

FIZYKA II

Vitalii Dugaev

*Katedra Fizyki i Inżynierii Medycznej
Politechnika Rzeszowska*

Semestr letni, rok 2017/2018



Ciśnienie promieniowania

W czasie Δt ciało uzyskuje od promieniowania energię ΔU .
Zmiana pędu Δp ciała jest związana ze zmianą energii:

$$\Delta p = \frac{\Delta U}{c} \quad \text{– przy całkowitej absorpcji}$$

Jeżeli promieniowanie zostanie całkowicie odbite:

$$\Delta p = \frac{2\Delta U}{c} \quad \text{– całkowite odbicie wsteczne}$$

Energia, która dociera do płaszczyzny o polu S w czasie Δt :

$$\Delta U = IS\Delta t$$

gdzie I – natężenie promieniowania

Siła, która działa na element powierzchni S : $F = \frac{\Delta p}{\Delta t}$

Dostajemy wyrażenia dla ciśnienia promieniowania ($p=F/S$):

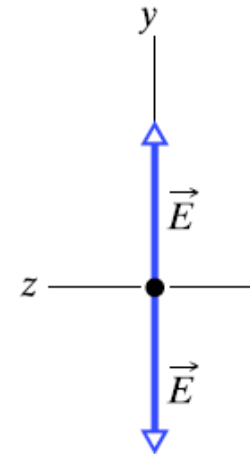
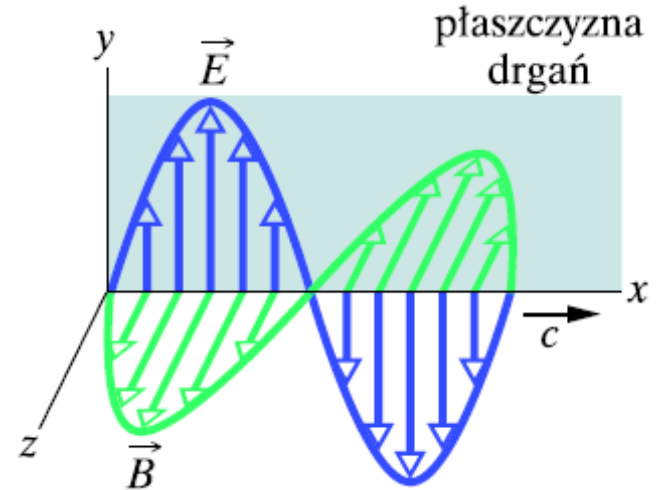
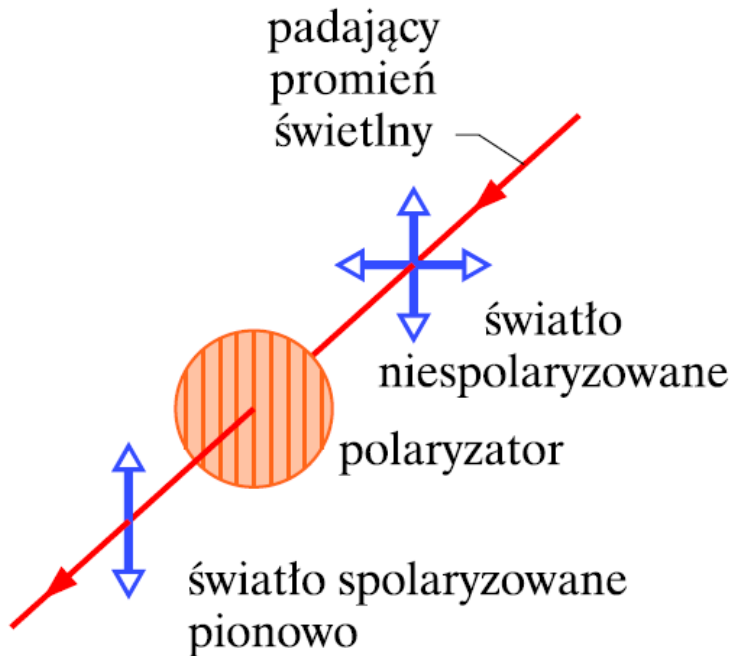
$$p_p = \frac{I}{c} \quad \text{(całkowita absorpcja)}$$

