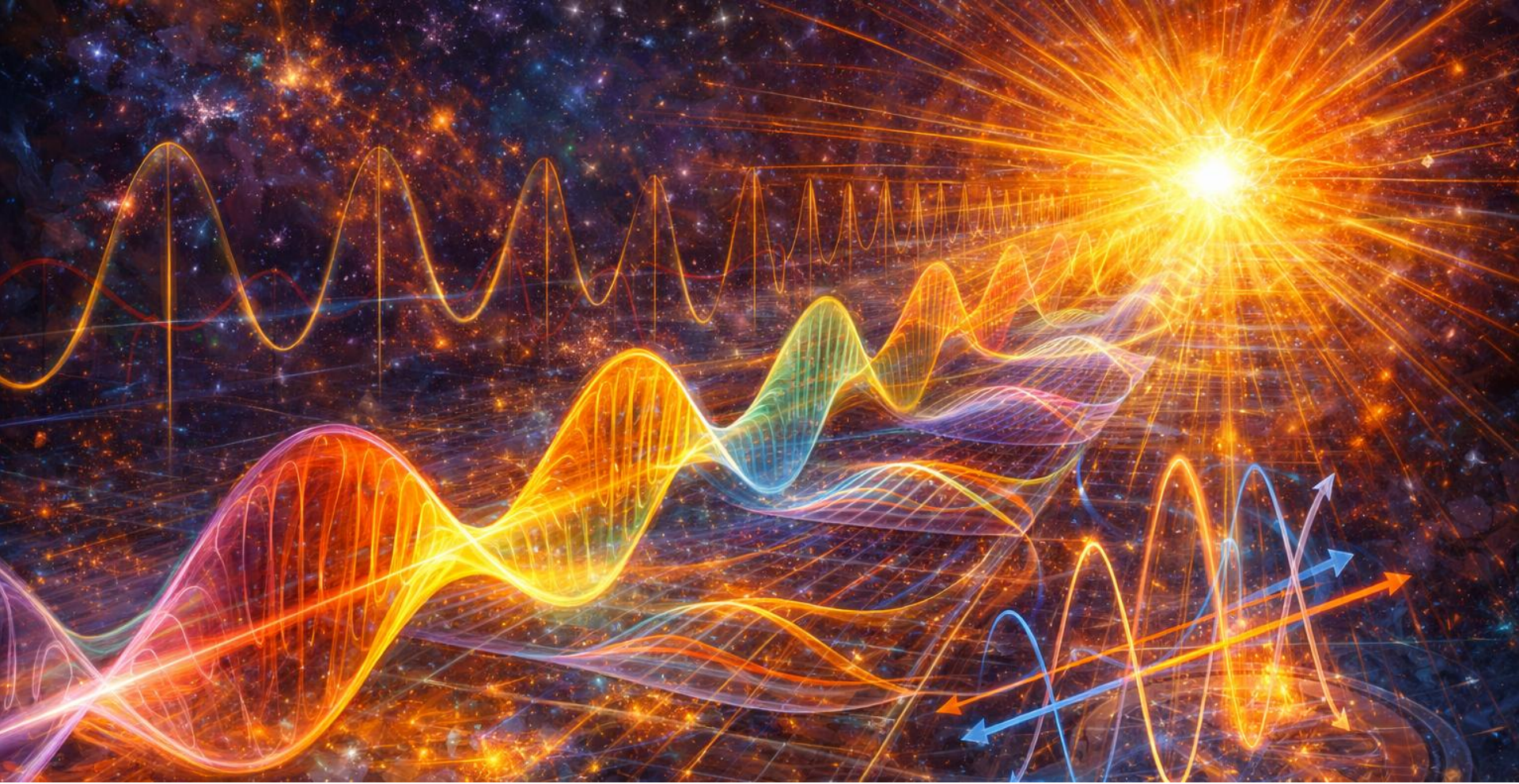




FIZYKA Z ELEMENTAMI FIZYKI RADIACYJNEJ II | WYKŁAD 2

Prawa Maxwella i natura światła

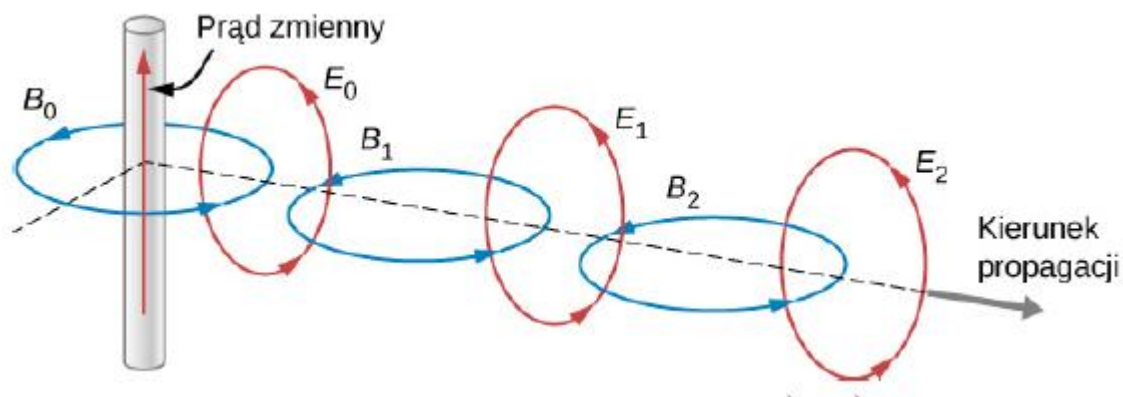
dr inż. Katarzyna Gwóźdź

Prawa Maxwella

Nazwa prawa	Postać różniczkowa	Postać całkowa	Znaczenie fizyczne
Prawo Gaussa dla elektryczności	$\nabla \cdot \vec{E} = \frac{\rho}{\epsilon_0}$	$\oint_S \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{Q}{\epsilon_0}$	Źródłem pola elektrycznego jest ładunek elektryczny.
Prawo Gaussa dla magnetyzmu	$\nabla \cdot \vec{B} = 0$	$\oint_S \vec{B} \cdot d\vec{A} = 0$	Nie istnieją monopole magnetyczne (linie pola są zamknięte).
Prawo Faradaya	$\nabla \times \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$	$\oint_C \vec{E} \cdot d\vec{l} = -\frac{d\Phi_B}{dt}$	Zmienne pole magnetyczne indukuje pole elektryczne.
Prawo Ampère'a-Maxwella	$\nabla \times \vec{B} = \mu_0 \left(\vec{J} + \epsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t} \right)$	$\oint_C \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 \left(I + \epsilon_0 \frac{d\Phi_E}{dt} \right)$	Źródłem pola magnetycznego jest prąd lub zmienne pole elektryczne.

Fala elektromagnetyczna

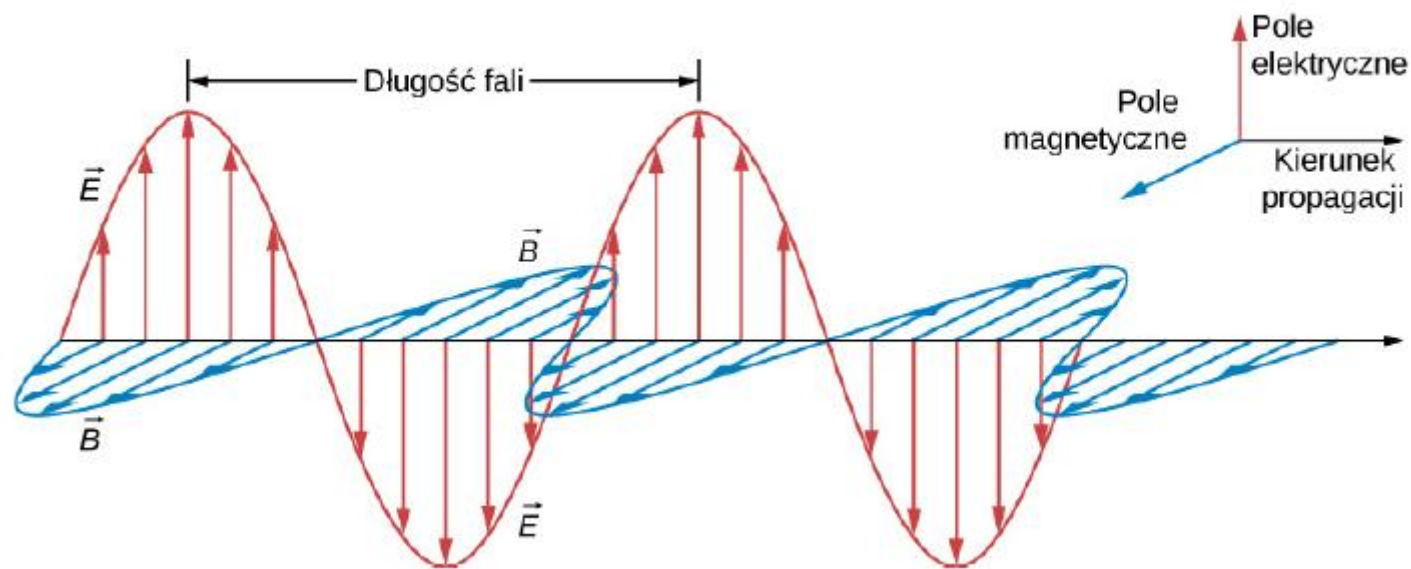
Samopodtrzymujący się proces rozchodzenia się zaburzeń pola elektrycznego i pola magnetycznego w przestrzeni.



