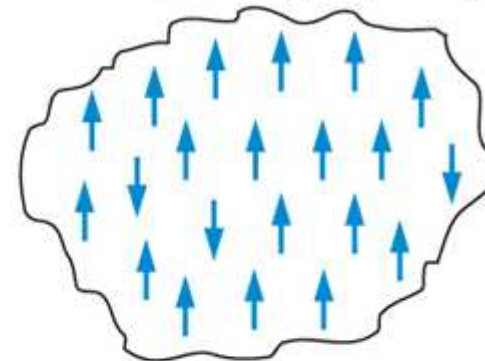
Obecne niesparowane elektrony w atomach oraz obecność domen magnetycznych

Dia- Para- i Ferro- Magnetyzm

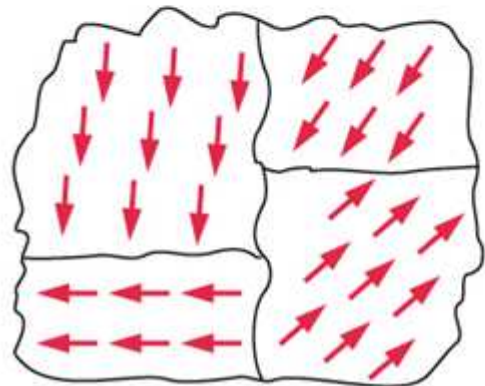
brak pola magnetycznego



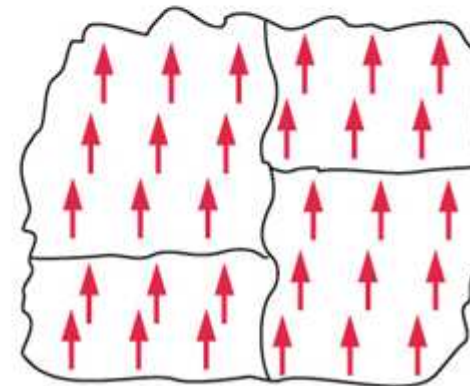
obecność pola magnetycznego



paramagnetyzm

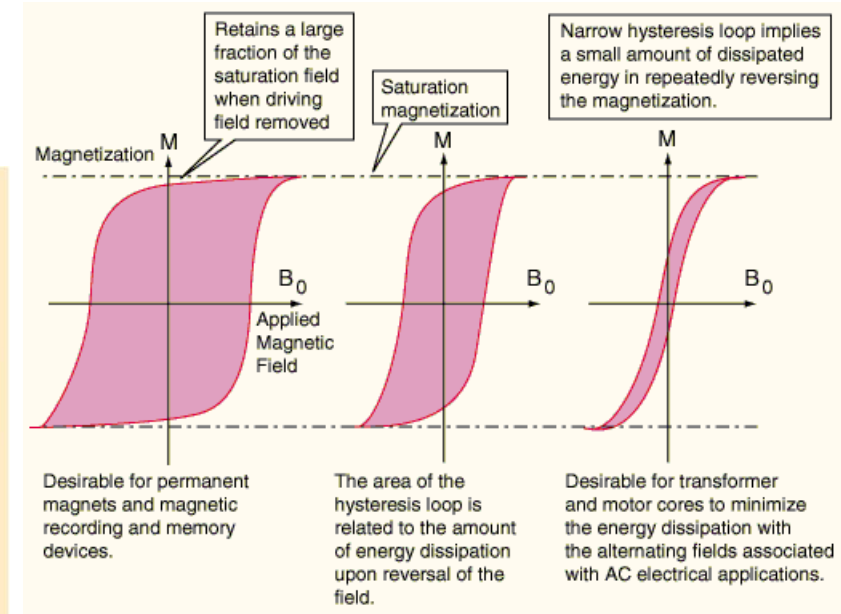
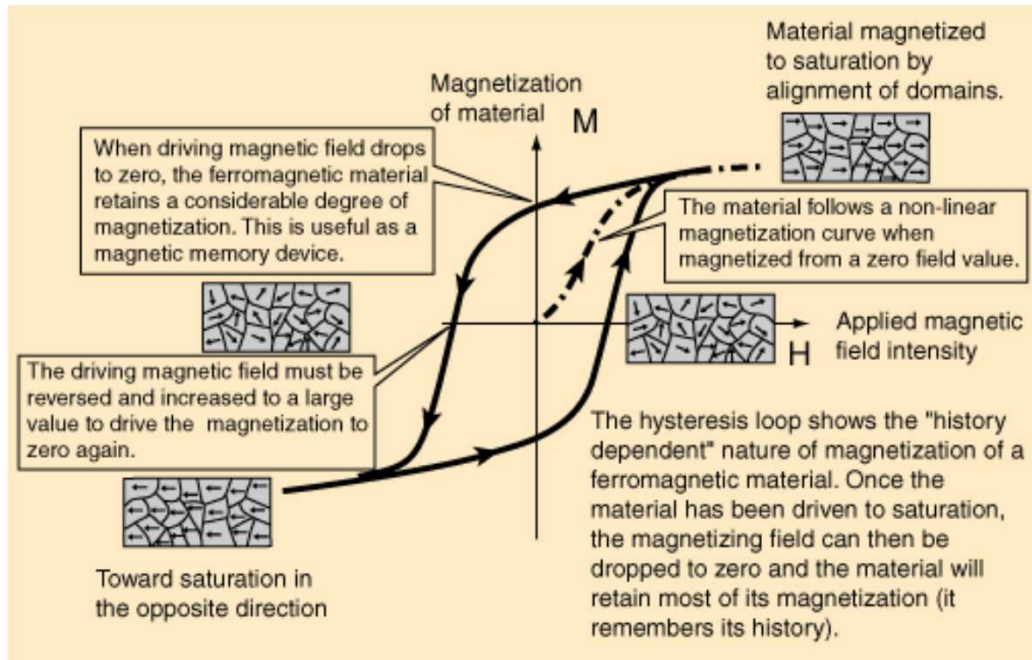


