

CUPRINS

PREFAȚĂ	11
1. NOTIUNI INTRODUCTIVE	13
1.1. Caracteristici generale ale metodelor și mijloacelor de măsurare	13
1.1.1. Metode de măsură. Clasificarea metodelor	13
1.1.2. Mijloace de măsurare	15
1.1.2.1. Clasificarea mijloacelor de măsurare	15
1.1.2.2. Caracteristicile mijloacelor de măsurare	17
1.2. Rotunjirea numerelor. Reguli de rotunjire	17
1.3. Noțiuni generale despre erori. Clasificarea erorilor	18
1.4. Noțiuni de calcul al erorilor	21
1.4.1. Valori tipice șirului de măsurători	22
1.4.2. Indicii de dispersie	27
1.4.3. Noțiuni privind erorile funcțiilor	33
1.4.4. Compararea valorilor medii	37
1.5. Mărimi și unități de măsură folosite în fizică și biofizică	40
1.5.1. Mărimi fizice. Clasificare	40
1.5.2. Unități de măsură	42
1.5.3. Sisteme de unități de măsură	43
2. DETERMINAREA UNOR MĂRIMI DIN BIOMECHANICĂ	45
2.1. Determinarea dimensiunilor corpurilor	45
2.1.1. Măsurarea lungimilor cu șublerul	46
2.1.1.1. Noțiuni teoretice	47
2.1.1.2. Modul de lucru	48
2.1.2. Determinarea indicelui formatului unui ou	48
2.1.3. Determinarea grosimii pliului epidermei cu șublerul cutimetric	49
2.1.3.1. Noțiuni teoretice	49
2.1.3.2. Modul de lucru	50
2.1.4. Măsurarea lungimilor cu micrometrul	51
2.1.5.1. Noțiuni teoretice	51
2.1.5.2. Modul de lucru	52
2.2. Măsurarea timpului și a timpului biologic. Bioritmuri	53
2.2.1. Noțiuni teoretice	53
2.2.2. Determinarea pulsului cardiac	58
2.2.3. Determinarea prospețimii oului de consum	59
2.3. Măsurarea masei și biomasei corpurilor	61
2.3.1. Noțiuni teoretice	61
2.3.2. Principiul și funcționarea unei balanțe. Punct zero al balanței	61
2.3.3. Metode de cântărire	63
2.3.4. Determinarea indicelui de calitate al unui ou de găină cu balanța tehnică	63
2.3.4.1. Noțiuni teoretice	63
2.3.4.2. Modul de lucru	64
2.4. Determinarea densității corpurilor	65
2.4.1. Noțiuni teoretice	65