$$\frac{\partial^2 E_y}{\partial x^2} = \epsilon_0 \mu_0 \frac{\partial^2 E_y}{\partial t^2}$$

$$c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}}$$

Fala elektromagnetyczna

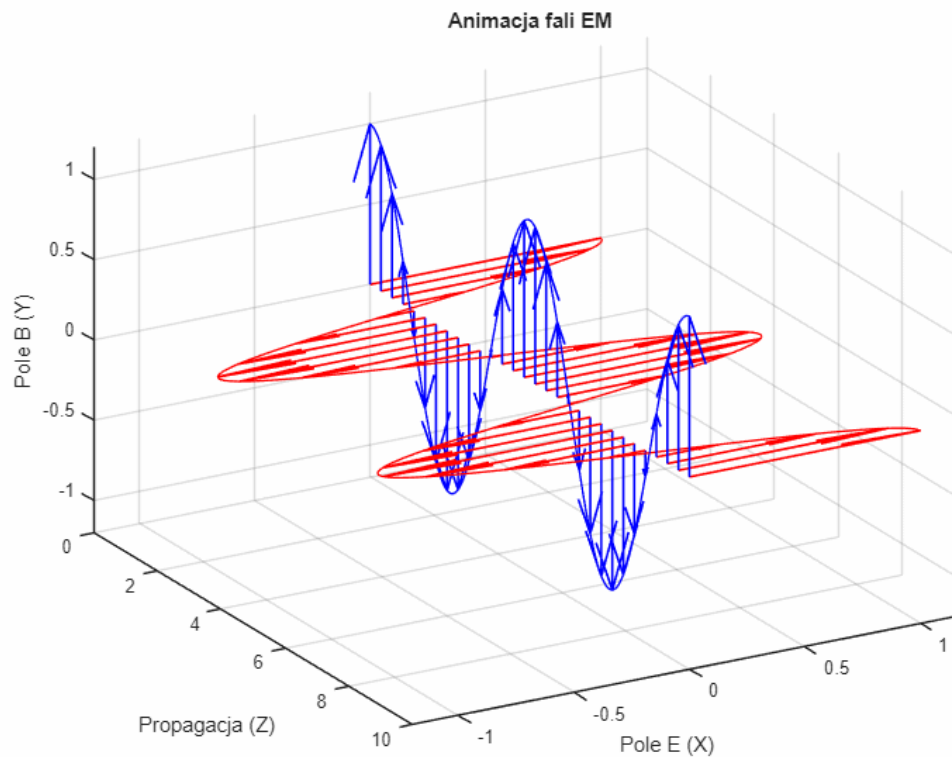


$$E_y(x, t) = E_0 \cos(kx - \omega t)$$

$$B_z(x, t) = B_0 \cos(kx - \omega t)$$

$$\frac{E_y}{B_z} = \frac{E_0}{B_0} = c$$

Fala elektromagnetyczna



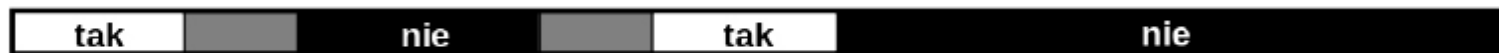
$$E_y(x, t) = E_0 \cos(kx - \omega t)$$

$$B_z(x, t) = B_0 \cos(kx - \omega t)$$

$$\frac{E_y}{B_z} = \frac{E_0}{B_0} = c$$

Fala elektromagnetyczna

Przenika atmosferę ziemską?



Typ promieniowania
Długość fali (m)

radiowe

10^3

mikrofale

10^{-2}

podczerwień

10^{-5}

światło
widzialne

$0,5 \times 10^{-6}$

ultrafiolet

10^{-8}

rentgenowskie

10^{-10}

gamma

10^{-12}

Obiekt o skali
zbliżonej
do długości fali



budynki



człowiek



motyl



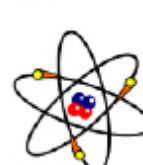
ostrze igły



najmniejsze
pierwotniaki



duże
cząsteczki

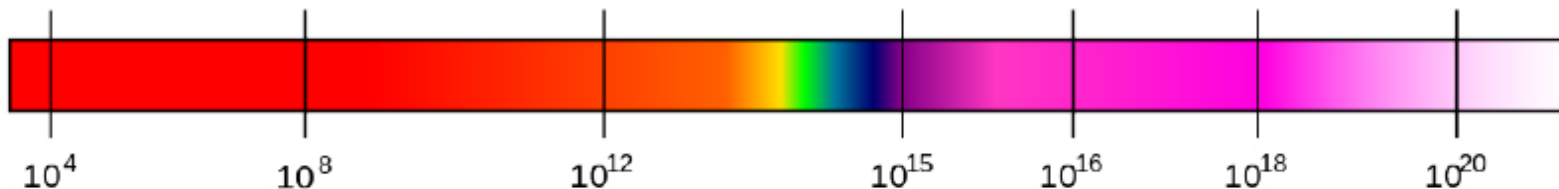


atomy

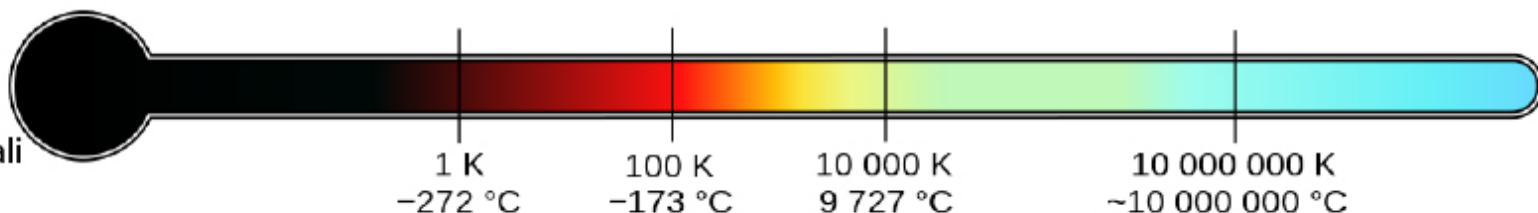


jądra atomowe

Częstotliwość (Hz)

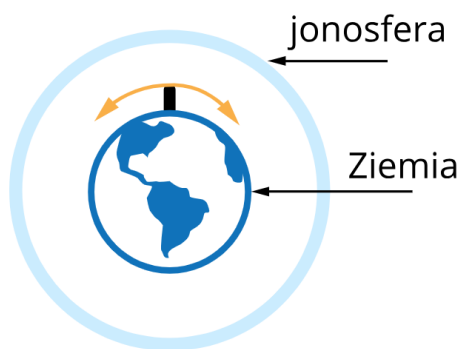


Temperatura ciała
emitującego
promieniowanie o
podanej długości fali

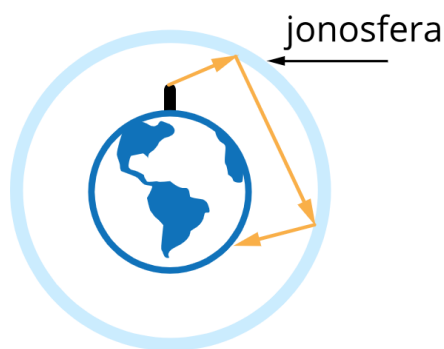


Fale radiowe

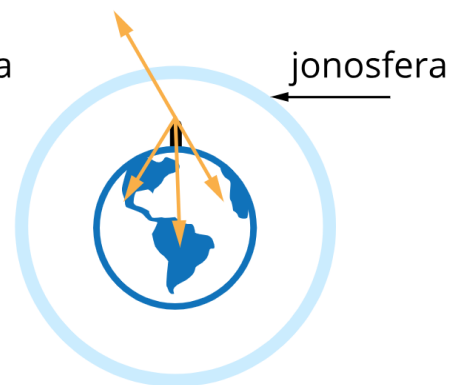
Nazwa	Długość fali [m]	Częstotliwość [MHz]
fale bardzo długie	100 000 - 10 000	0,003 - 0,03
fale długie	10 000 - 1 000	0,03 - 0,3
fale średnie	1 000 - 75	0,3 - 4
fale krótkie	75 - 10	4 - 30
fale ultrakrótkie	10 - 0,3	30 - 1 000