ferromagnetyzm



Source: INTERNET

Magnesy



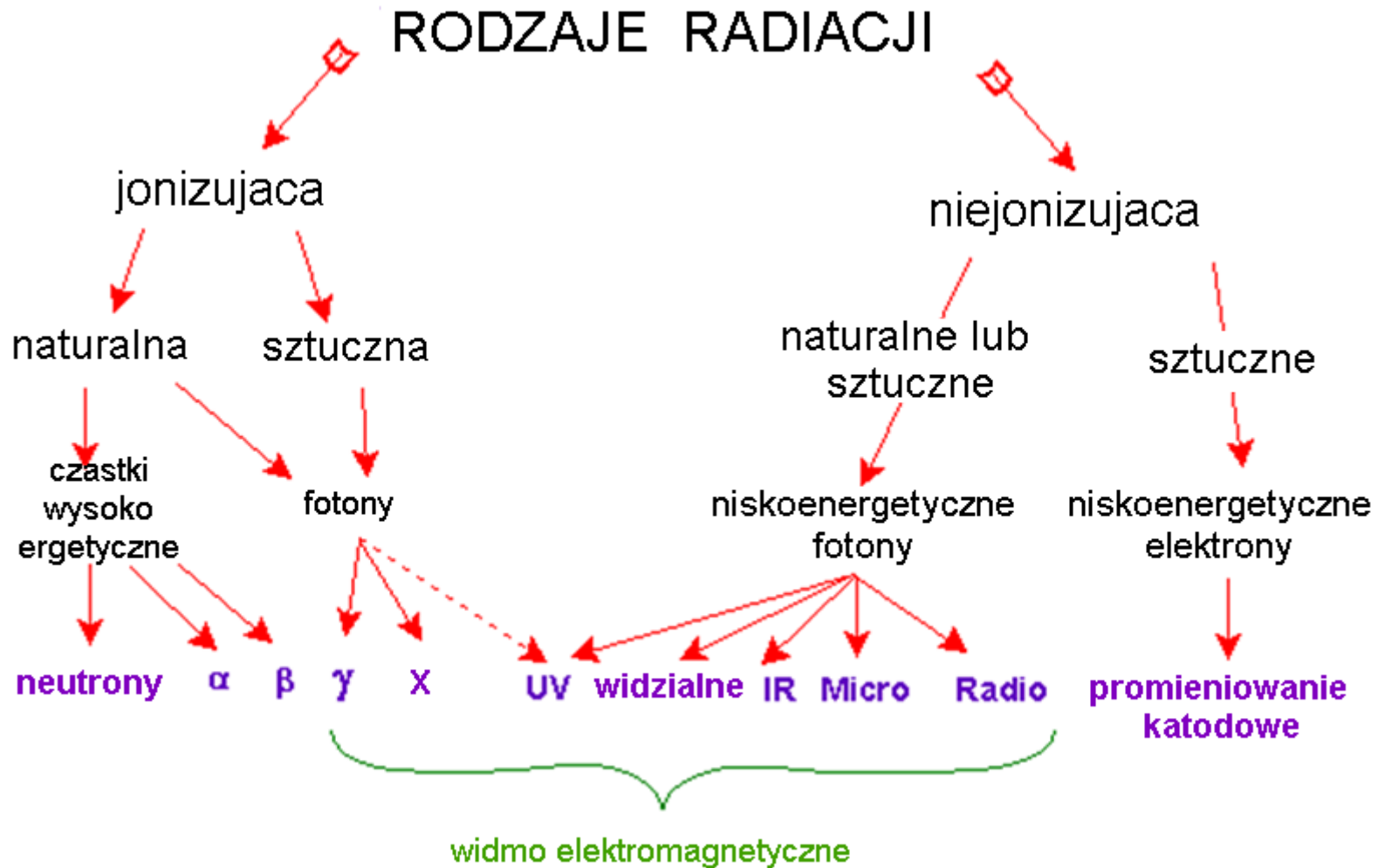
Magnesy tyrwate



Elektromagnesy

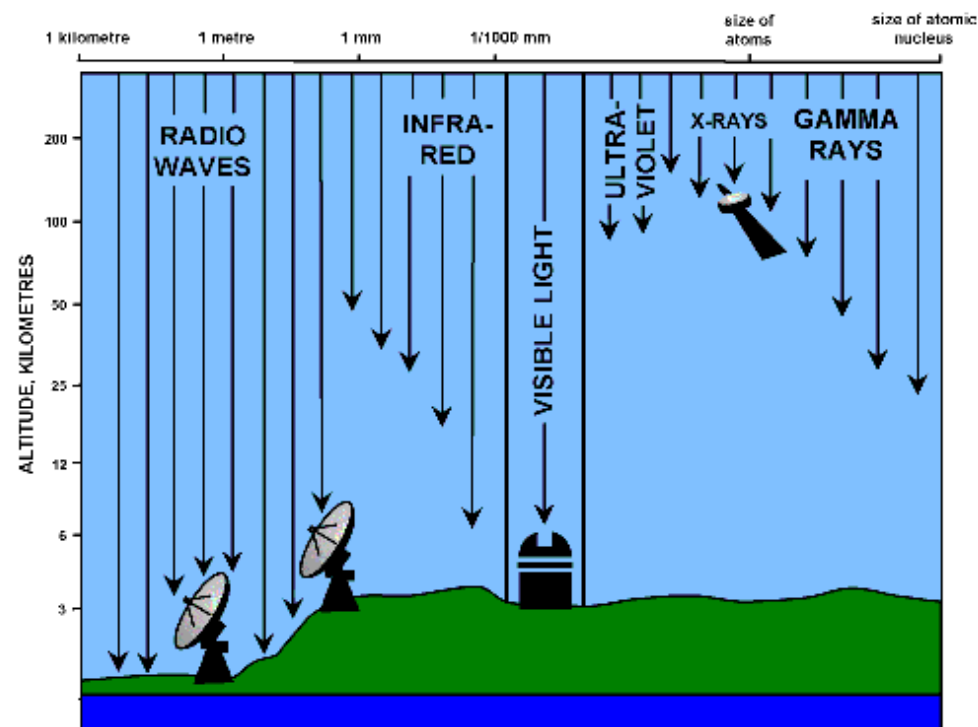
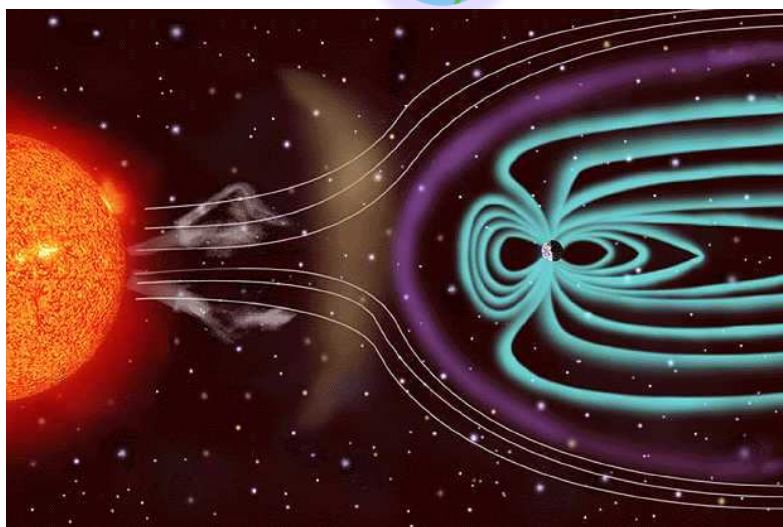
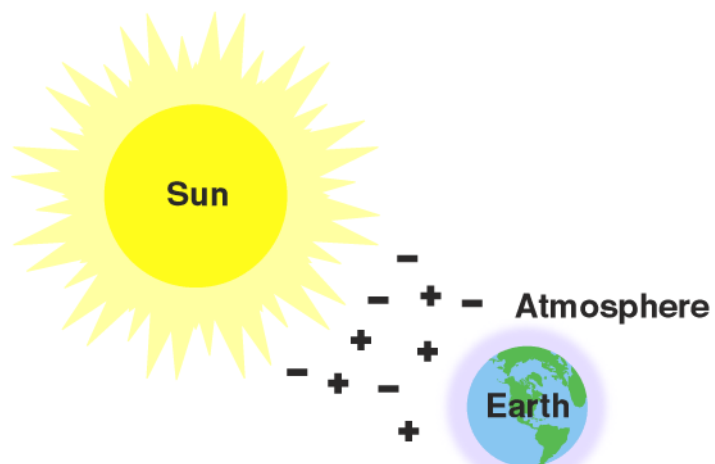
