

**Mona MIHĂILESCU**

**BIOFIZICĂ și BIOINGINERIE**

**Note de curs**

**BUCUREȘTI, 2015**

# PREFAȚĂ

Această lucrare se adresează studenților din primul an de studiu al facultăților din Universitatea Politehnică București dar în special studenților anului I de la Facultatea de Inginerie Medicală. Materialul reprezintă ideile principale abordate la cursul de Biofizică predat la Facultatea de Inginerie Medicală. Accentul este pus pe fenomenele fizice care explică anumite procese din lumea vie, cât și pe descrierea unor aspecte ingineresti din construcția aparatelor medicale.

Lucrarea este structurată în șase secțiuni: Unde elastice, Biofluidica, Bioelectricitatea, Biofizica contracției musculare, Biooptica, Radiații ionizante. Fiecare dintre aceste secțiuni începe cu prezentarea noțiunilor fundamentale teoretice de bază. Accentul este pus, însă, pe 1) situațiile practice din lumea vie unde se aplică acestea și 2) principii de funcționare a aparatului medical.

Am pornit de la ideea că biofizica este o știință interdisciplinară care

- Studiază fenomenele și procesele fizice care se desfășoară în organismele vii
- Studiază efectul factorilor fizici (radiații ionizante și neionizante, temperatură, ultrasunete, câmp magnetic, electricitate, gravitație etc.) asupra organismelor vii
- Studiază fenomene de altă natură cu ajutorul metodelor fizice, dându-le o explicație în acord cu principiile și legile fizicii.
- Studiază funcțiile și comportarea sistemelor vii în condiții date
- Studiază lumea vie folosind diferite tehnici și aparatură bazate pe principiile fizicii (OCT, RMN)

Mulțumesc tuturor celor care m-au ajutat la realizarea acestui material, care sper că va contribui la formarea unor ingineri cu pregătire științifică și practică de performanță.

București, 2015

Șef lucr. dr. Mona Mihăilescu

# CUPRINS

## 1. Unde elastice

- 1.1. Ecuația generală a undelor.
  - Unda armonică plană.
  - Ecuația atemporală a undelor
- 1.2. Fenomene caracteristice undelor
- 1.3. Unde elastice longitudinale și transversale. Mărimi energetice.
- 1.4. Efectul Doppler
- 1.5. Sunete
  - Proprietăți, clasificare a sunetelor. Condiții de audibilitate.
  - Producerea undelor sonore în corzi și tuburi vibrante
  - Legea Weber-Feschner
  - Mărimi fizice legate de senzația auditivă
  - Producerea undelor sonore în corzile vocale
- 1.6. Analizatorul auditiv
  - Generalități
  - Urechea externă
  - Urechea medie
  - Urechea internă
  - Mecanisme biofizice
- 1.7. Ultrasunete
  - Caracteristici, efecte, terapie
  - Producerea și detecția ultrasunetelor
  - Ecografia

## 2. Biofluidica

- 2.1. Starea de agregare lichidă.
  - Caracteristici. Proprietăți.
  - Tensiunea superficială. Hidrofob. Hidrofil.
  - Fenomene capilare. Gruparea capilarelor.
  - Metode de determinare a coeficientului de tensiune superficială
  - Forțe și legături inter și intramoleculare în lichide
- 2.2. Apa în sistemele biofizice
  - Molecula de apă
  - Proprietățile fizice ale apei
  - Structura moleculară a soluțiilor apoase
  - Structura și rolul apei în sistemele biologice
  - Fenomene la nivelul interfețelor
- 2.3. Sisteme disperse
  - Definiții. Clasificări.
  - Soluții de gaz în lichid
  - Proprietățile electrice ale soluțiilor
  - Potențiale ionice

- 2.4. Fenomene de transport în soluții
  - Legile Fick
  - Difuzia prin membrane
  - Osmoza
- 2.6. Hemodinamica
  - Hidrodinamica
  - Experimentul Marey
  - Oscilatorul cardiac
  - Lucrul mecanic al inimii
  - Schema generală a patului vascular
  - Legea Laplace
  - Diagrama tensiune-alungire
  - Vâscozitatea sângelui
  - Presiunea sângelui

### **3. Bioelectricitatea**

- 3.1. Electrostatica. Electrodinamica.
- 3.2. Potențialul de repaus
  - Potențial de difuzie
  - Echilibrul Donnan
  - Măsurarea potențialului de repaus
- 3.3. Potențialul de acțiune
  - Potențiale de acțiune locale
  - Potențiale de acțiune totul sau nimic
  - Fazele potențialului de acțiune
  - Propagarea potențialelor de acțiune
- 3.4. Sinapse neuronale
  - Sinapsa chimică
  - Sinapsa electrică
- 3.5. Bioexcitabilitatea
  - Relația Weiss