a. fale długie



b. fale krótkie



c. fale ultrakrótkie



tak

radiowe

10^3



budynki



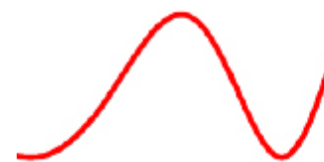
10^4



Mikrofale

Długość fali	Częstotliwość
1 mm – 1 m	300 GHz – 300 MHz

Zastosowanie	Częstotliwość	Długość fali	Co warto wiedzieć?
Kuchenka mikrofalowa	2,45 GHz	12,2 cm	Efekt termiczny: Rotacja cząsteczek wody (dielektryk).
Wi-Fi / Bluetooth	2,4 – 5 GHz	6 – 12 cm	Niska moc, oddziaływanie pomijalne dla tkanek.
Telefonia komórkowa	0,8 – 3,5 GHz	8 – 37 cm	Sygnał przenika płytko przez skórę i tkankę podskórną.
Diatermia krótkofalowa	27,12 MHz	ok. 11 m	Medyczne: Głębokie przegrzewanie tkanek w fizjoterapii.
MRI (rezonans)	60 – 300 MHz	1 – 5 m	Diagnostyka: Wykorzystanie fal radiowych o niskiej energii (niejonizujące).



mikrofale

10^{-2}



człowiek



motyl



10^8



1 K
-272 °C

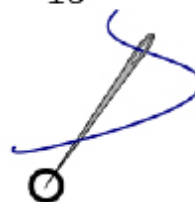
Podczerwień

Długość fali	Częstotliwość
750 nm – 1 mm	400 THz – 300 GHz



podczerwień ν

10^{-5}



yl

ostrze igły

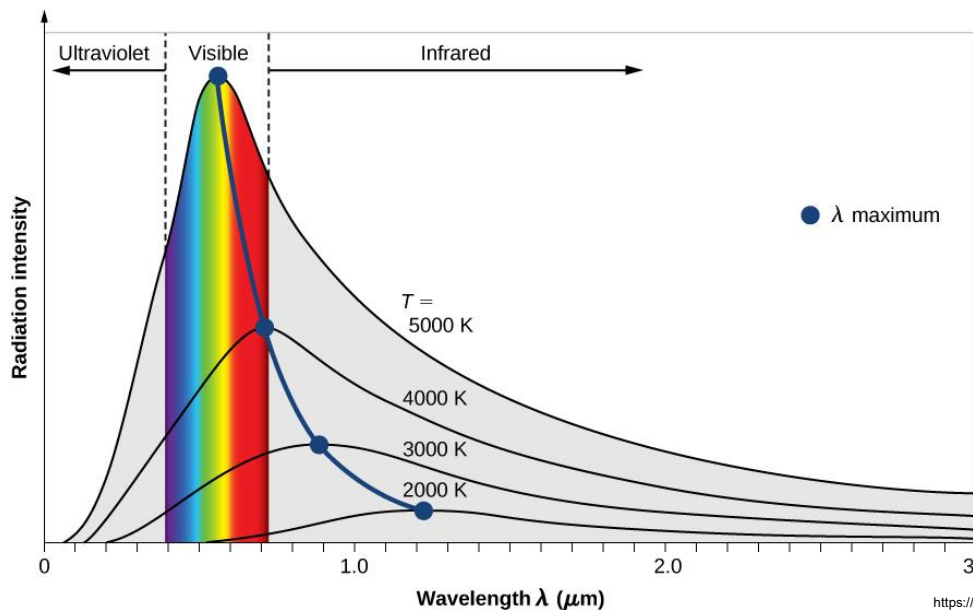
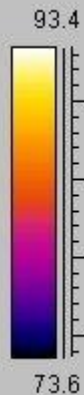


10^{12}



C

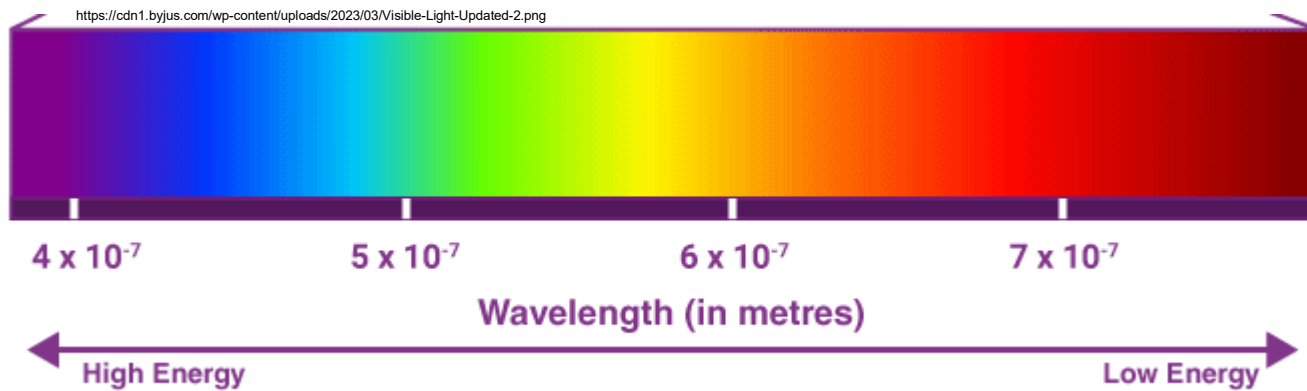
100 K
-173 °C



va Maxwella, światło

Światło widzialne

Długość fali	Częstotliwość
400 nm – 750 nm	750 THz – 400 THz



Ultrafiolet

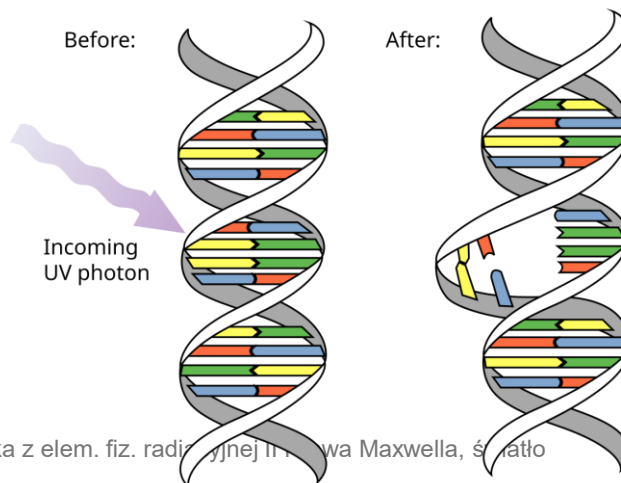
Długość fali	Częstotliwość
100 nm – 400 nm	30 PHz – 750 THz

Zakres	Długość fali	Co warto wiedzieć?
UV-A	315 – 400 nm	Najbliżej światła widzialnego. Powoduje szybką opaleniznę i starzenie skóry.
UV-B	280 – 315 nm	Synteza witaminy D , ale też oparzenia słoneczne i ryzyko nowotworów.
UV-C	100 – 280 nm	Najwyższa energia. Zabójcze dla drobnoustrojów (sterylizacja).