Source: INTERNET <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/solids/hyst.html>

Promieniowanie (radiacja)



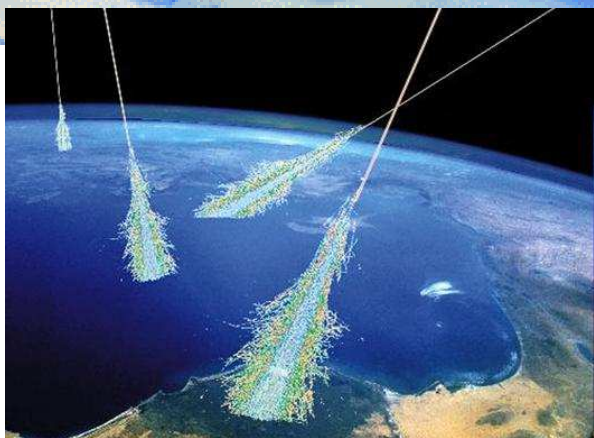
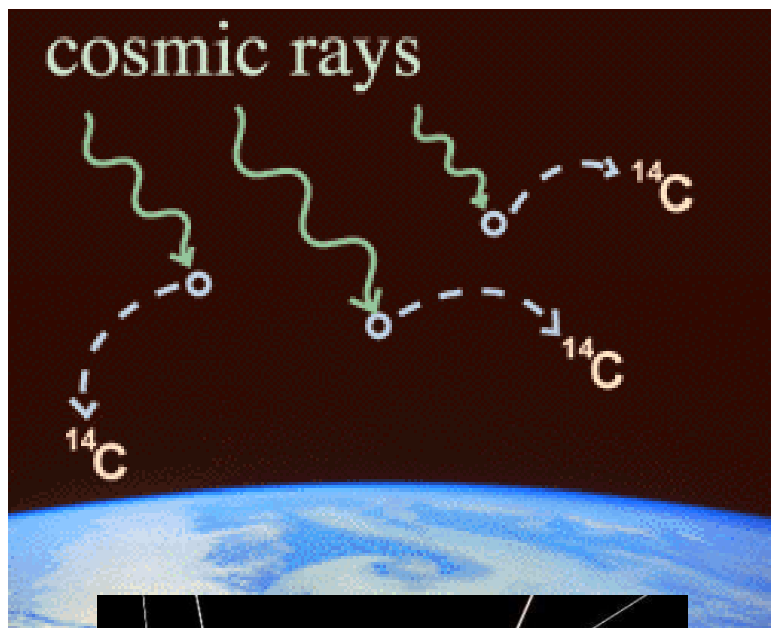
Promieniowanie kosmiczne