### **4. Biofizica contracției musculare**

- 4.1. Structura mușchiului striat
  - Filamente subțiri
  - Filamente groase
- 4.2. Etapele contracției musculare
  - Excitația
  - Cuplajul excitație-contracție
  - Contracția
- 4.3. Manifestările mecanice ale contracției musculare
  - Relația forță-lungime
  - Relația forță-viteză de scurtare

### **5. Biofotonica**

- 5.1. Surse de unde electromagnetice în domeniul vizibil
  - Clasificare
  - Surse cu spectru continuu. Microscopia în câmp luminos. Spectroscopia
  - Surse cu spectru discret. Microscopia de fluorescență. Fluorimetrul
  - Surse monocromatice-LASER. Tipuri

- Proprietăți ale radiației laser
- Tipuri de tranziții între nivelele energetice ale atomilor
- Terapia laser
- Chirurgia laser
- Tomografia optică coerentă
- Cytometria de flux
- 5.2. Analizatorul vizual. Defecte de vedere
  - Noțiuni de optică geometrică
  - Aberațiile optice
  - Elementele principale ale analizatorului vizual
  - Structura ochiului
  - Proprietăți ale vederii
  - Defectele geometrice ale vederii
  - Biofizica recepției vizuale. Structura retinei
- 5.3. Interacția undelor electromagnetice cu substanța
  - Tipuri de fenomene
  - Legile fotochimiei
  - Fotosinteza
  - Efectele radiațiilor ultraviolete (UV)

## **6. Radiații ionizante**

- 6.1. Clasificare. Interacțiunea primară a radiațiilor ionizante cu substanța
  - Interacțiunea cu substanța a radiațiilor electromagnetice cu substanța
  - Interacțiunea cu substanța a radiațiilor corpusculare cu sarcină electrică
  - Interacțiunea cu substanța a radiațiilor corpusculare neutre
  - Atenuarea radiațiilor ionizante la interacțiunea cu substanța
- 6.2. Detecția radiațiilor ionizante
  - Detectorul cu scintilații
  - Camera gamma
  - Detectorul Geiger-Muller
  - Caseta dozimetrică
- 6.3. Dozimetrie
  - Dozimetria fizică
  - Dozimetria biologică
- 6.4. Producerea radiațiilor X
- 6.5. Efectele radiațiilor ionizante asupra organismelor vii
  - Curbele doză-efect
  - Legea Bergonie-Tribondeau
- 6.6. Tehnici de imagistică pentru investigare medicală
  - Radiografia
  - Tomografia computerizată care utilizează radiații X
  - Rezonanța magnetică nucleară sau imagistică de rezonanță magnetică
  - Scintigrafia
  - Tomografia prin emisie de pozitroni

## Bibliografie

1. Kittel C., Knight W.D., Ruderman M.A., "Cursul de fizică Berkley", Vol. 1, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1981;
2. Crawford Jr. F.S., "Cursul de fizică Berkley", Vol. 3, Editura Didactică și Pedagogică București, 1983;
3. Hristev A., Fălie V., Manda D., "Fizică", manual pentru clasa a IX-a, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1982;
4. Srivastava P.K., "Elementary Biophysics. An Introduction.", Ed. Alpha Science International Ltd, Harrow, United Kingdom, 2005;
5. Epstein L. C., Gândeți fizica, Ed. All, București 1995
6. Bunget I., Burlacu L., Ciobotaru D., Costescu A., Florescu V., Munteanu I., Rusu M., Spânulescu S., Compendiu de Fizica, Ed. Șt. și Enciclop., București, 1988
7. Cristescu D., Sălăvăștru C., Voiculescu B., Niculescu C., Cârmaciu R., Biologie, Manual pentru clasa a XI-a, Ed. Corint, 2008
8. Bărbulescu N., "Elemente de fizică generală", Ed. Didactică și Pedagogică, București, 1962;
9. Moțoc C., "Fizică", Vol. I, Editura All, București, 1994;
10. Petrescu E. "Fizică" vol. I, Ed. Bren, București, 2001
11. Popescu A., "Fundamentele biofizicii medicale", Editura All, București, 1994;
12. Ganea C., *Curs de Biofizica*, <http://biofizica-umfcd.ro>
13. Eșeanu, N. Fizica. Editura Politehnica Press
14. <https://sites.google.com/site/fmambiofizica/>
15. <https://sites.google.com/site/biofizicamg/>
16. Petrescu E., "Biofizică", Ed. Bren, București 2008
17. <http://www.scribube.com/medicina/PRINCIPII-GENERALE-DE-TEHNICA-2451372324.php>
18. Halliday D., Resnick R., "Fizică", Ed. Didactică și Pedagogică, București 1975
19. Sears F. W., Zemansky M. W., Young H. D., "Fizică", Ed. Didactică și Pedagogică, București 1983
20. M. Mihăilescu, Mecanică clasică. Legi fundamentale și aplicații în bioinginerie. Politehnica Press 2013
21. M. Mihăilescu, N. Eșeanu, Biofizică și bioinginerie. Lucrări practice. Politehnica Press 2015