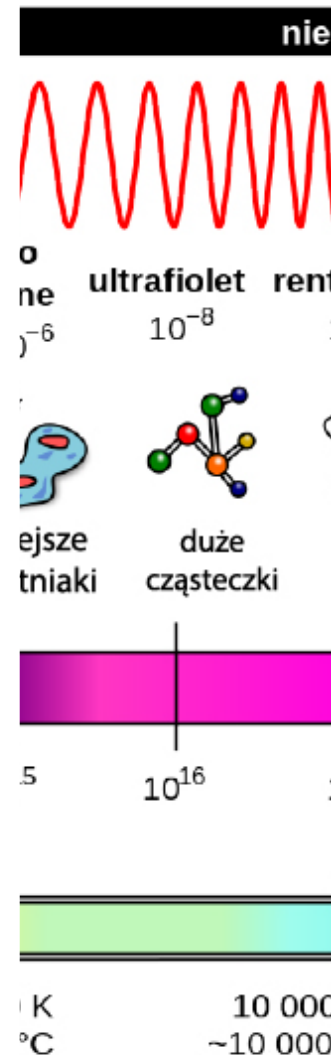


https://en.wikipedia.org/wiki/Ultraviolet#/media/File:RBC_Visa_UV.jpg

Katarzyna Gwóźdź



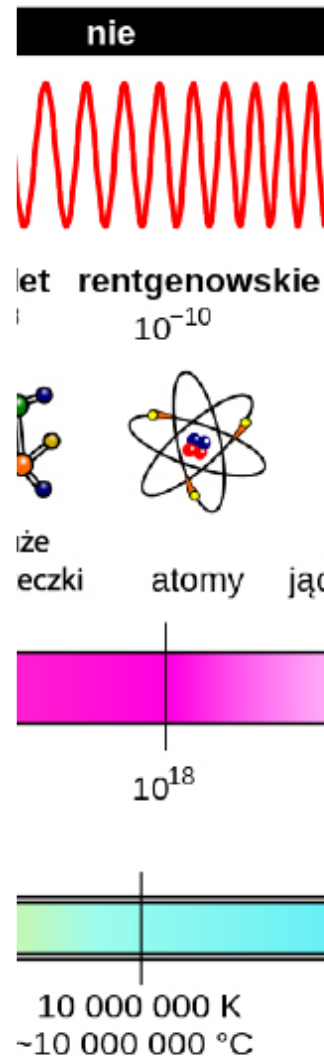
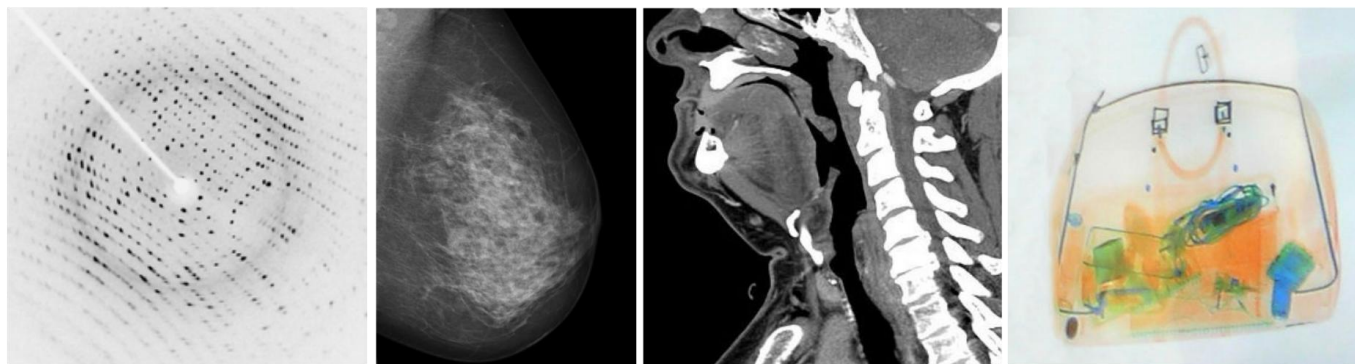
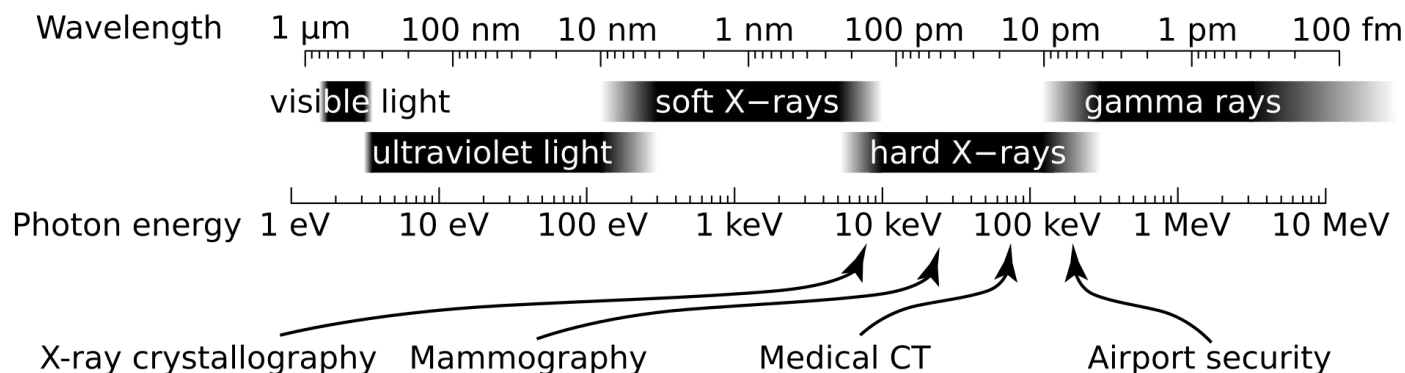
Fizyka z elem. fiz. radiacyjnej i teorii Maxwella, światło



By Mouagip - Own work based on: DNA UV mutation.gif by NASA/David Herring, Public Domain, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=11367690>

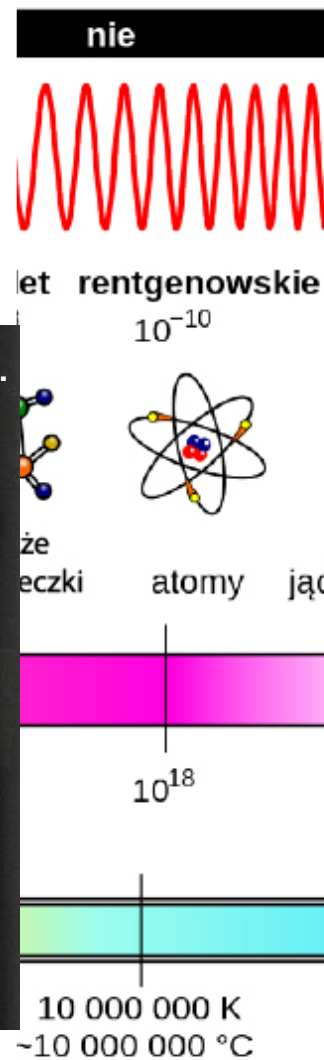
Promieniowanie Rentgenowskie

Długość fali	Częstotliwość
0.01 nm – 10 nm	30 EHz – 30 PHz



By Ulfund - This figure is a compilation of different images from wikimedia commons. The graph at the top I have made myself, originally uploaded as .Own workThe crystallography image is from File:Lysozym diffraction.png by user:Del45. The mammography image is from File:40F MLO DMMG.png by Nevit Dilmen (talk). The CT image is from File:Ct-workstation-neck.jpg by en:User:ChumpusRex. The luggage scanner image is from File:Luggage screening at VTBS.JPG by user User:Mattes., CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=22545004>

Promieniowanie Rentgenowskie



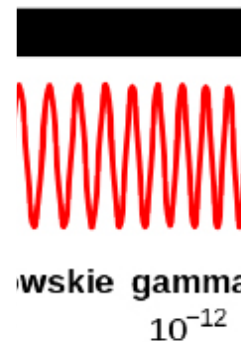
<https://kaimaging.com/why-the-first-x-ray-in-space-is-a-hand-with-a-ring-and-why-it-matters/>

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:X-ray_by_Wilhelm_R%C3%B6ntgen_of_Albert_von_K%C3%B6lliker%27s_hand_-_18960123-02.jpg

<https://kaimaging.com/why-the-first-x-ray-in-space-is-a-hand-with-a-ring-and-why-it-matters/>

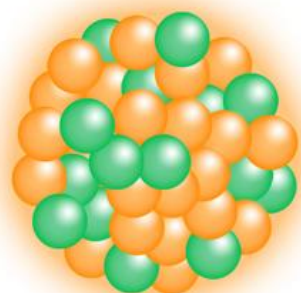
Promieniowanie gamma

Długość fali	Częstotliwość
< 0.01 nm	> 30 EHz

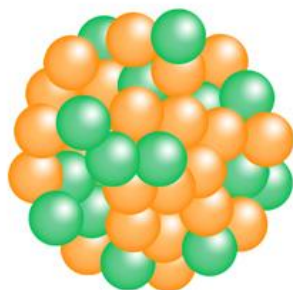


Gamma Decay

ScienceFacts.net



Parent nucleus
(excited state)



Daughter nucleus
(relaxed state)

+



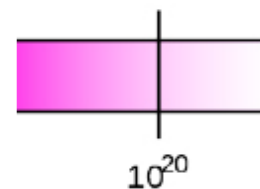
Gamma rays

Neutron

Proton



typy jądra atomowe



K
'C

Opis światła

W zależności od podejścia i skomplikowania problemu możemy używać różnych modeli opisu światła.