$$p_p = \frac{2I}{c} \quad \text{(całkowite odbicie wsteczne)}$$

Polaryzacja światła

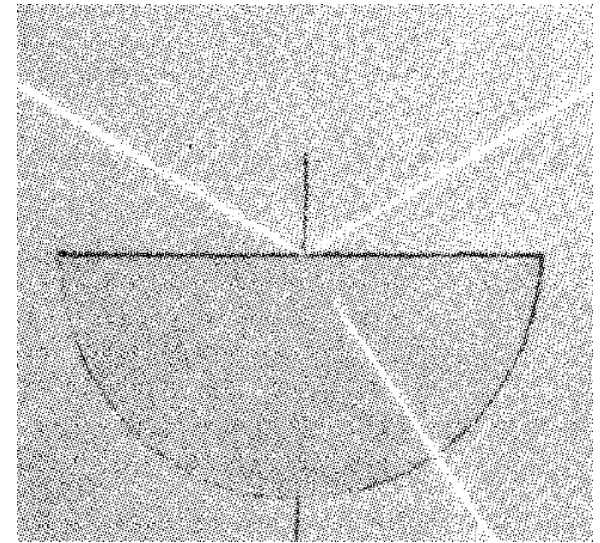
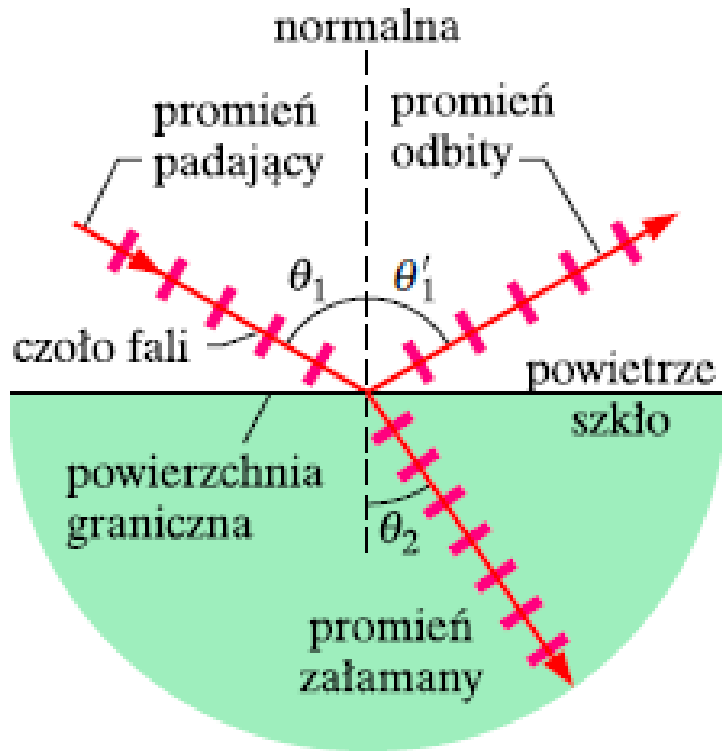
- Płaszczyznę, w której leżą wektory \vec{E} nazywamy płaszczyzną drgań fali
- Niepolaryzowane światło: fale rozchodzą się we wszystkich możliwych kierunkach

Światło niepolaryzowane przepuszczone przez polaryzator:



Fala liniowo spolaryzowana w kierunku osi y

Odbicie i załamanie światła



θ_1 – kąt padania

θ'_1 – kąt odbicia

θ_2 – kąt załamania

Prawo odbicia:

$$\theta'_1 = \theta_1$$

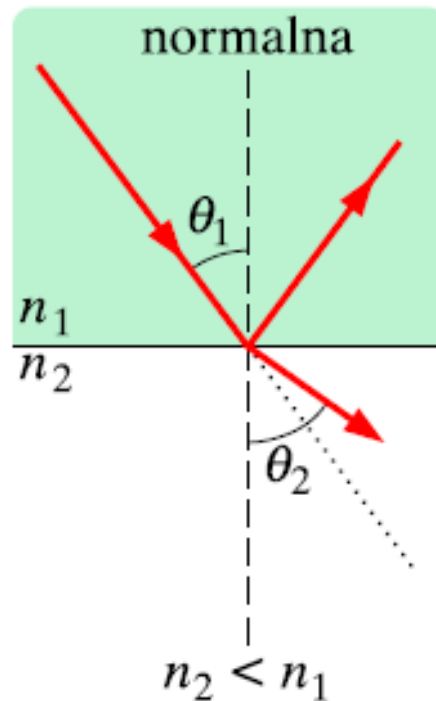
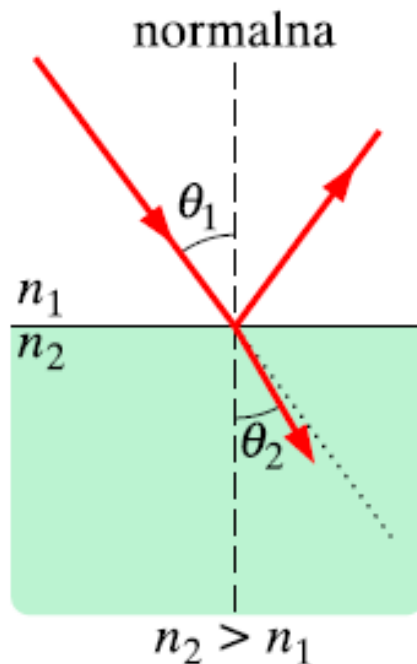
Promień odbity leży w płaszczyźnie padania, a kąt odbicia jest równy kątowi padania

