

I.1 PRAWA PROMIENIOWANIA

Pod koniec XIX w. największe triumfy święciła teoria Maxwella. Jej konsekwencją było istnienie fal elektromagnetycznych. Największą niespodzianką był odkryty na przełomie XIX i XX w. cząstkowy charakter promieniowania e-m.

Falowy charakter promieniowania e-m

Zjawiska dyfrakcji i interferencji światła, fal radiowych, promieniowania termicznego (IR i mikrofal) oraz promieniowania rentgenowskiego.



Emisja i absorpcja promieniowania e-m opisywana przez teorię elektronową Lorentza

Cząstkowy charakter promieniowania e-m

kwanty energii fal e-m odkryte w widmie promieniowania termicznego (Ciało Doskonale Czarne – CDCz)

Absorpcja kwantów promieniowania UV w zjawisku fotoelektrycznym

Nieelastyczne rozpraszanie kwantów promieniowania X na elektronach (zjawisko Comptona)

OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA PROMIENIOWANIA ELEKTROMAGNETYCZNEGO

WYODRĘBNIONE OBSZARY WIDMA

FALE RADIOWE

MIKROFALE

PROMIENIOWANIE PODCZERWONE (IR)

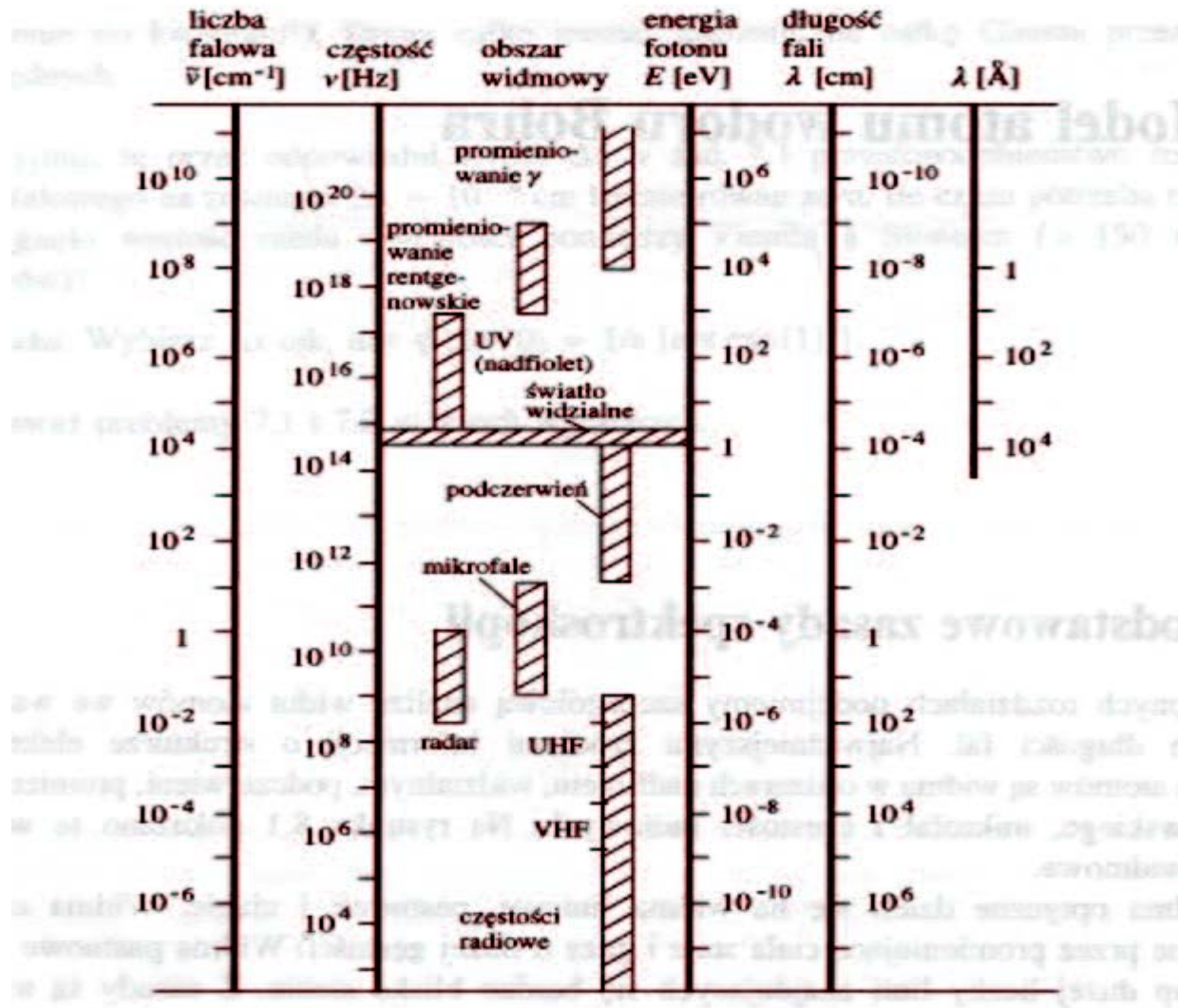
PROMIENIOWANIE WIDZIALNE ($\lambda=400-700$ nm)