Optyka geometryczna

Promień

Gdy przeszkody są duże

Optyka falowa

Fala

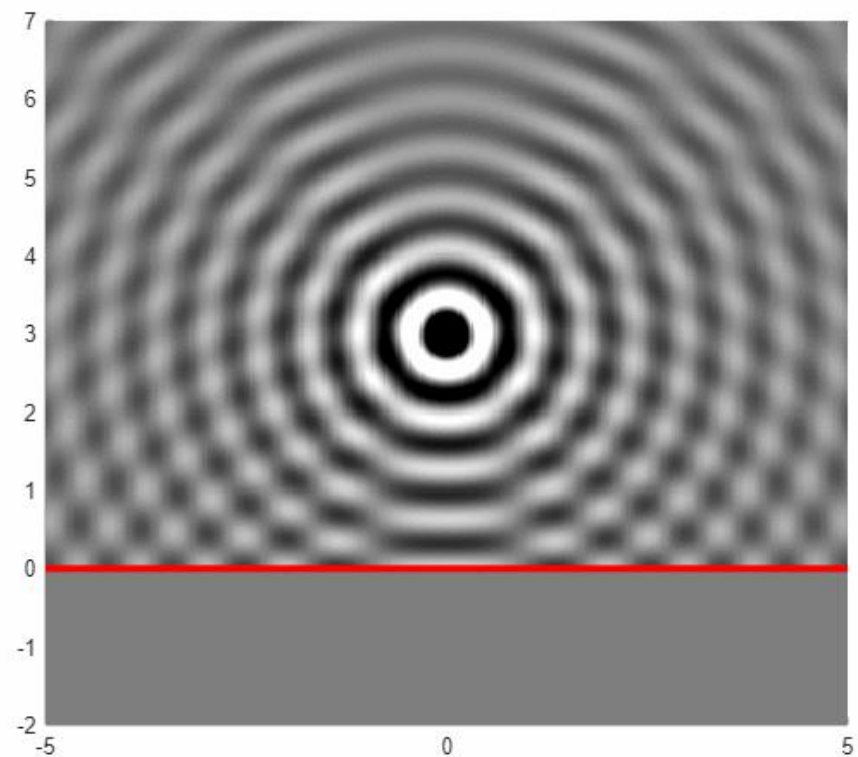
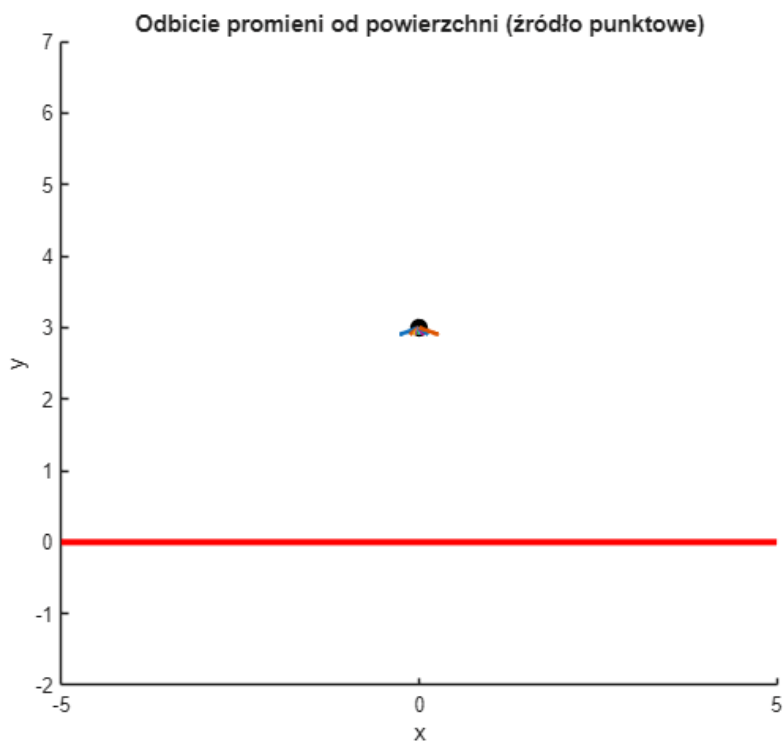
Gdy przeszkody są małe ($\sim \lambda$)