Prawo załamania:

Promień załamany leży w płaszczyźnie padania, a kąt załamania θ_2 jest związany z kątem padania θ_1 zależnością

$$n_2 \sin \theta_2 = n_1 \sin \theta_1$$

gdzie n_1 i n_2 – bezwymiarowe współczynniki załamania światła



próżnia: $n=1$

powietrze: $n=1,00029$

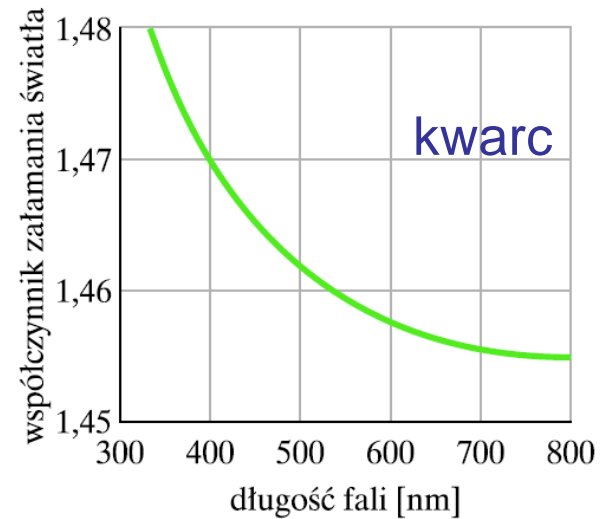
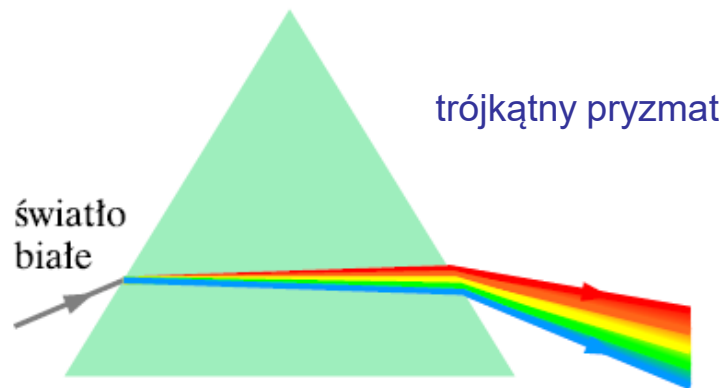
woda: $n=1,33$

szkło: $n=1,52$

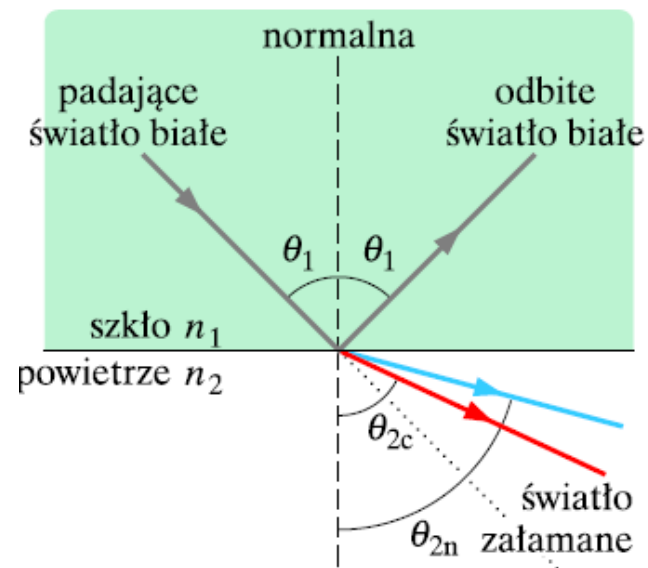
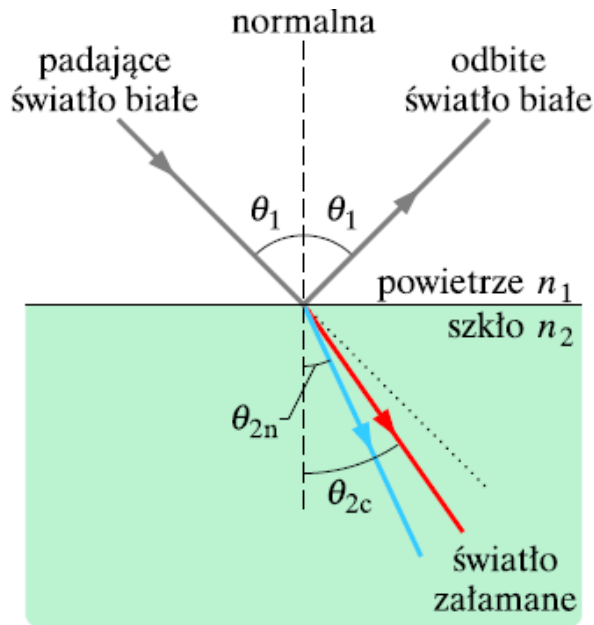
diament: $n=2,24$