2.4.2. Determinarea densității relative a lichidelor și lichidelor biologice cu balanța hidrostatică	66
2.4.2.1. Principiul și descrierea balanței hidrostatice	66
2.4.2.2. Modul de lucru	67
2.4.3. Determinarea densității relative a lichidelor și lichidelor biologice cu balanța tip Mohr-Westphall	68
2.4.3.1. Descrierea și principiul de funcționare al balanței tip Mohr-Westphall	68
2.4.3.2. Modul de lucru pentru determinarea densității relative a lichidelor și lichidelor biologice cu balanța tip Mohr-Westphall	69
2.4.4. Determinarea densității relative a lichidelor și lichidelor biologice cu picnometrul	69
2.4.4.1. Noțiuni teoretice	69
2.4.4.2. Modul de lucru pentru determinarea densității relative a unui lichid	70
2.4.4.3. Modul de lucru pentru determinarea densității unui solid	71
2.4.5. Determinarea densității relative și a concentrațiilor soluțiilor și lichidelor biologice cu ajutorul areometrelor	71
2.4.5.1. Noțiuni teoretice generale despre areometre	71
2.4.5.2. Tipuri de areometre	72
2.4.5.3. Modul de lucru cu areometrele	75
2.5. Măsurarea tensiunii arteriale cu ajutorul tensiometrului	75
2.6. Determinarea debitului de curgere a unui lichid prin tuburi cu pereți elastici	77
2.6.1. Noțiuni teoretice	77
2.6.2. Descrierea dispozitivului	78
2.6.3. Modul de lucru	79
3. DETERMINAREA UNOR MĂRIMI FIZICE FOLOSITE ÎN FIZICA ȘI BIOFIZICA MOLECULARĂ	80
3.1. Determinarea coeficientului de tensiune superficială a lichidelor și lichidelor biologice cu tensiometrul	80
3.1.1. Noțiuni teoretice	80
3.1.2. Descrierea tensiometrului	81
3.1.3. Principiul metodei	82
3.1.4. Modul de lucru cu tensiometrul	83
3.2. Determinarea coeficientului de tensiune superficială a lichidelor cu stalagmometrul Traube ..	84
3.2.1. Principiul metodei	84
3.2.2. Descrierea stalagmometrului Traube	85
3.2.3. Modul de lucru cu stalagmometrul Traube	85
3.2.3.1. Determinarea echivalentului stalagmometric pentru diferite lichide	86
3.2.3.2. Determinarea numărului de picături cuprinse între cele două repere	86
3.3. Determinarea vâscozității lichidelor și lichidelor biologice	87
3.3.1. Noțiuni teoretice	87
3.3.2. Determinarea vâscozității relative a unui lichid cu vâscozimetrul Ostwald	89
3.3.2.1. Descrierea vâscozimetrului Ostwald	89
3.3.2.2. Principiul metodei	89
3.3.2.3. Modul de lucru cu vâscozimetrul Ostwald	90
3.3.3. Determinarea vâscozității relative a lichidelor biologice cu vâscozimetrul Hess	91
3.3.3.1. Descrierea vâscozimetrului Hess	91
3.3.3.2. Principiul metodei	91
3.3.3.3. Modul de lucru cu vâscozimetrului Hess	92
3.3.4. Determinarea presiunii osmotice a lichidelor biologice	92
3.3.4.1. Noțiuni teoretice	92
3.3.4.2. Determinarea presiunii osmotice cu crioscopul Beckmann	94
3.3.4.2.1. Descrierea crioscopului și termometrului Beckmann	94
3.3.4.2.2. Principiul metodei	95
3.3.4.2.2. Modul de lucru	96

4. DETERMINAREA UNOR MĂRIMI FIZICE FOLOSITE ÎN TERMODINAMICĂ ȘI BIO-ENERGETICĂ. ELEMENTE DE CALORIMETRIE ȘI CALORIMETRIE BIOLOGICĂ ...	98
4.1. Noțiuni teoretice	98
4.2. Determinarea căldurii specifice a corpurilor solide cu calorimetrul	102
4.2.1. Descrierea calorimetrului	102
4.2.2. Principiul metodei	103
4.2.3. Modul de lucru cu calorimetrul pentru determinarea căldurii specifice a corpurilor solide	104
4.3. Determinarea căldurii specifice (latente) de topire a gheții cu calorimetrul	105
4.3.1. Principiul metodei	105
4.3.2. Modul de lucru pentru determinarea căldurii specifice (latente) de topire a gheții cu calorimetrul	106
4.4. Determinarea puterii calorice a unei substanțe cu bomba calorimetrică	106
4.4.1. Noțiuni teoretice	106
4.4.2. Principiul metodei	107
4.4.3. Descrierea instalației	108
4.4.4. Modul de lucru	109
5. DETERMINAREA UNOR MĂRIMI FIZICE FOLOSITE ÎN ELECTRICITATE ȘI BIO-ELECTRICITATE	111
5.1. Măsurarea rezistenței unui conductor cu puntea cu fir	111
5.1.1. Descrierea punții cu fir	111
5.1.2. Principiul metodei	111
5.2. Determinarea rezistivității electroliților cu puntea Kohlrausch	113
5.2.1. Noțiuni teoretice	113
5.2.2. Descrierea punții Kohlrausch	115
5.2.3. Principiul metodei	115
5.2.4. Modul de lucru cu puntea Kohlrausch	116
5.3. Studiul variației rezistivității unui electrolit cu temperatura și determinarea coeficientului de temperatură al rezistivității	117
5.3.1. Principiul metodei	117
5.3.2. Descrierea dispozitivului	118
5.3.3. Modul de lucru	118
5.4. Determinarea energiei termice prin efect Joule și determinarea echivalentului electric al energiei termice (căldurii)	119
5.4.1. Noțiuni teoretice	119
5.4.2. Descrierea instalației	120
5.4.3. Deducerea expresiei de calcul a căldurii rezlutate prin efect Joule și a echivalentului electric al căldurii	120
5.4.4. Modul de lucru	120
5.5. Elemente de bioelectrogeneză. Determinarea potențialului de repaus și de acțiune a membranei celulare	121
5.5.1. Noțiuni teoretice	121
5.5.1.1. Transport transmembranal pasiv. Potențial de repaus	121
5.5.1.2. Transport transmembranal activ	123
5.5.1.3. Manifestarea electrică a excitației celulare Potențial de acțiune	123
5.5.1.4. Principiul metodei	125
5.5.1.5. Modul de lucru	127
6. DETERMINAREA UNOR MĂRIMI DIN OPTICĂ FOLOSITE ÎN FIZICĂ ȘI BIOFIZICĂ	129
6.1. Noțiuni generale privind ochiul	129
6.1.1. Structura ochiul	129
6.1.2. Ochiul normal. Defectele ochiului	131
6.2. Analiza refractometrică	134