PROMIENIOWANIE ULTRAFIOLETOWE (UV)

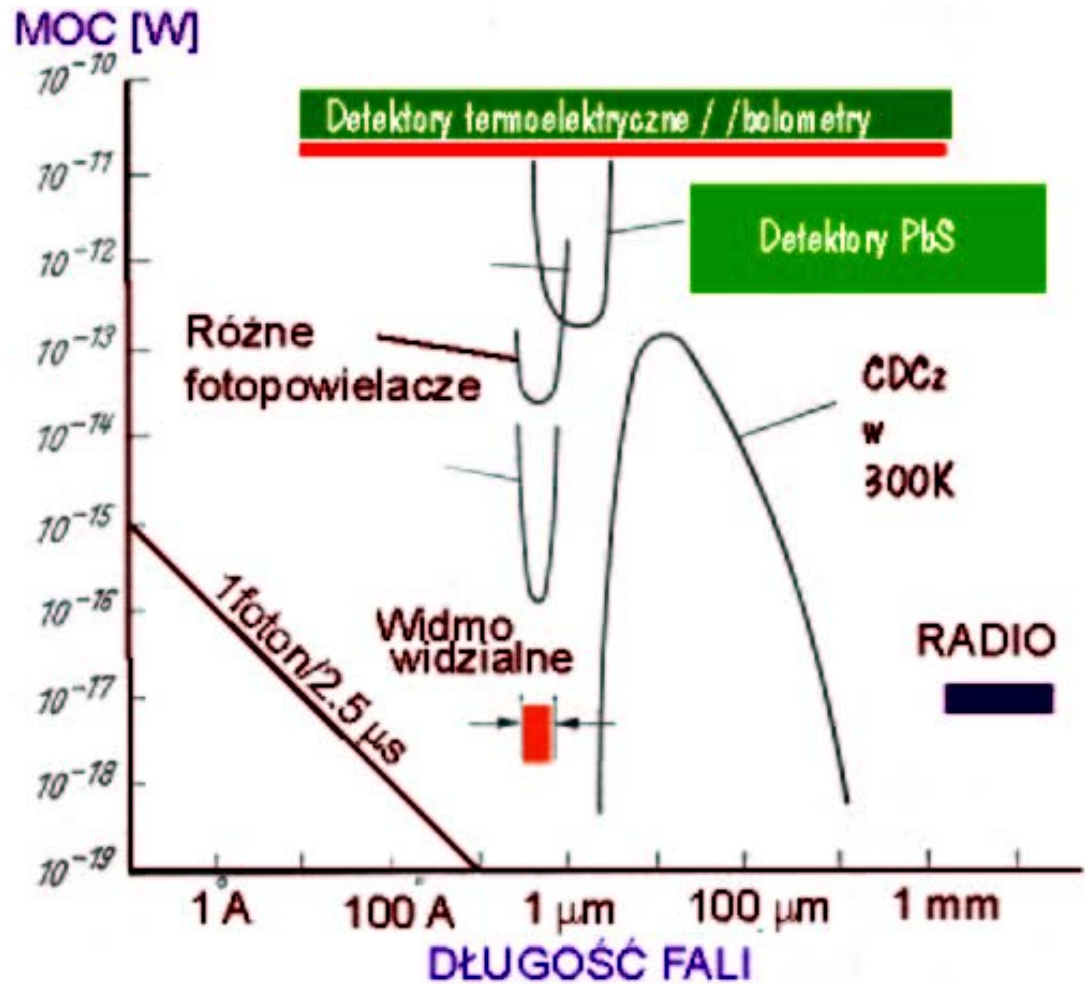
PROMIENIOWANIE RENTGENOWSKIE (X)

PROMIENIOWANIE GAMMA (γ)

ENERGIE, DŁUGOŚCI FAL I CZĘSTOŚCI TYCH OBSZARÓW
WIDMOWYCH



Czułość typowych detektorów promieniowania termicznego



Absorpcja i emisja promieniowania e-m przez materię Elektronowa teoria Lorentza:

Na gruncie teorii Maxwella: promieniowanie o częstości ω oddziałuje z ładunkami uwięzionymi w materii (elektronami atomowymi). Elektrony związane są siłami oscylatorów o różnych częstościach własnych Ω i tłumieniach Γ . Następuje absorpcja zgodnie ze znanym wzorem z Fizyki III:

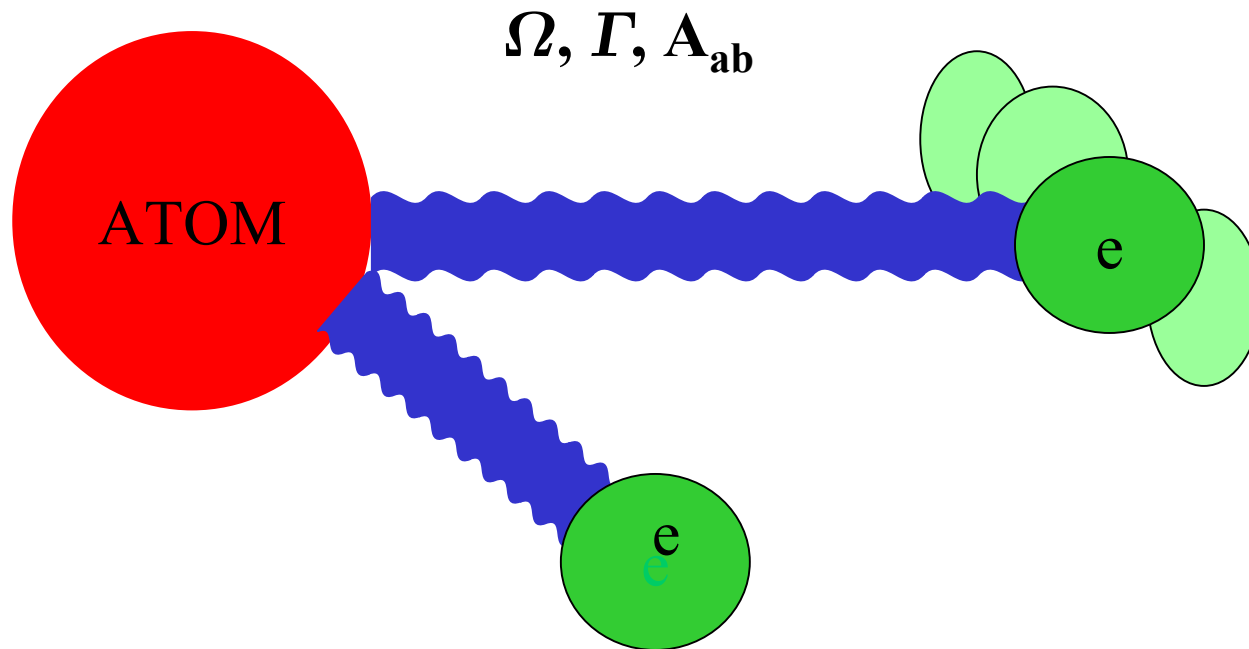
Średnia moc

$$\bar{P}(\omega) = \frac{1}{2} P_0 \omega A_{ab}$$

$$A_{ab} = \frac{\Gamma \omega}{(\Gamma \omega)^2 + (\Omega - \omega)^2}$$

Emisja promieniowania przez materię w tym obrazku polega na emisji promieniowania dipolowego przez drgające elektrony. Dipole mają charakterystyczne częstotliwości własne $\Omega_1, \Omega_2, \dots, \Omega_n$.

Wartości tych częstotliwości własnych nie były dane przez teorię. Lorentz uważał, że należy je dopasowywać z doświadczenia, gdyż teoria wewnętrznej budowy atomu jest zapewne zbyt trudna i nigdy nie powstanie.



