

# Wykłady z Biofizyki



Zbigniew Osiak

**Biofizyka  
procesu  
widzenia**

**04**

## ORCID

Linki do moich publikacji naukowych i popularnonaukowych, e-booków oraz audycji telewizyjnych i radiowych są dostępne w bazie ORCID pod adresem internetowym:

<http://orcid.org/0000-0002-5007-306X>

## OZNACZENIA

**B** – notka biograficzna

**C** – ciekawostka

**D** – propozycja wykonania doświadczenia

**H** – informacja dotycząca historii fizyki

**I** – adres strony internetowej

**K** – komentarz

**P** – przykład

**U** – uwaga

**Zbigniew Osiak** (Tekst)

**WYKŁADY Z BIOFIZYKI**

Biofizyka procesu widzenia

**Małgorzata Osiak** (Ilustracje)

© Copyright 2021 by  
Zbigniew Osiak (text) and Małgorzata Osiak (illustrations)

Wszelkie prawa zastrzeżone.  
Rozpowszechnianie i kopiowanie całości lub części publikacji  
zabronione bez pisemnej zgody autora tekstu i autorki ilustracji.

Wydawnictwo: Self Publishing

ISBN: 978-83-960580-2-7

e-mail: [zbigniew.osiak@gmail.com](mailto:zbigniew.osiak@gmail.com)

“*Wykłady z Biofizyki – Biofizyka procesu widzenia*” są czwartym z piętnastu tomów pomocniczych materiałów do semestralnego kursu biofizyki prowadzonego przeze mnie dla studentów fizjoterapii. Zainteresowani studiowaniem biofizyki znajdą tu podstawowe pojęcia, prawa, jednostki, wzory i przykłady.

Uzupełnieniem drugiego tomu są eBooki:

Zbigniew Osiak: *Wykłady z Fizyki – Optyka*. vixra:1804.0460

<https://vixra.org/abs/1804.0460>

• Zbigniew Osiak: *Zadania problemowe z biofizyki*. vixra:1804.0452

<https://vixra.org/abs/1804.0452>

Zapis wszystkich wykładów zgrupowanych w piętnastu tomach zostanie zamieszczony w internecie w postaci e-booków.

Wykłady z Biofizyki 01 – Krótka historia biofizyki

Wykłady z Biofizyki 02 – Termodynamika układów biologicznych

Wykłady z Biofizyki 03 – Biofizyka procesu słyszenia

Wykłady z Biofizyki 04 – Biofizyka procesu widzenia

Wykłady z Biofizyki 05 – Biofizyka układu krążenia

Wykłady z Biofizyki 06 – Biofizyka układu oddechowego

Wykłady z Biofizyki 07 – Biofizyka układu nerwowego

Wykłady z Biofizyki 08 – Deformacje tkanek

Wykłady z Biofizyki 09 – Biofizyka narządu ruchu

Wykłady z Biofizyki 10 – Wpływ infradźwięków i ultradźwięków na organizm

Wykłady z Biofizyki 11 – Wpływ prądu elektrycznego na organizm

Wykłady z Biofizyki 12 – Wpływ pola elektrycznego i magnetycznego na organizm

Wykłady z Biofizyki 13 – Wpływ pola elektromagnetycznego na organizm

Wykłady z Biofizyki 14 – Wpływ ultrafioletu, podczerwieni i mikrofal na organizm

Wykłady z Biofizyki 15 – Wpływ promieniowania jonizującego na organizm

# Wykład 4

## Biofizyka procesu widzenia



## Plan wykładu

- **Światło**
- Światło
- Światło białe
- Światło spolaryzowane liniowo
- Światło monochromatyczne
- Światło spójne
- Jakie światło widzimy?
  - Promieniowanie podczerwone (podczerwień)
  - Światło widzialne
  - Promieniowanie ultrafioletowe (ultrafiolet)
- **Soczewki**
- Soczewka optyczna (sferyczna)
- Soczewka skupiająca
- Soczewka rozpraszająca

- Ognisko soczewki
- Ogniskowa soczewki
- Zdolność skupiająca soczewki
- Ogniskowa układu soczewek
- Konstrukcja obrazu dawanego przez soczewkę
- Obraz prosty
- Obraz odwrócony
- Obraz powiększony
- Obraz pomniejszony
- Obraz rzeczywisty
- Obraz pozorny
- Równania soczewki cienkiej
- Wady odwzorowań optycznych
  - Aberracja chromatyczna
  - Aberracja sferyczna
  - Dystorsja