Cosmic Radiation

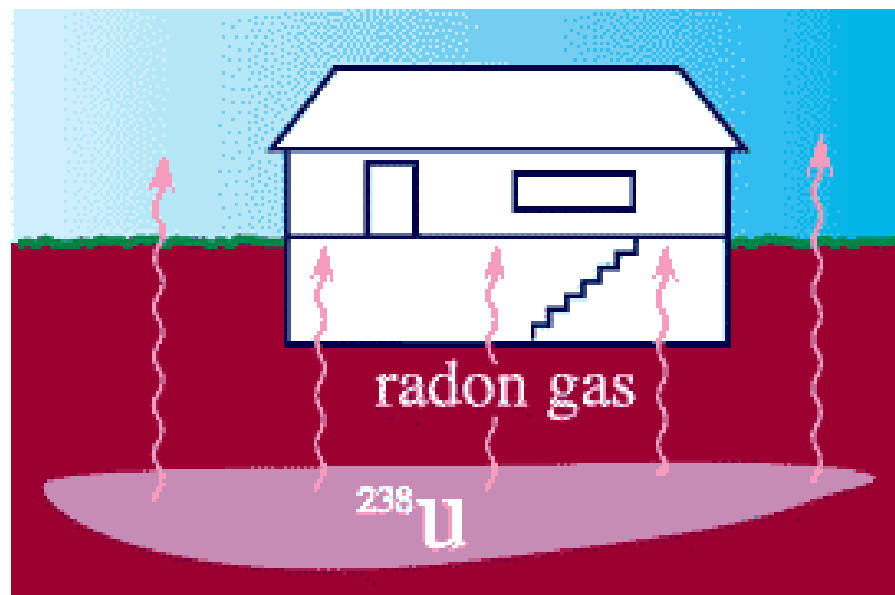


Source: INTERNET

Tło promieniowania



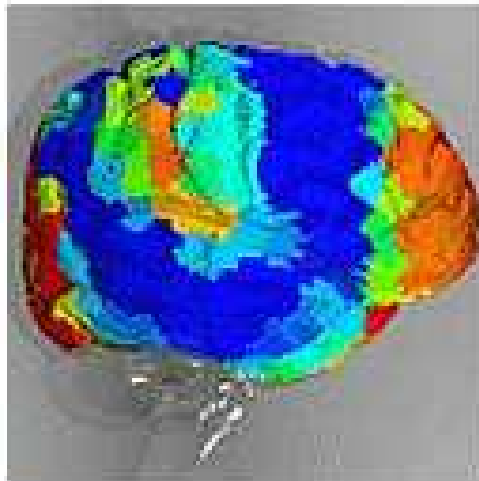
Source: INTERNET



Promieniowanie pochodzące z aktywności człowieka



 A nuclear explosion



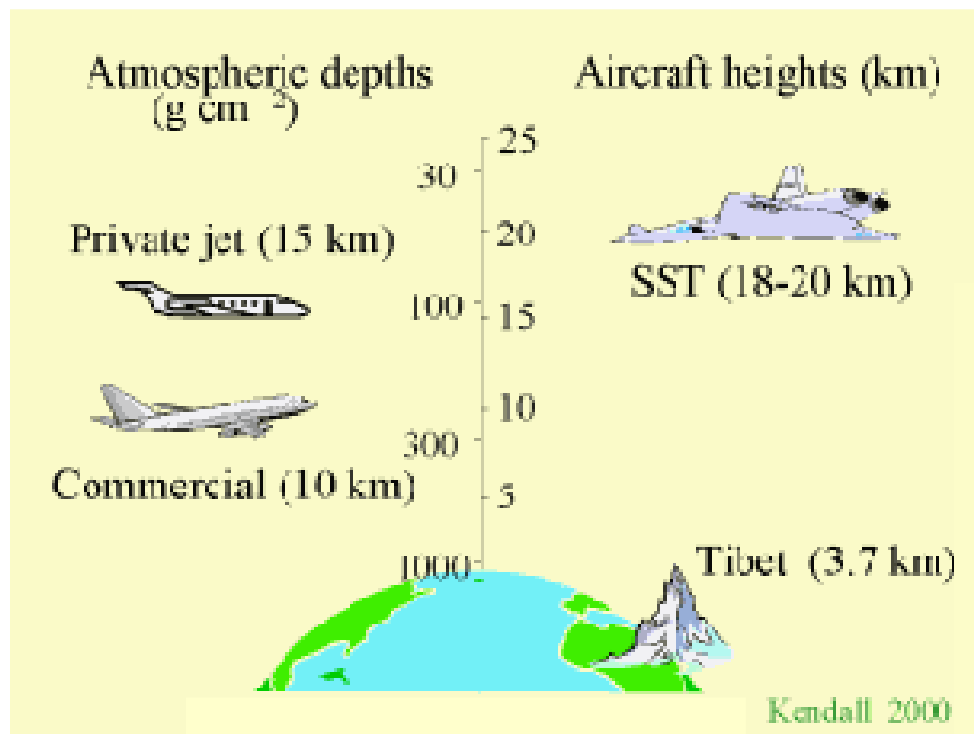
 Radiation medicine image of the brain.