6.2.1. Noțiuni teoretice	134
6.2.2. Descrierea refractometrului de tip Abbé (model Carl Zeiss)	137
6.2.3. Principiul de funcționare	139
6.2.4. Modul de lucru cu refractometrul universal	140
6.2.4.1. Determinarea indicelui de refracție al lichidelor	140
6.2.4.2. Determinarea concentrației unei soluții de zahăr	140
6.2.4.3. Determinarea glicemiei și proteinemiei din plasma sanguină	141
6.3. Analiza turbidimetrică	142
6.3.1. Noțiuni teoretice	142
6.3.1.1. Turbiditatea mediilor lichide	142
6.3.1.2. Turbiditatea mediilor gazoase	142
6.3.1.3. Mărimi fizice caracteristice turbidității	143
6.3.1.4. Unități de măsură pentru turbiditate	145
6.3.2. Turbiditatea apei	145
6.3.3. Metode de analiză pentru turbiditatea probelor lichide	146
6.3.4. Tipuri de turbidimetre	146
6.3.5. Descrierea turbidimetrului T – 100	148
6.3.6. Modul de lucru cu turbidimetrul T – 100	148
6.3.6.1. Calibrarea turbidimetrului	148
6.3.6.2. Efectuarea măsurătorilor	149
6.3.7. Determinarea turbidității apei cu sonda pentru apă Horiba U-10	149
6.3.7.1. Materiale și aparatură	149
6.3.7.2. Mod de lucru	150
6.4. Noțiuni teoretice generale de optică geometrică	150
6.4.1. Elemente caracteristice lentilelor și clasificarea lentilelor	150
6.4.2. Defectele (aberațiile) lentilelor	151
6.4.3. Construcția imaginilor în lentile	154
6.4.4. Determinarea distanței focale și convergenței unei lentile convergente cu focometrul	155
6.4.4.1. Deducerea expresiei distanței focale a unei lentile convergente	155
6.4.4.2. Descrierea focometrului	156
6.4.4.3. Modul de lucru cu focometrul	157
6.4.4.4. Modul de lucru bazat pe deplasarea paravanului (imaginii)	157
6.4.4.5. Modul de lucru bazat pe deplasarea lentilei	157
6.4.5. Studiarea formării imaginii la ochiul emetrop și corectarea defectelor ochiului cu focometrul	158
6.5. Analiza microscopică	159
6.5.1. Descrierea microscopului optic	160
6.5.2. Formarea imaginii în microscop	162
6.5.3. Determinarea indicelui de refracție la solide transparente (lame de sticlă) cu microscopul prin metoda Chaulnes	163
6.5.3.1. Mersul razelor de lumină și deducerea expresiei indicelui de refracție al unei lame de sticlă	163
6.5.3.2. Modul de lucru	164
6.5.4. Măsurarea dimensiunilor celulare cu microscopul cu micrometru obiectiv și ocular ..	165
6.5.4.1. Principiul metodei	165
6.5.4.2. Modul de lucru	166
6.5.5. Stabilirea diagnosticului de trichineloză cu trichineloscopul	167
6.5.5.1. Considerații generale	167
6.5.5.2. Descrierea trichineloscopului	167
6.5.5.3. Modul de lucru corespunzător examenul trichineloscopic	168
6.6. Analiza spectroscopică	169
6.6.1. Noțiuni teoretice	169
6.6.2. Analiza spectroscopică (spectrală) de emisie cu ajutorul unui spectroscop cu prismă ..	171
6.6.2.1. Descrierea spectroscopului	171