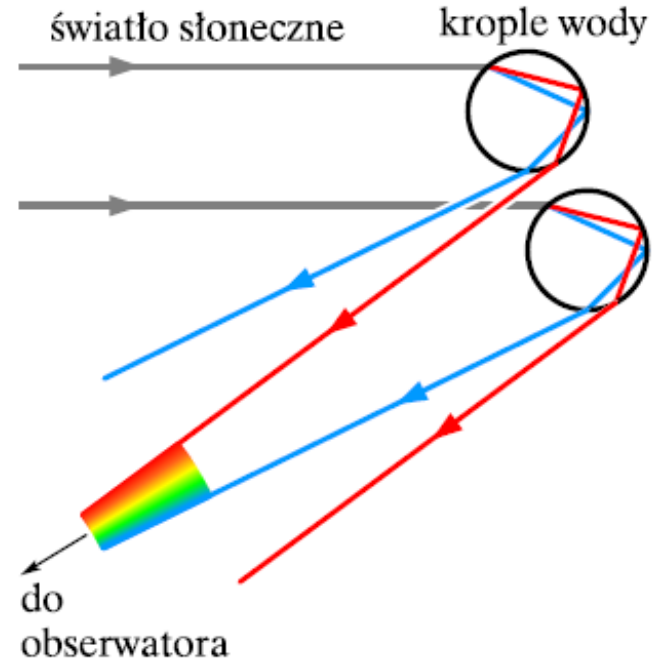
Rozszczepienie światła

Rozszczepienie światła:



Współczynnik załamania n zależy od długości fali λ





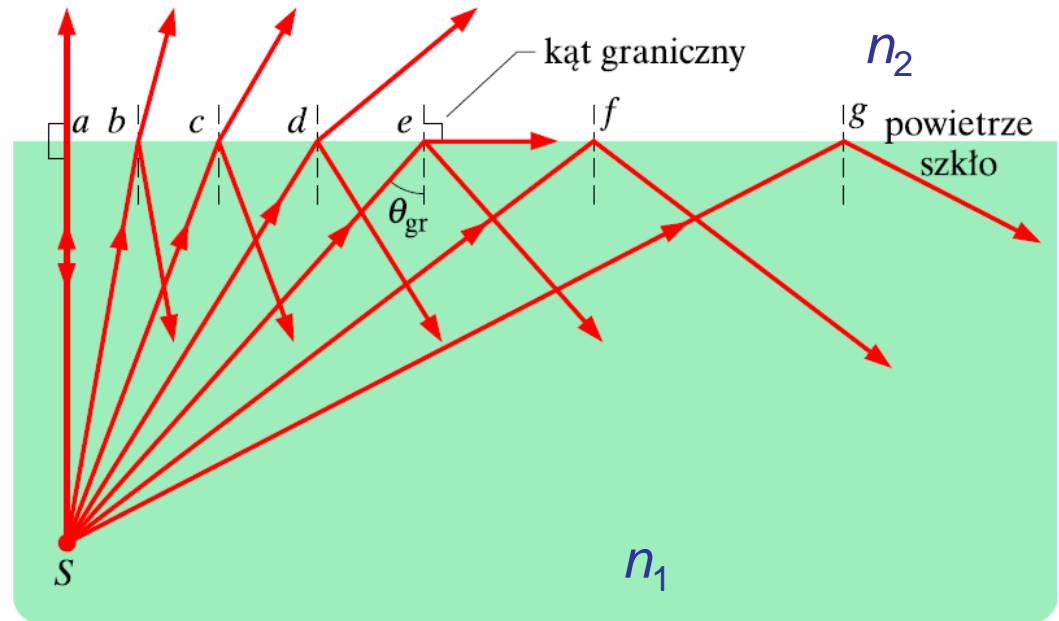
Tęcza: jeżeli na drodze promieni słonecznych pojawią się krople padającego deszczu, to część światła ulega załamaniu przy wnikaniu do kropli, a następnie odbija się od wewnętrznej powierzchni kropli i ulega kolejnemu załamaniu przy wyjściu z kropli