Teoria korpuskularna

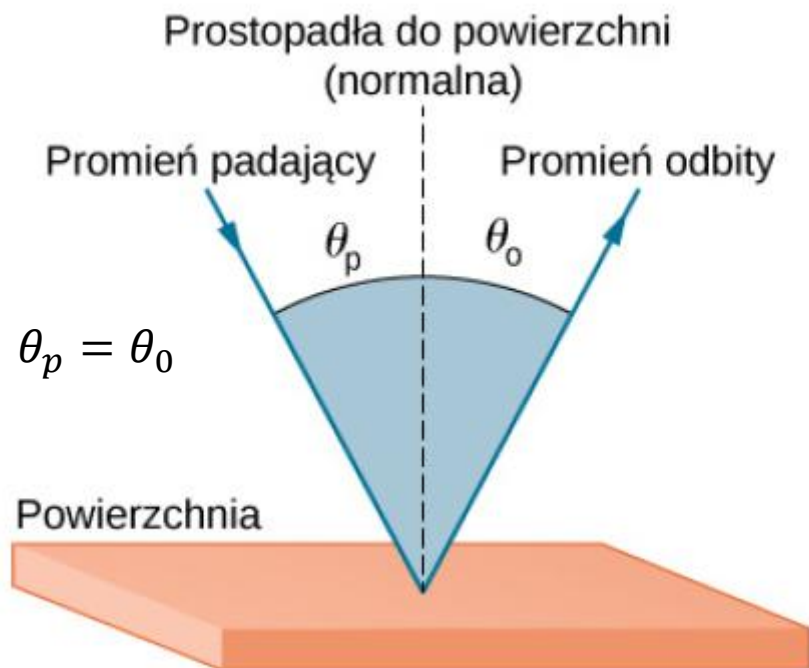
Foton

Gdy badamy oddziaływanie z materią

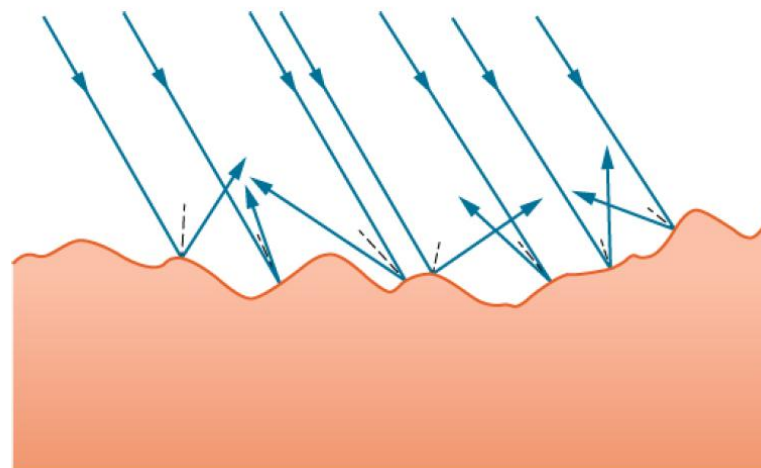
Opis światła



Odbicie



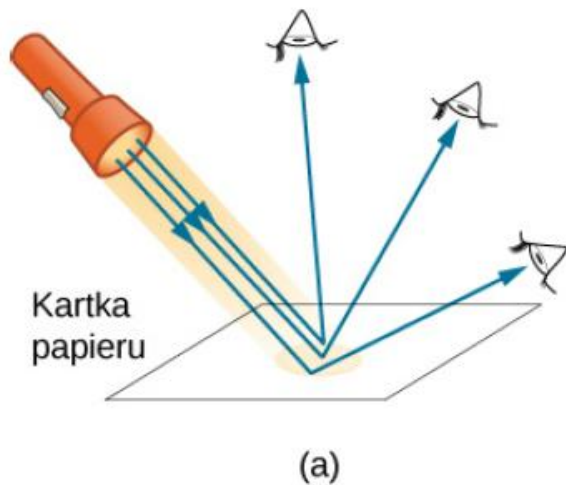
Powierzchnia płaska



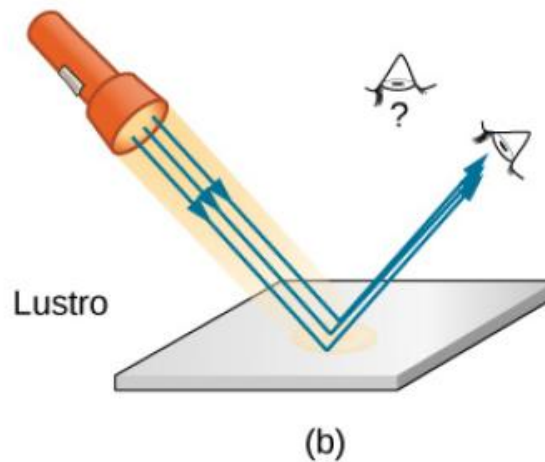
Powierzchnia chropowata

Odbicie

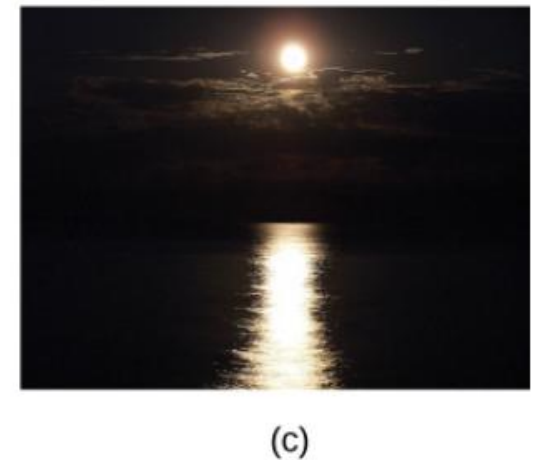
Światło odbija się od chropowatej powierzchni pod wieloma kątami



Światło odbija się od gładkiej powierzchni pod jednym kątem



Światło księżyca odbija się od powierzchni wody głównie pod jednym kątem



Rozchodzenie się światła

Światło w próżni rozchodzi się z prędkością światła.

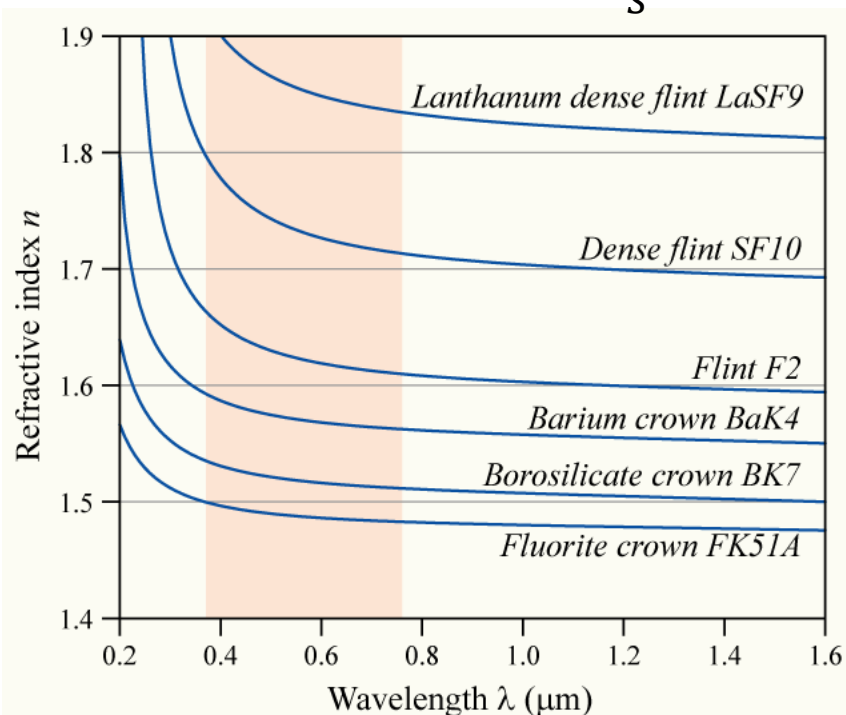
$$c = 2,997\,924\,58 \times 10^8 \frac{m}{s} \approx 3 \times 10^8 \frac{m}{s}$$

Współczynnik załamania

Światło w ośrodkach rozchodzi się z prędkością mniejszą od prędkości światła.

$$c = 2,997\,924\,58 \times 10^8 \frac{m}{s} \approx 3 \times 10^8 \frac{m}{s}$$

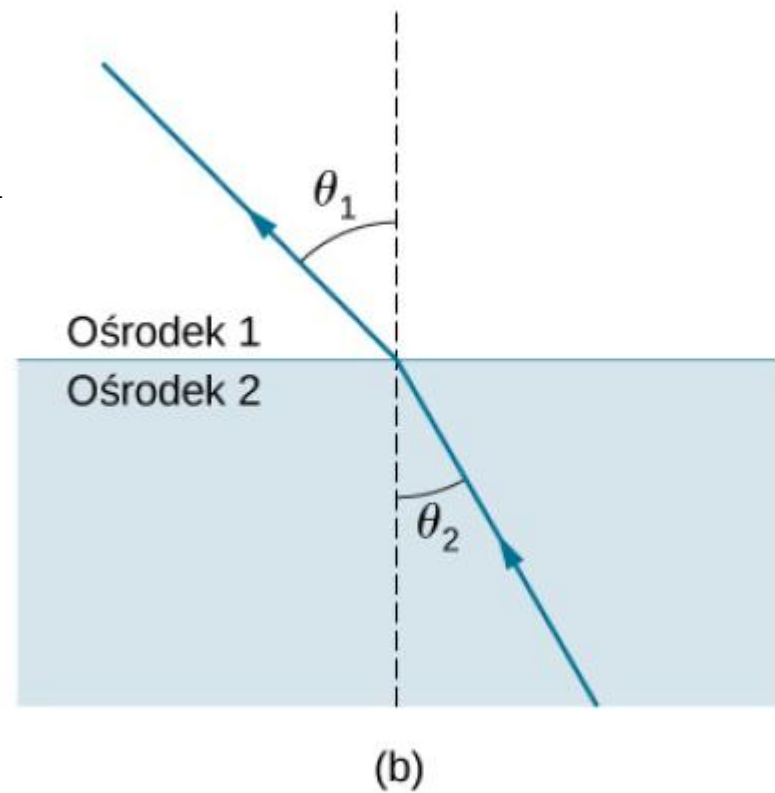
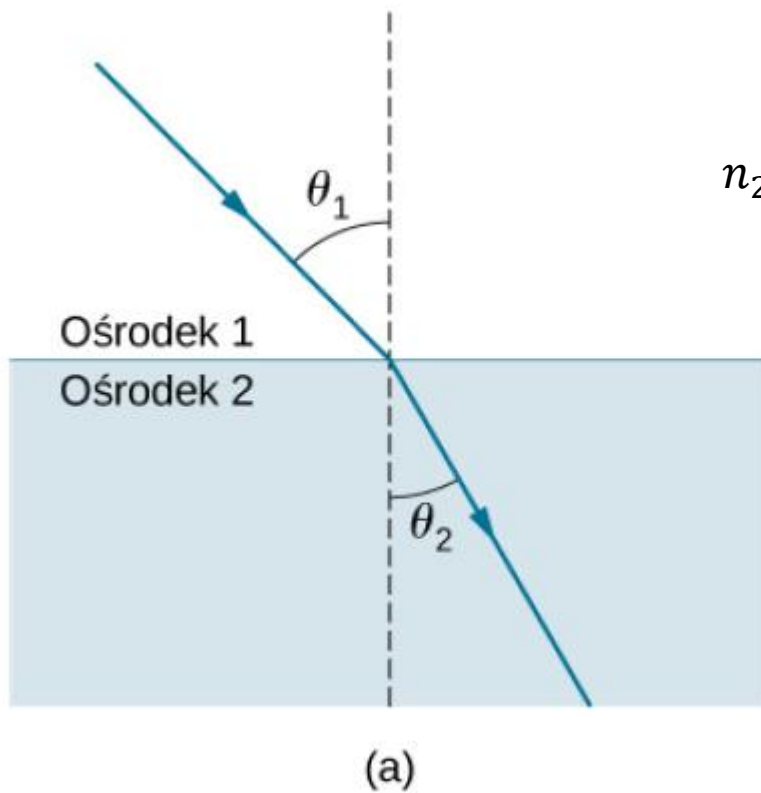
$$n = \frac{c}{v}$$