- Koma
- Krzywizna pola obrazu
- **Oko**
- Jaki obraz powstaje na siatkówce oka?
- Odległość dobrego widzenia
- Punkt bliski
- Punkt daleki
- Akomodacja
- Dlaczego podczas pocałunku zamykamy oczy?
- Dlaczego przez małą dziurkę widzimy ostro?
- Widzenie przestrzenne
- Rola filmu łzowego (łez)
- Wady wzroku
  - Astygmatyzm
  - Dalekowzroczność
  - Krótkowzroczność

- Bezwładność oka
- Efekt stroboskopowy
- Dyfrakcja a zdolność rozdzielcza oka, kryterium Rayleigha
- Złudzenia optyczne
- **Pojęcia i zjawiska związane ze światłem**
- Głębina ostrości
- Kąt widzenia
- Kąt padania
- Kąt odbicia
- Odbicie światła
- Kąt załamania
- Załamanie światła
- Prawo Snelliusa
- Całkowite wewnętrzne odbicie
- Interferencja fal świetlnych
- Polaryzacja światła

- Kąt ugięcia
- Rozszczepienie światła
- **Dodatkowe informacje**

# Światło

- Światło
- Światło białe
- Światło spolaryzowane liniowo
- Światło monochromatyczne
- Światło spójne
- Jakie światło widzimy?
  - Promieniowanie podczerwone (podczerwień)
  - Światło widzialne
  - Promieniowanie ultrafioletowe (ultrafiolet)

## Światło

- Światło – energia pola elektromagnetycznego transportowana z prędkością niezależną od względnego ruchu obserwatora i źródła, nieprzekraczającą w żadnym ośrodku wartości

$$c \approx 3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

- Według obecnie panujących poglądów w fizyce światło ma dwoistą (dualistyczną) naturę – falową i fotonową.

- W zjawiskach polaryzacji, dyspersji, dyfrakcji oraz interferencji światło zachowuje się jak fale elektromagnetyczne o długościach w próżni należących umownie do przedziału

$$\lambda = 10^{-3} \text{ m} \div 10^{-6} \text{ m} = 1 \text{ mm} \div 1000 \text{ nm}$$

- Absorpcja oraz emisja światła przez atomy i cząsteczki, zjawisko fotoelektryczne oraz zjawisko Comptona są przykładami efektów, w których światło zachowuje się jak rój fotonów o energiach należących umownie do przedziału

$$E = 1,24 \cdot 10^{-3} \text{ eV} \div 124 \text{ eV}$$

- Zjawiska odbicia i załamania światła można poprawnie opisać w ramach obu teorii światła – falowej i fotonowej.



## Światło białe

- Światło białe – światło o widmie optycznym zbliżonym do widma światła słonecznego. Jest to widmo ciągłe, w którym można wyróżnić siedem głównych barw (nie licząc ich pośrednich odcieni): fioletową, błękitną, niebieską, zieloną, żółtą, pomarańczową i czerwoną.

## Światło spolaryzowane liniowo

- Światło spolaryzowane liniowo – światło w którym drgania wektora natężenia pola elektrycznego zachodzą w jednym kierunku, prostopadłym do kierunku rozchodzenia się fali elektromagnetycznej.

## Światło monochromatyczne

- Światło monochromatyczne – światło o ściśle określonej częstotliwości (barwie).

## Światło spójne

- Światło spójne – światło monochromatyczne emitowane jednocześnie przez atomy lub cząsteczki źródła. Wiązki światła spójnego mają jednakowe fazy początkowe.
- Źródłem światła spójnego, nazywanego też światłem koherentnym, są lasery.

## Jakie światło widzimy?

- Promieniowanie podczerwone (podczerwień):  
Odpowiadają mu fotony o energiach  
od  $1,24 \cdot 10^{-3} \text{ eV}$  do  $1,59 \text{ eV}$ .
- Światło widzialne:  
Odpowiadają mu fotony o energiach  
od  $1,59 \text{ eV}$  do  $3,26 \text{ eV}$ .
- Promieniowanie ultrafioletowe (ultrafiolet):  
Odpowiadają mu fotony o energiach  
od  $3,26 \text{ eV}$  do  $124 \text{ eV}$ .

## Soczewki

- Soczewka optyczna (sferyczna)
- Soczewka skupiająca
- Soczewka rozpraszająca
- Ognisko soczewki
- Ogniskowa soczewki
- Zdolność skupiająca soczewki
- Ogniskowa układu soczewek
- Konstrukcja obrazu dawanego przez soczewkę
- Obraz prosty
- Obraz odwrócony
- Obraz powiększony
- Obraz pomniejszony
- Obraz rzeczywisty
- Obraz pozorny

- Równania soczewki cienkiej
- Wady odwzorowań optycznych
  - Aberracja chromatyczna
  - Aberracja sferyczna
  - Dystorsja
  - Koma
  - Krzywizna pola obrazu