Całkowite wewnętrzne odbicie

$$n_1 \sin \theta_{\text{gr}} = n_2 \sin 90^\circ$$

Kąt graniczny:

$$\theta_{\text{gr}} = \arcsin \frac{n_2}{n_1}$$



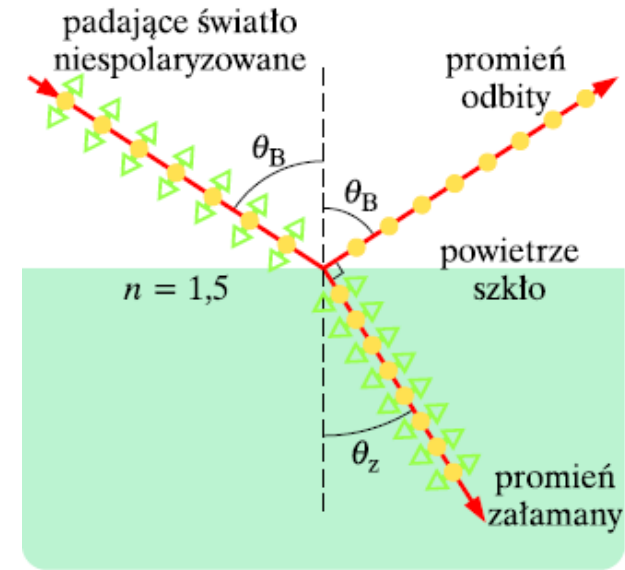
$$n_1 > n_2$$

Zastosowanie:

Światło, wprowadzone na jednym końcu światłowodu (wiązki szklanych włókien) jest, w wyniku wielokrotnego całkowitego odbicia od ścianek włókien, przesyłane do jego przeciwnego końca z małymi stratami

Polaryzacja przy odbiciu

- Światło odbite zawiera tylko składowe prostopadłe (jest spolaryzowane)
- Światło załamane zawiera pierwotne równoległe do płaszczyzny ekranu składowe, oraz składowe prostopadłe o mniejszym natężeniu (jest częściowo spolaryzowane)



- składowa prostopadła do powierzchni kartki
- ◄► składowa równoległa do powierzchni kartki

Prawo Brewstera:

$$\theta_B + \theta_z = 90^\circ$$

$$\theta_B = \arctg \frac{n_2}{n_1}$$

$$n_1 \sin \theta_B = n_2 \sin \theta_z,$$

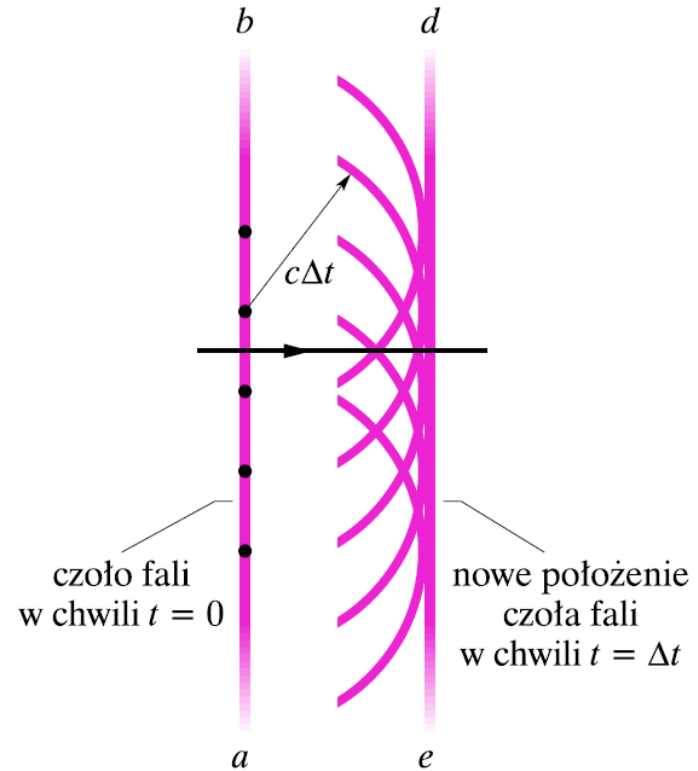
$$n_1 \sin \theta_B = n_2 \sin(90^\circ - \theta_B) = n_2 \cos \theta_B,$$