 X-Rays are invisible radiation

Source: INTERNET

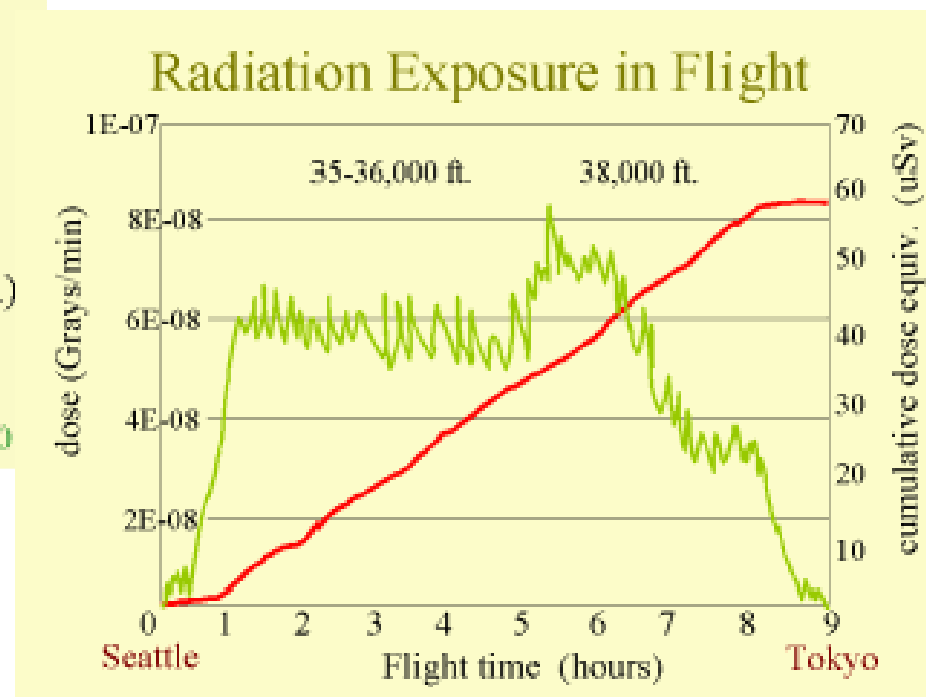
Czy ekspozycja jest szkodliwa?



Annual Dose

• Air Crew	0.2 - 5.0 mSv
• General Population	1.1 mSv

Waters 2000



Source: INTERNET

Jednostki promieniowania

◆ Aktywność:

1 becquerel (Bq) = 1 rozpad/sec.

Bardzo mała jednostka, 1 gram radu ma aktywność $3.7 \cdot 10^{10}$ Bq
lub $3.7 \cdot 10^4$ MBq.

Stara lecz do dziś używana jednostka - Curie.

1 Curie = $3.7 \cdot 10^{10}$ rozpadów/sec.

◆ Doza:

1 gray (Gy) = 1 J/kg.

Oznacza to, że musimy uwzględnić energię niesioną przez promieniowanie. Wysokoenergetyczne promieniowanie powoduje więcej szkód w naszych ciałach.

Stara lecz do dziś używana jednostka - rad. 1 rad = 1/100 Gy.

Jednostki promieniowania

◆ Ekwiwalent dozy

Nawet uwzględniając wielkość pochłoniętej dozy można zaobserwować różnice w efektach różnych form promieniowania. Zależy to jeszcze od rodzaju promieniowania oraz napromienianych tkanek. W celu uwzględnienia tej zmienności wprowadzono wielkość zwaną „Ekwiwalentem dozy”

1 Seivert = 1 gray * współczynnik jakości promieniowania.

Współczynnik jakości promieniowania: X-rays with energy of 200 keV = 1; gamma = 1; beta = 1-2; slow neutrons = 2-3; fast neutrons = 5-10; alpha = 5-15; heavy ions = 10-20

Stara jednostka - rem. 1 rem = 1/100 Sv.

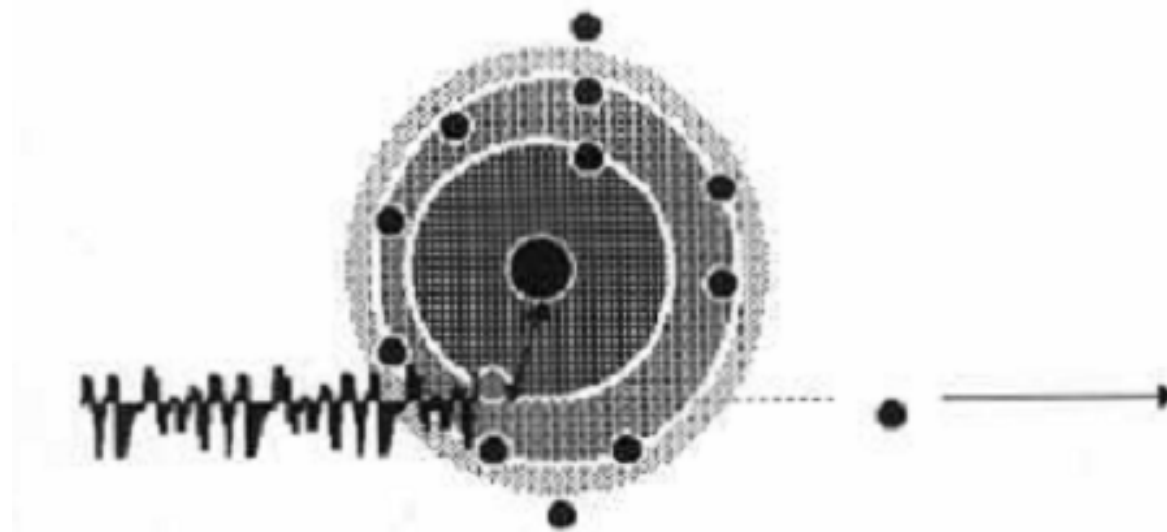
LD ₅₀	świnia	190 - 310 rems
	pies	240 - 320 rems
	człowiek	około 300 rems
	szczur	790 - 820 rems

Stadia radiacyjne

1. Etap fizyczny (10^{-16} s) - jonizacja atomów i cząsteczek, powstawanie cząstek wtórnych
2. Etap fizyko-chemiczny (10^{-13} s) - wtórne reakcje jonów, powstawanie stabilnych cząsteczek i niestabilnych wolnych rodników
3. Etap chemiczny (10^{-8} s) - reakcje wolnych rodników
4. Etap biologiczny (dni, miesiące, lata) - uszkodzone funkcje zniszczonych biopolimerów