6.6.2.2. Modul (tehnica) de lucru cu spectroscopul cu prismă	172
6.7. Analiza polarimetrică	174
6.7.1. Noțiuni teoretice	174
6.7.2. Determinarea concentrației unei soluții de zahăr cu polarimetrul cu penumbră tip Carl Zeiss	178
6.7.2.1. Descrierea polarimetrului cu penumbră tip Carl Zeiss	178
6.7.2.2. Principiul de funcționare al polarimetrului cu penumbră tip Carl Zeiss	179
6.7.2.3. Modul de lucru cu polarimetrul cu penumbră tip Carl Zeiss	180
7. DETERMINAREA UNOR MĂRIMI RADIOMETRICE FOLOSITE ÎN FIZICĂ ȘI BIOFIZICĂ	182
7.1. Determinarea coeficientului de absorbție al radiațiilor β ale ^{32}P în aluminiu și determinarea energiei maxime a spectrului β	182
7.1.1. Noțiuni teoretice	182
7.1.2. Principiul metodei	183
7.1.3. Instrumentele și materialele necesare lucrării	183
7.1.4. Tehnica de lucru	185
8. ANEXE	187
9. BIBLIOGRAFIE	195

PREFAȚĂ

Societatea contemporană este martora dezvoltării a numeroase ramuri ale științei și tehnicii, fiind solicitată să facă față unui număr crescând de întrebări legate de cunoașterea științifică, care își așteaptă răspunsurile. Provocarea lansată de creșterea gradului de complexitate al proceselor și fenomenelor cercetate, a interconexiunii acestora se regăsește în numărul tot mai mare de metode, tehnici și con-cepte folosite la investigarea materiei și materiei vii. Dintre acestea, un număr însemnat îl reprezintă metodele și tehnicilor fizice și biofizice. Domeniul științelor biologice este unul dintre principalii beneficiari ai acestora, întrucât ajută la înțelegerea fenomenelor de la aceste nivele, asigură o îmbu-nătățire a preciziei diagnosticului și a conducerii terapiei în medicina și biologia modernă.

Fizica și biofizica sunt astfel de domenii, cu o mare desfășurare teoretică și practică. Biofizica este considerată „știința care studiază structura și proprietățile fizice ale materiei vii, procesele și fenomenele fizice caracteristice sistemelor biologice prin intermediul tehnicilor și conceptelor fizico-chimice, în strânsă legătură cu aparatul matematic corespunzător”. Având ca obiect de cercetare structura, proprietățile și fenomenele legate de materia vie, biofizica preia selectiv și creator cele mai noi cuceriri din științele fundamentale (fizică, chimie, biologie, matematică). Această preluare rezultă din însăși caracterul interdisciplinar al acestei științe, orientată spre cunoașterea și înțelegerea unor domenii de studiu caracterizate printr-un înalt grad de specificitate, și anume, cel al proceselor și fenomenelor vieții. De aceea, în biofizică, știință prin excelență aplicativă, indiferent de căile urmate, se are în vedere, în permanență, caracterul complex și integrat al sistemelor biologice dintr-o perspectivă fizică, dar ținând seama și de alte fenomene (în special chimice), și prin utilizarea unui suport matematic adecvat. În acest fel se asigură formarea unei gândiri științifice pentru viitorul cercetător, medic, biolog sau biofizician.

Principalul scop al lucrărilor practice de fizică și biofizică este de a-i familiariza pe studenți cu terminologia și principalele noțiuni ce se folosesc în fizică și biofizică, de a ușura cunoașterea principalelor fenomene din fizică și biofizică, care fac obiectul atât al disciplinei în general, cât și al cursului de Biofizică, pentru o mai bună sincronizare cu materia predată. Din aceste considerente, structurarea lucrărilor practice este făcută astfel încât să se asigure o creștere gradată a volumului și a complexității subiectelor prezentate, într-o manieră riguros cantitativă și calitativă de obținere, prelucrare și analiză a rezultatelor experimentale. Totodată, având în vedere specificul facultăților de profil (de exemplu, Medicină Veterinară), atât cursurile cât și lucrările practice de laborator au și rolul de a oferi și consolida unele cunoștințe de fizică generală și biofizică indispensabile studenților și viitorilor specialiști din acest domeniu.