Dla światła padającego pod kątem Brewstera promień odbity i promień załamany są wzajemnie do siebie prostopadłe. Promień odbity jest **całkowicie spolaryzowanym**.

Dyfrakcja i interferencja światła

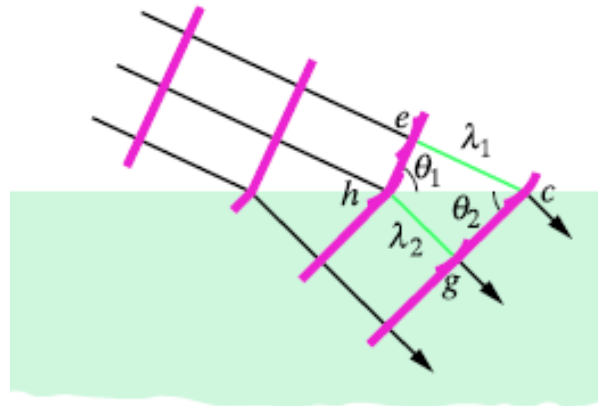
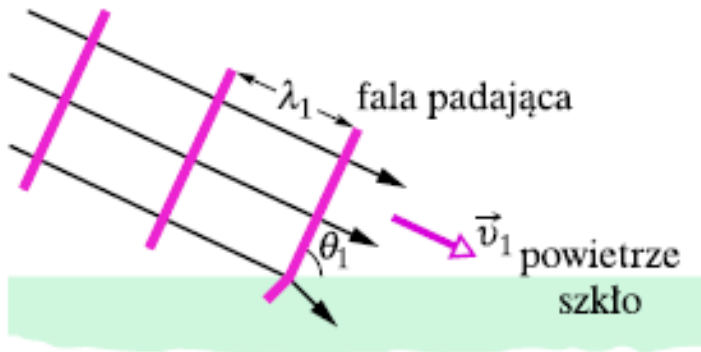
Zasada Huygensa:

- Wszystkie punkty czoła fali zachowują się jak punktowe źródła elementarnych kulistych fal wtórnych.
- Po czasie t nowe położenie czoła fali jest wyznaczone przez powierzchnię styczną do powierzchni fal wtórnych



Światło jako fala

Załamanie fali płaskiej:



$$\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{v_1}{v_2}$$

Długość fali a współczynnik załamania:

$$\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{v_1}{v_2}$$

$$\lambda_n = \lambda \frac{v}{c}$$

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

(współczynnik załamania światła)

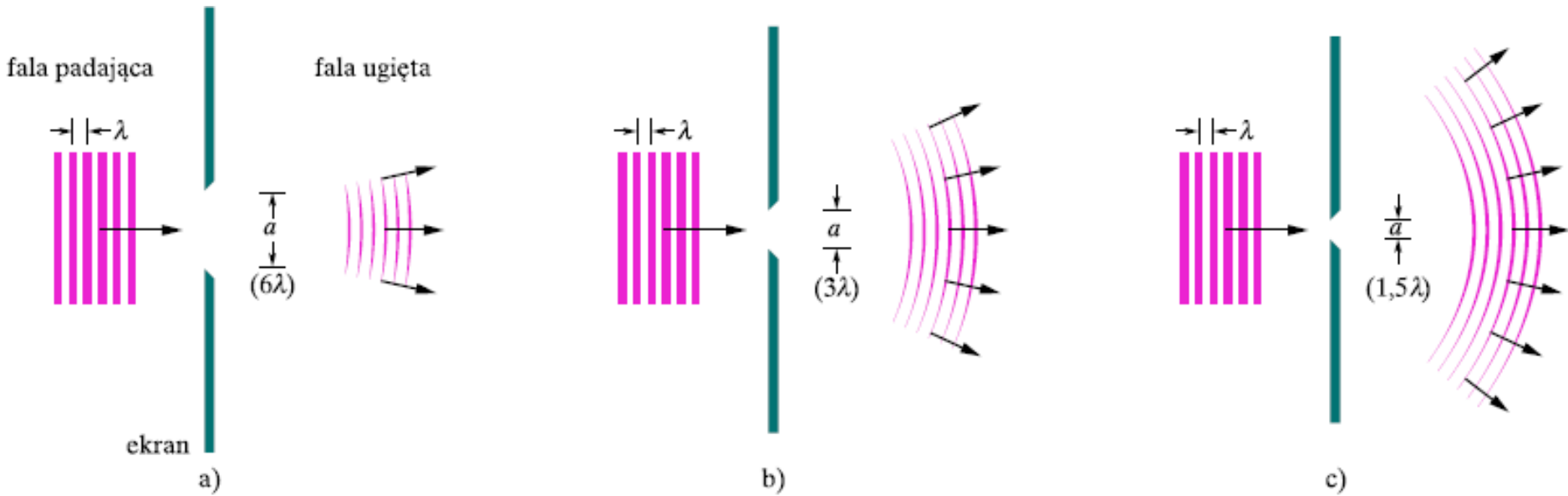
λ_n – długość fali w ośrodku o współczynniku n