Oddziaływanie promieniowania gamma

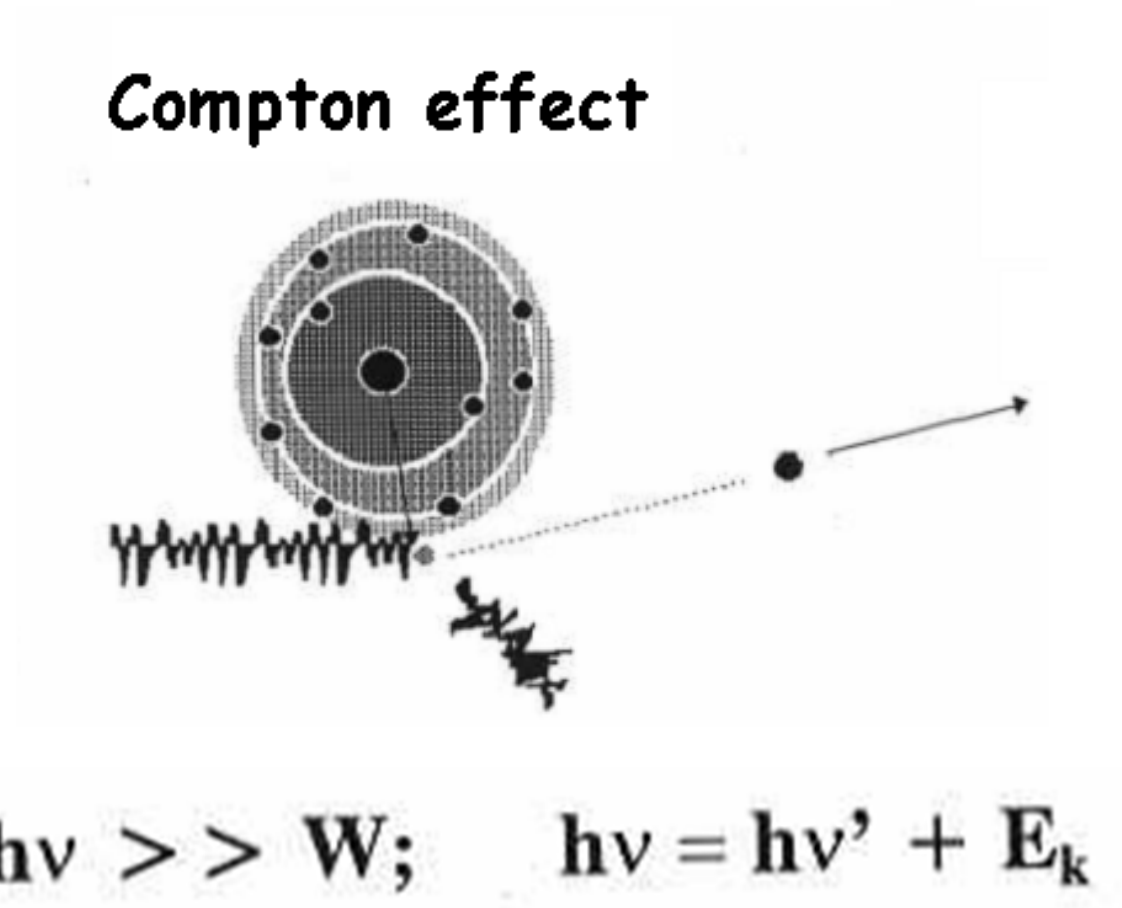
Photoeffect



$$h\nu > W;$$

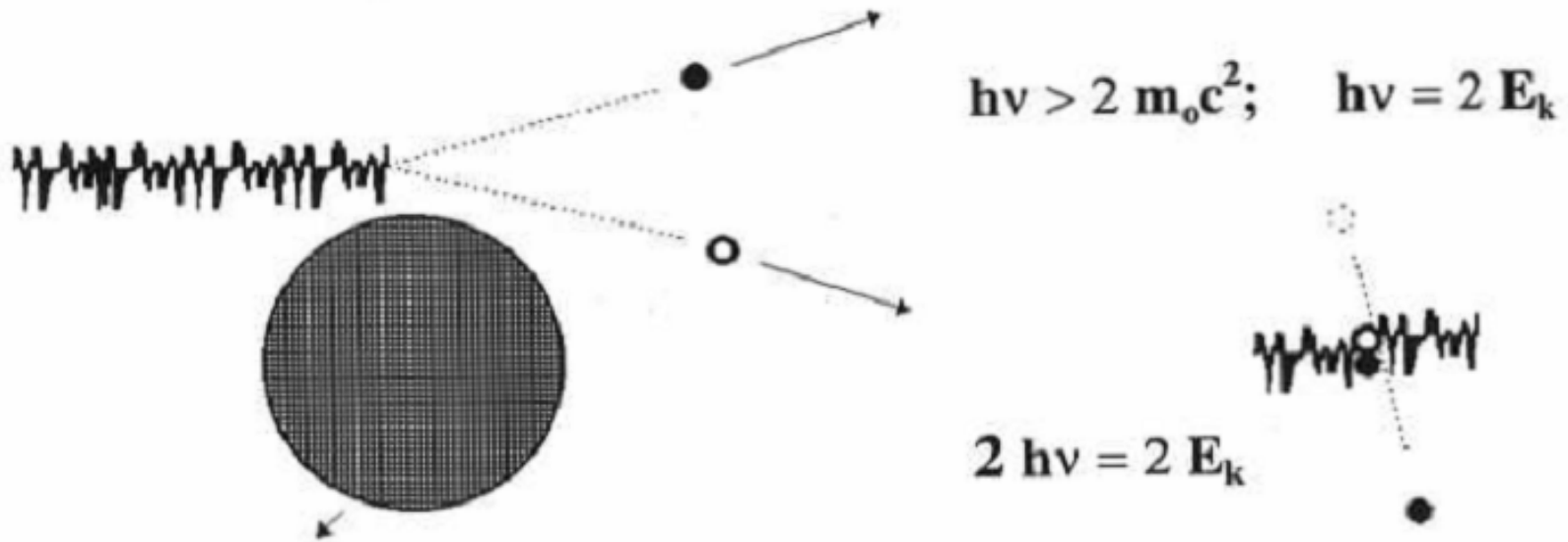
$$h\nu = W + E_k$$

Oddziaływanie promieniowania gamma

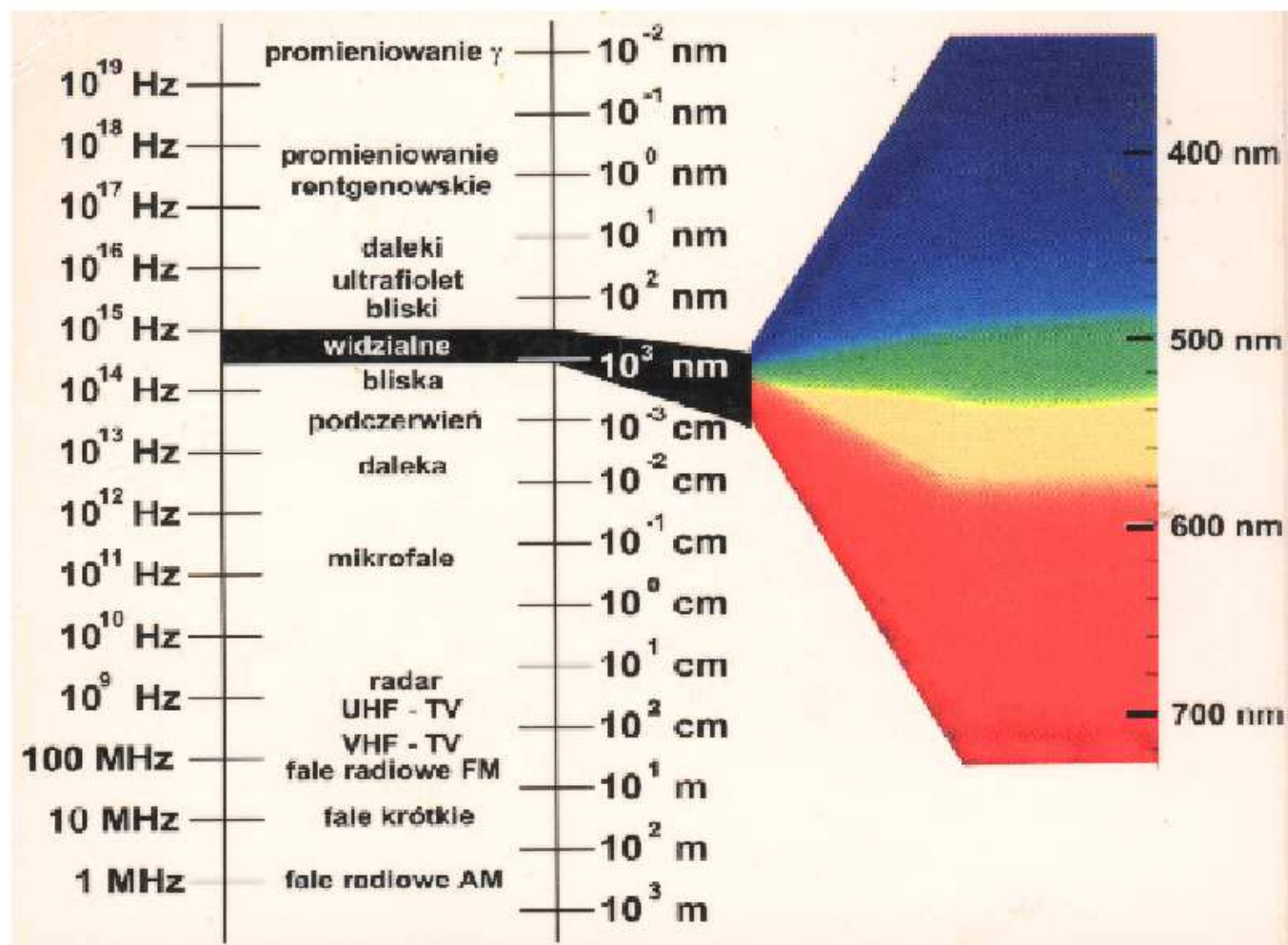