radiacyjnej II Prawa Maxwella, światło

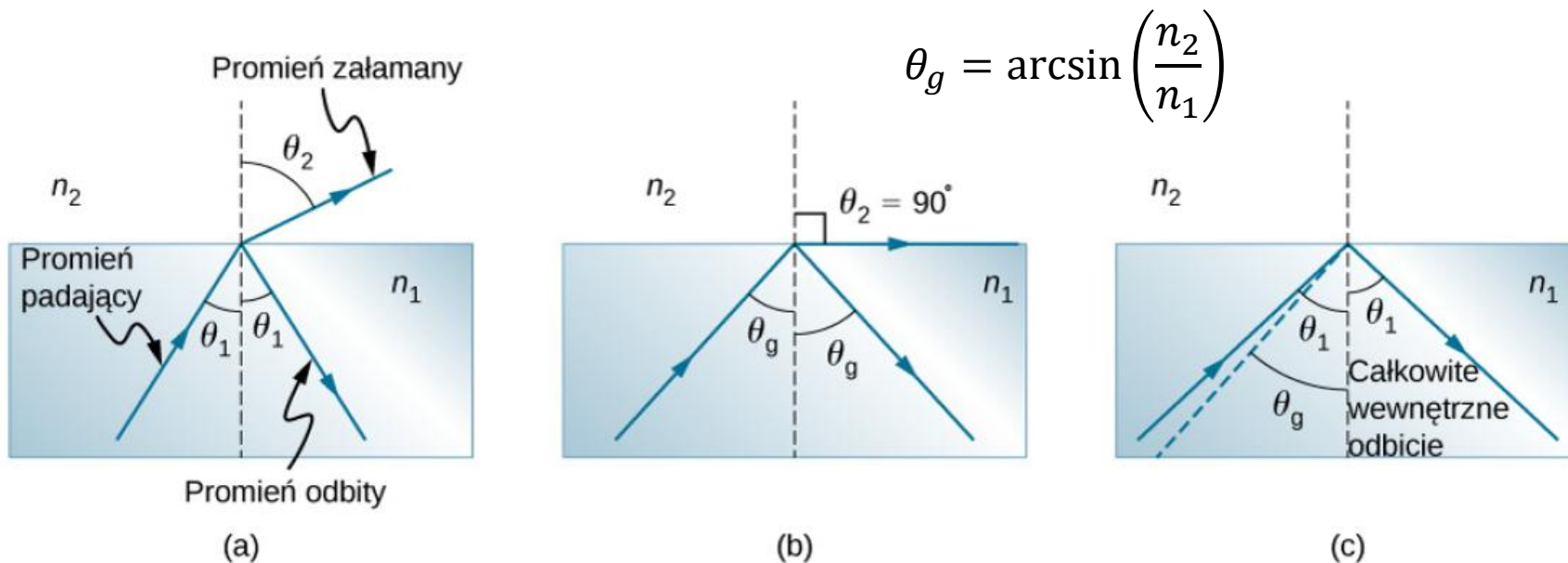
Załamanie

Zmiana kierunku biegu promienia światła wynikająca ze zmiany współczynnika załamania



Całkowite wewnętrzne odbicie

Całkowite wewnętrzne odbicie zachodzi dla $\theta > \theta_g$ i $n_1 > n_2$



Rozczepienie

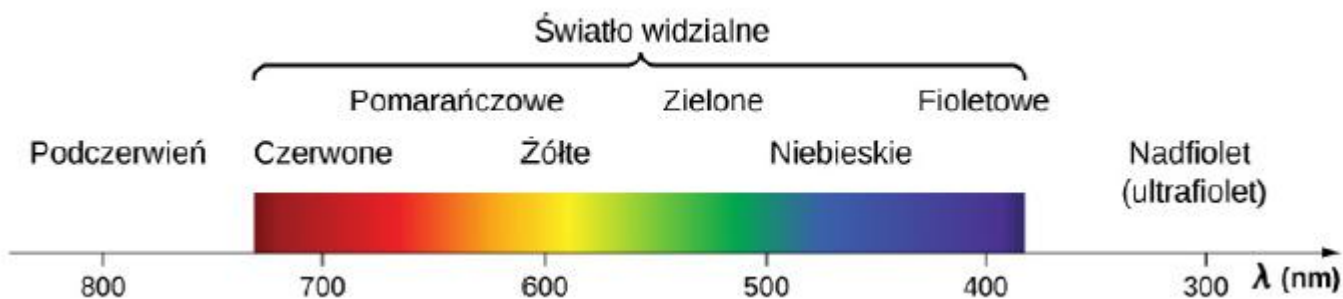
Rozkładu światła białego na barwne składniki podczas przechodzenia przez ośrodek przezroczysty



(a)

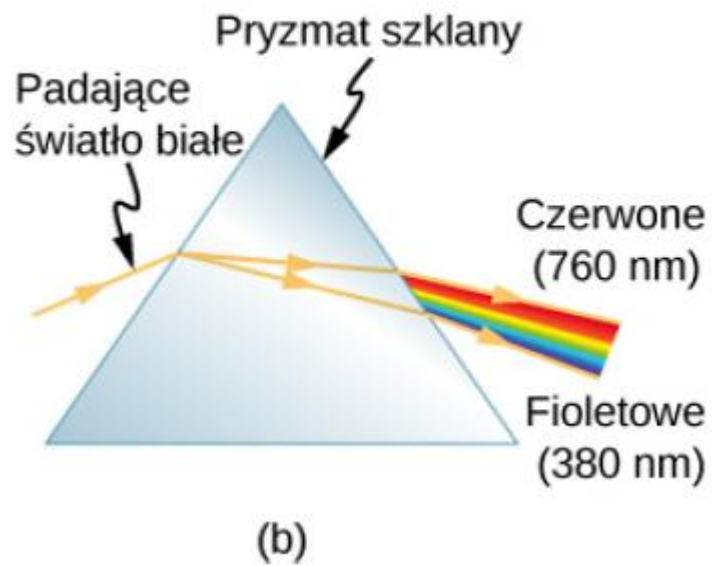
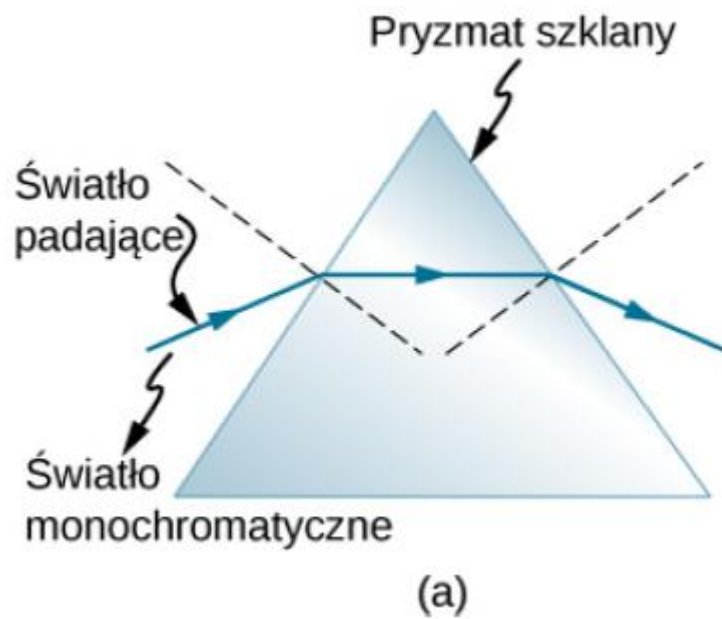


(b)