Prawa Kirchhoffa dla promieniowania (1860)

Dwie wielkości opisują emisję i absorpcję promieniowania przez ciało o temperaturze T:

Zdolność emisyjna $e(\lambda, T) d\lambda$

- moc wysyłana przez jednostkę powierzchni ciała w przedziale długości fal $[\lambda, \lambda+d\lambda]$

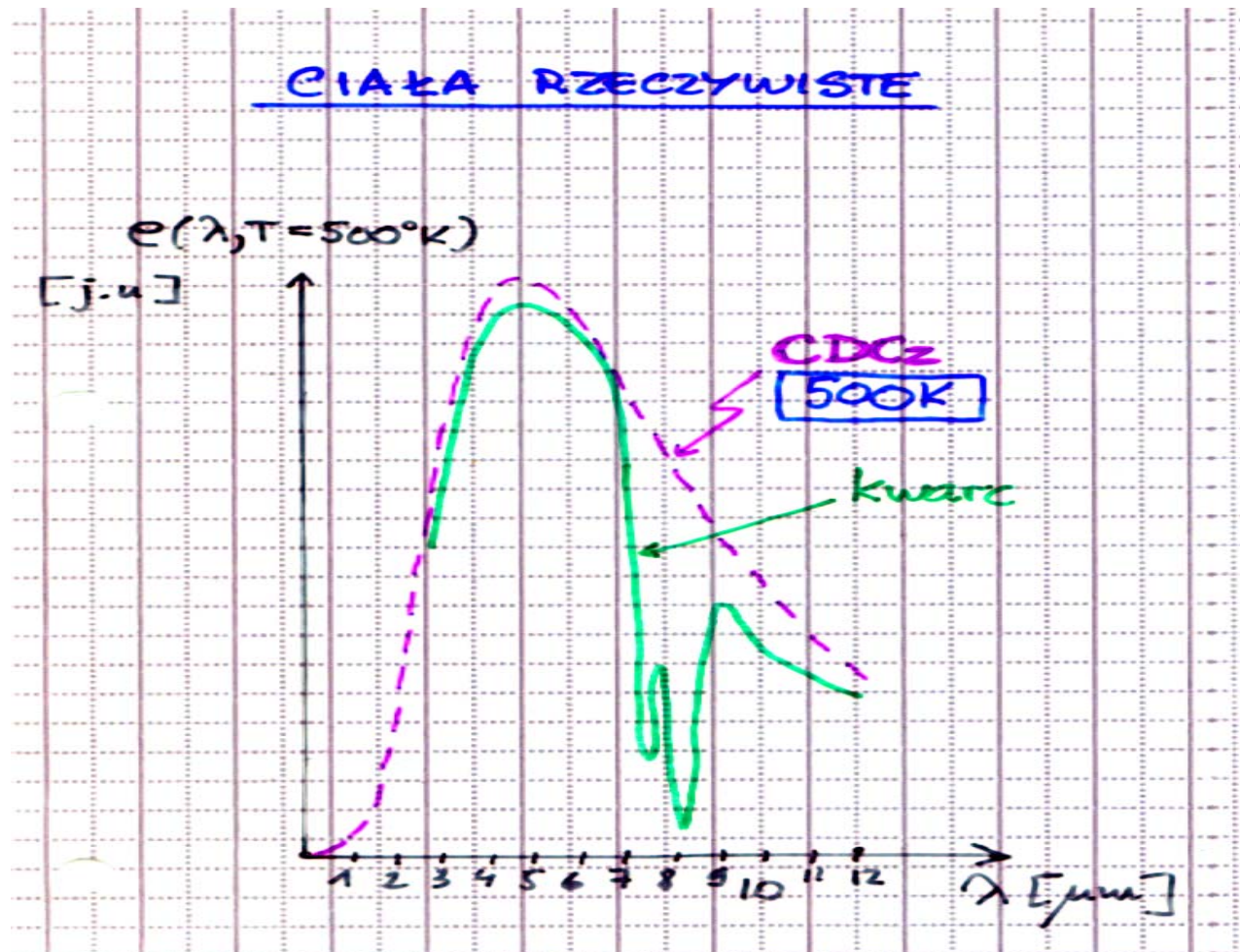
Jednostką e jest $W/m^2\mu m$

Zdolność absorpcyjna $a(\lambda, T) d\lambda$ bezwymiarowa

- jest to stosunek mocy pochłoniętej do mocy padającej:


$$a(\lambda, T) = \frac{\left(\frac{dE}{d\lambda \cdot dt \cdot dA}\right)_{\text{pochł.}}}{\left(\frac{dE}{d\lambda \cdot dt \cdot dA}\right)_{\text{padające}}}$$

Zdolność emisyjna kwarcu



Prawo Kirchhoffa

Dla wszystkich ciał zachodzi:

$$\frac{e(\lambda, T) d\lambda}{a(\lambda, T) d\lambda} = f(\lambda, T)$$


uniwersalna funkcja λ i T

**Całkowita moc emitowana
przez jednostkę powierzchni
ciała**

$$R(T) = \int_0^{\infty} d\lambda e(\lambda, T)$$