Oddziaływanie promieniowania gamma

Pairs creation and annihilation

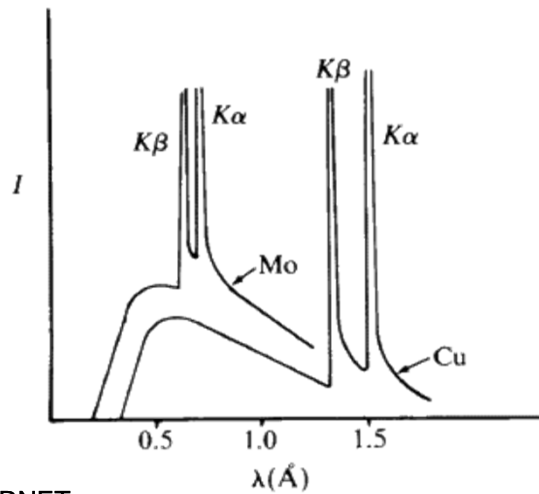
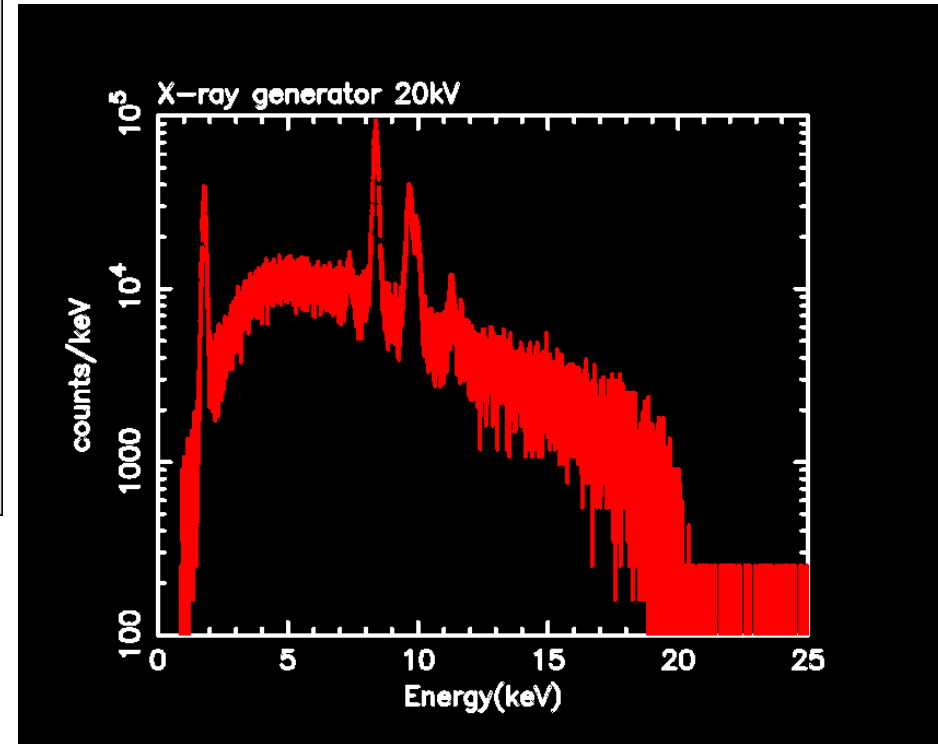
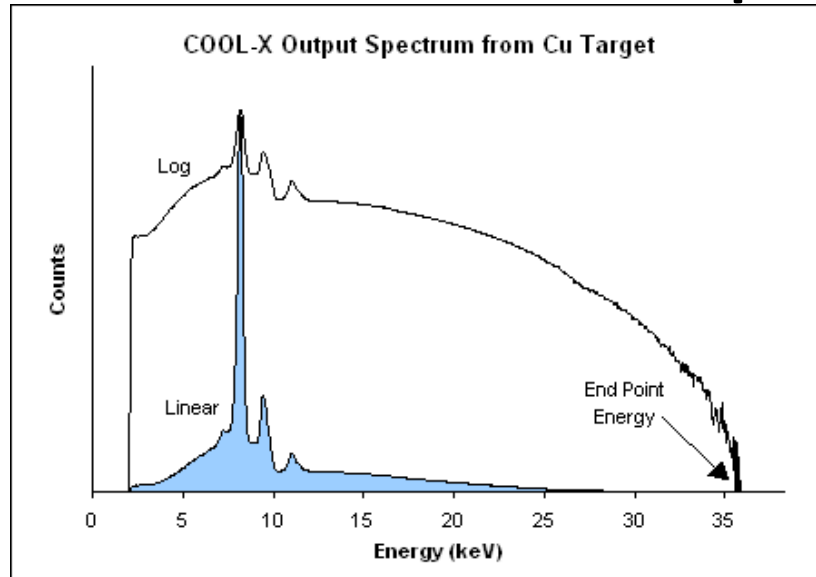


Widmo promieniowania elektromagnetycznego



Source: INTERNET

Widmo promieniowania X