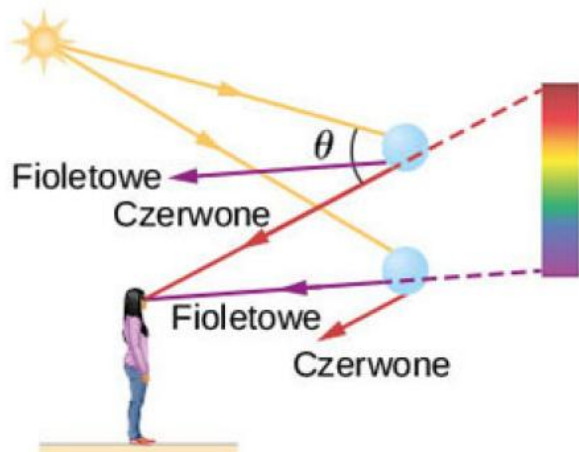
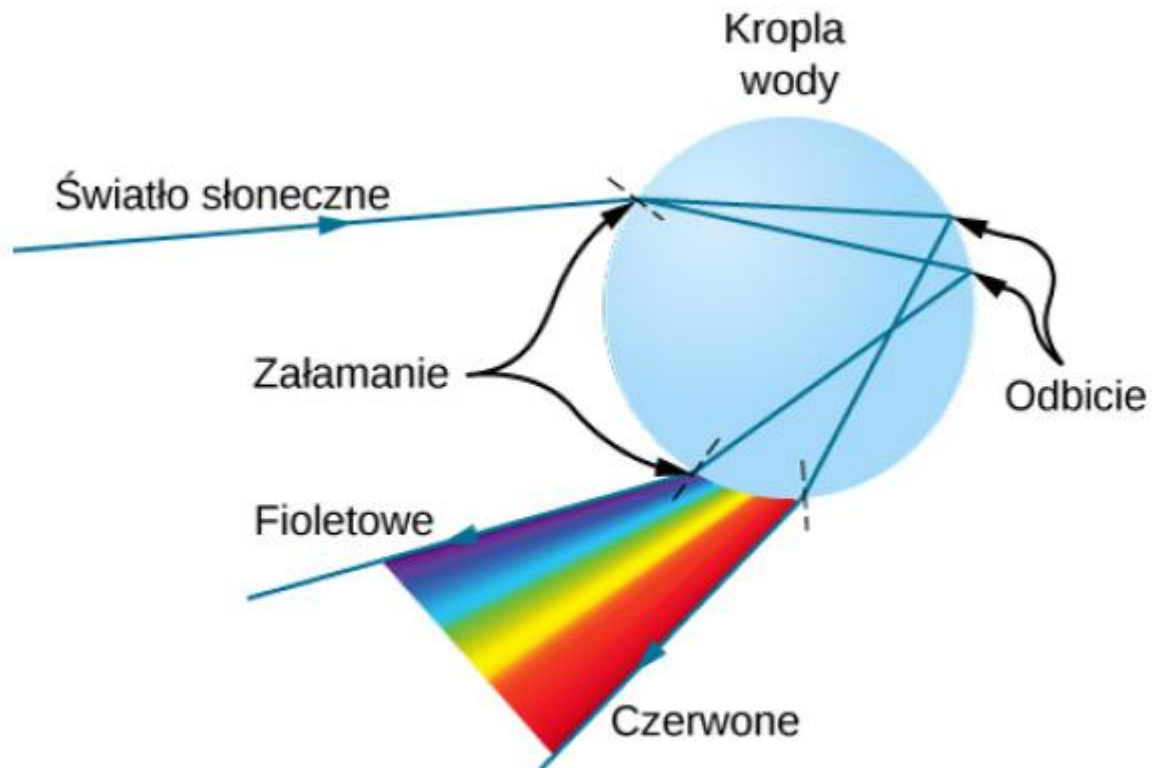


Rozczepienie

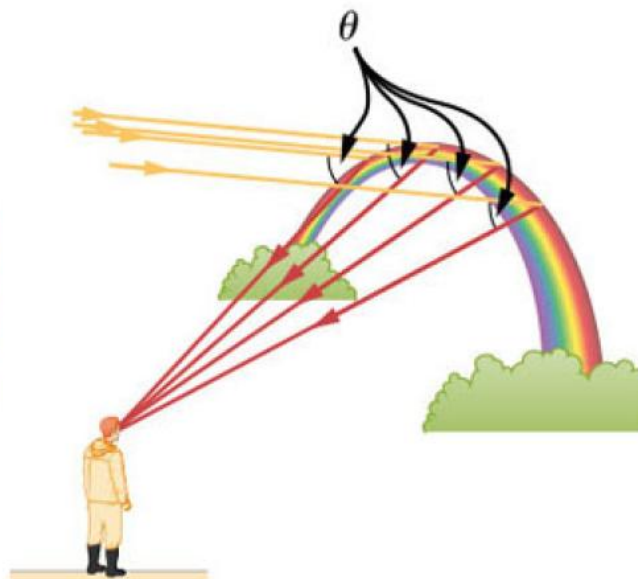
Rozkładu światła białego na barwne składniki podczas przechodzenia przez ośrodek przezroczysty



Rozczepienie



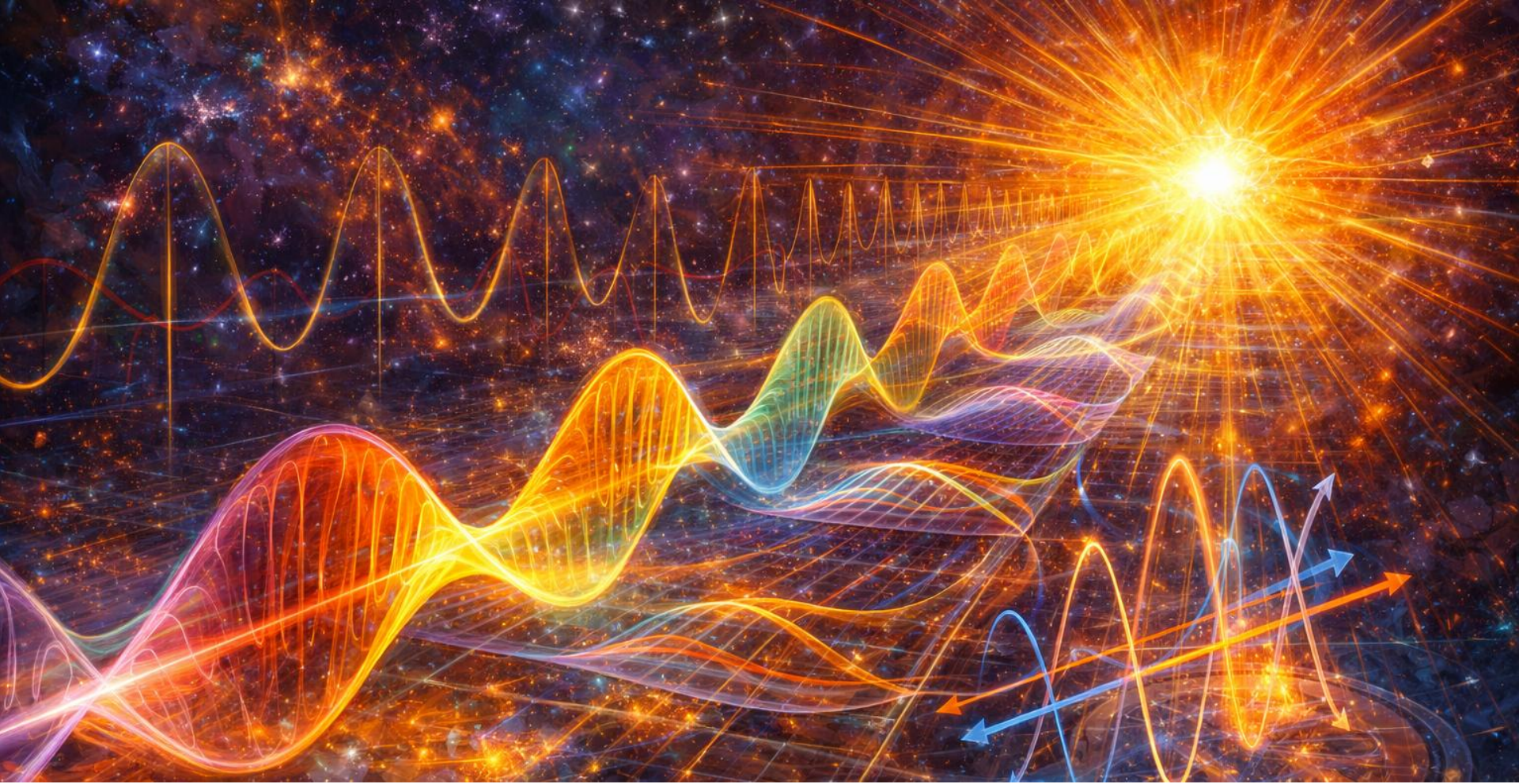
(a)



(b)



(c)



FIZYKA Z ELEMENTAMI FIZYKI RADIACYJNEJ II | WYKŁAD 2

Dziękuję za uwagę!

dr inż. Katarzyna Gwóźdź