În deschiderea prezentului Îndrumar de lucrări practice sunt prezentate câteva noțiuni generale despre erori și de calcul al erorilor. Apoi, fiecare lucrare practică este structurată astfel încât să cuprindă o parte teoretică introductivă (care să facă accesibilă înțelegerea scopului, conținutului și aspectelor practice ale lucrării respective), o descriere a dispozitivului, montajului sau aparatului folosit, a principiului de funcționare al acestuia, modul de lucru și indicațiile finale de prezentare și prelucrare a datelor experimentale. Amănunte suplimentare în legătură cu modul concret de efectuare a lucrărilor practice se vor oferi de către cadrul didactic în laborator.

În afara lucrărilor ce se efectuează curent, în Îndrumar sunt prezente și alte lucrări, ce au caracter informativ (destinate informării și înțelegerii altor metode și tehnici ce se pot întâlni în activitățile didactice sau de cercetare ulterioare, în funcție de dotările existente) și care sunt descrise teoretic (nu toate pot fi însă transpuse în practică, în acest moment, din motive obiective). Sunt incluse, de asemenea, lucrări care sunt efectuate numai demonstrativ (în condițiile actuale) pentru a

putea ilustra și alte posibilități oferite de problematica fizicii și biofizicii, inclusiv în domeniul utilizării calculatorului. Alte lucrări se caracterizează printr-o mare simplitate, dar ele au fost incluse în această lucrare tocmai pentru că, sub aspect didactic, oferă posibilitatea studenților de a măsura și aprecia rapid și ușor mărimi fizice și biofizice. Pe această cale, studenților li se oferă posibilitatea de a trage singuri concluzii pe marginea tematicii lucrării și a aspectelor practice ce decurg din măsurătorile efectuate.

Caracterul eterogen al acestui Îndrumar de lucrări practice, atât de fizică, cât și de biofizică, rezultă și din dorința noastră de a putea oferi informațiile corespunzătoare unei palete cât mai largi din cele două domenii, necesare tuturor celor interesați (îndeosebi studenților), în a căror programă de învățământ figurează noțiuni de fizică și biofizică, indiferent de facultatea de care aparțin.

Suntem pe deplin conștienți de faptul că unele lucrări practice nu sunt ultimele noutăți în domeniu și că acestea pot prezenta limitări și imperfecțiuni inerente acestei încercări. Oricum, într-un timp relativ scurt, chiar și aparatele noi se uzează moral sau suferă schimbări ce nu se mai regăsesc totdeauna peste câțiva ani în laboratoarele de cercetare, aflate într-o continuă dezvoltare și perfecționare. După cum s-a menționat, ele au însă un rol didactic însemnat întrucât permit, nu numai introducerea unor noțiuni de specialitate, legi, principii etc. din domeniile de cercetare ale fizicii și biofizicii, ci și efectuarea concretă a unor măsurători, cel mai adesea relativ simple, din domeniile respective, precum și familiarizarea studenților cu solicitările generale necesare desfășurării unei activități de cercetare corecte și în conformitate cu noile cerințele în domeniu.

Totodată, suntem la fel de dornici de îmbunătățirea muncii noastre, pe care o considerăm perfectibilă în avantajul pregătirii studenților, al viitorilor cercetători, de aceea suntem recunoscători și mulțumim anticipat studenților, colegilor și tuturor celor care, cu bune intenții, ar putea să ne ofere sugestii utile perfecționării actualului îndrumar de lucrări practice de fizică și biofizică.

Prezentul Îndrumar de lucrări practice a fost redactat în conformitate cu programa analitică a disciplinelor Fizică și Biofizică (din cadrul Facultății de Medicină Veterinară a Universității de Științe Agronomice și Medicină Veterinară și a Facultății de Medicină Veterinară din cadrul Universității Spiru Haret, București), cu numărul de ore corespunzător și cu dotările existente în prezent în laboratoarele respective. El se adresează nu numai studenților Facultăților de Medicină Veterinară, ci și tuturor studenților, în principal, studenților Facultăților de Îmbunătățiri Funciare și Ingineria Mediului, Zootehnie, Agronomie și Horticultură sau cu profile înrudite. Textul îndrumarului a fost redactat de către conf. dr. Liviu Enache, iar tehoredactarea computerizată, fotografiile, prelucrarea computerizată a unor imagini, unele desene și scheme, imaginile și capitoul referitor la analiza turbidimetrică, de către șef de lucrări dr. Liliana Tudoreanu.

Conf. univ. dr. Liviu Enache