v – prędkość światła w tym ośrodku

λ – długość fali w próżni

c – prędkość światła w próżni

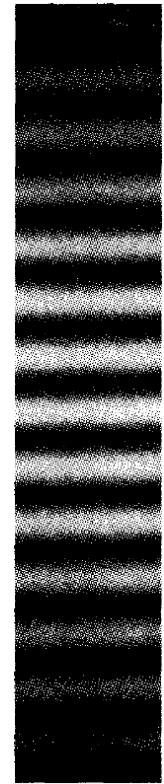
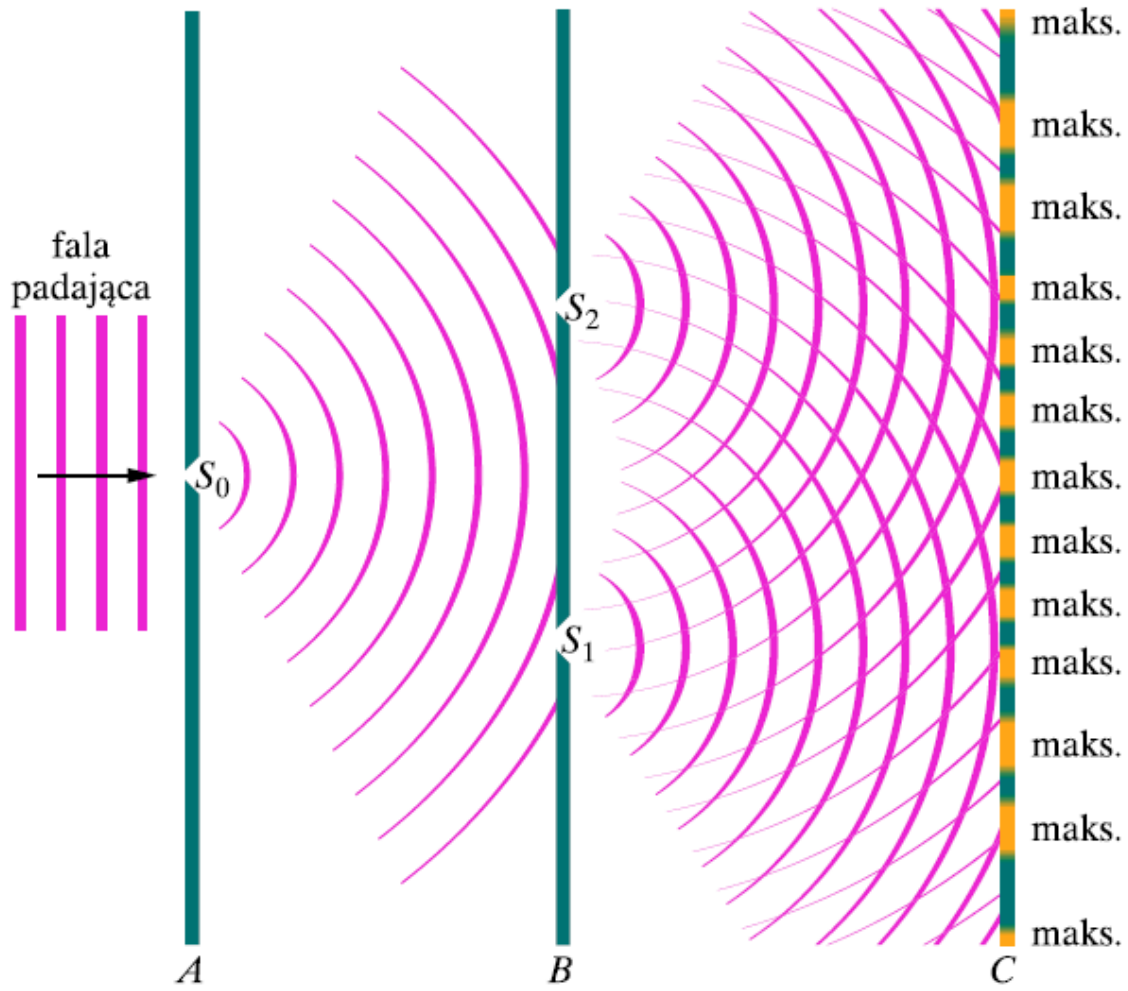
Dyfrakcja