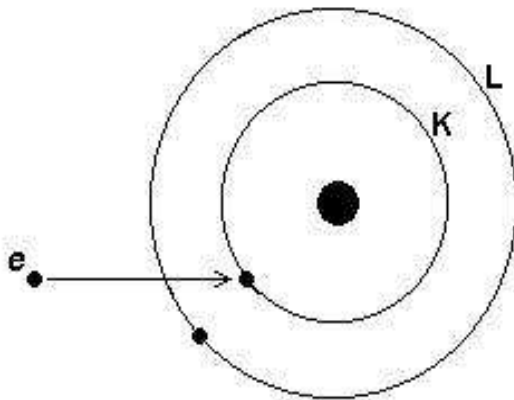


Source: INTERNET

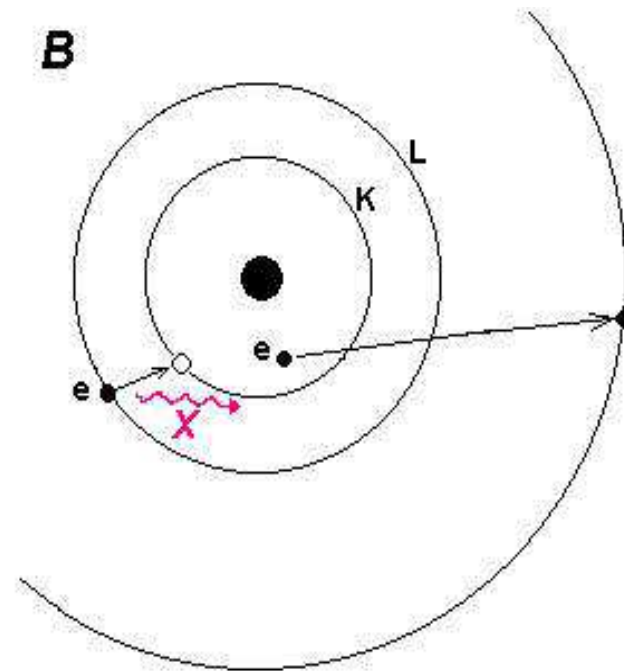
Charakterystyczna składowa promieniowania X

Promieniowanie charakterystyczne

A



B



Ciągła składowa promieniowania X

Promieniowanie hamowania