$$a \sim \lambda$$

a – szerokość szczeliny

Doświadczenie interferencyjne Younga



prążki interferencyjne

Różnica dróg:

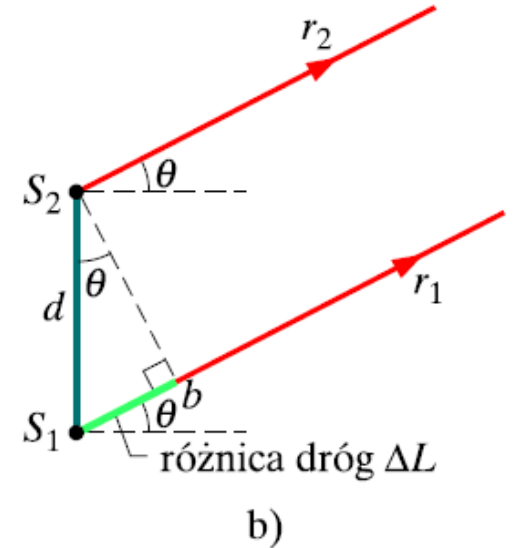
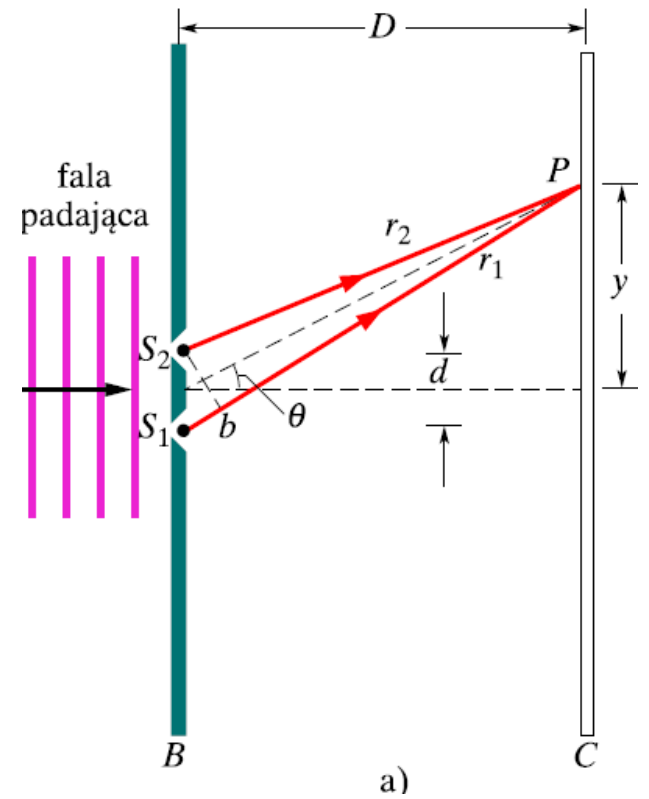
$$\Delta L = d \sin \theta$$

Maksima:

$$d \sin \theta = m\lambda, \quad m = 0, 1, 2, \dots$$

Minima:

$$d \sin \theta = (m + \frac{1}{2})\lambda, \quad m = 0, 1, 2, \dots$$



Interferometr Michelsona

- Różnica dróg obu fal nakładających się w teleskopie wynosi $2d_2 - 2d_1$
- Obserwator widzi obraz interferencyjny: prożki interferencyjne
- Przesunięcie zwierciadła Z_2 o odległość $\frac{1}{2}\lambda$ powoduje zmianę różnicy dróg λ i przesunięcie prożków
- Można zmierzyć długość przedmiotów w jednostkach długości fali światła (wzorzec długości)

M – płytka światło dzieląca (półprzepuszczalna)

