

# TARTALOM

Előszó . . . . .	13
------------------	----

## I. MECHANIKA

1. A mozgások leírása (kinematika) . . . . .	15
1.1. Az anyagi pont kinematikája . . . . .	15
1.1.1. Alapfogalmak . . . . .	15
1.1.2. Fontosabb mozgásfajták részletes leírása . . . . .	32
1.1.2.1. Egyenesvonalú, egyenletes mozgás . . . . .	34
1.1.2.2. Egyenesvonalú, egyenletesen változó mozgás . . . . .	35
1.1.2.3. Egyenletes körmozgás . . . . .	39
1.1.2.4. Egyenletesen változó körmozgás . . . . .	41
1.1.2.5. Egyenletes mozgás tetszőleges pályagörbén . . . . .	44
1.1.2.6. Egyenletesen változó mozgás tetszőleges pályagörbén . . . . .	45
1.1.2.7. Egyenesvonalú, nem egyenletesen változó mozgás . . . . .	46
1.1.2.8. Nem egyenletesen változó körmozgás . . . . .	53
1.1.2.9. Nem egyenletesen változó mozgás tetszőleges pályán . . . . .	53
1.2. A merev test kinematikája . . . . .	59
1.2.1. Alapfogalmak . . . . .	59
1.2.2. Néhány speciális mozgásfajta részletes leírása . . . . .	63
1.2.2.1. A merev test haladó mozgása . . . . .	63
1.2.2.2. A merev test forgása helytálló tengely körül . . . . .	64
1.2.2.3. Transzláció és rotáció összetétele. A merev test síkmozgása . . . . .	66

1.2.2.4. Egyidejű forgás két, egymást metsző tengely körül . . . . .	70
1.3. Folyadékok és gázok kinematikája . . . . .	71
1.3.1. Alapfogalmak . . . . .	71
1.3.2. Összenyomhatatlan folyadékok és gázok örvénymentes stacionárius áramlása . . . . .	73
<b>2. Dinamika . . . . .</b>	<b>75</b>
2.1. Az anyagi pont dinamikája . . . . .	75
2.1.1. A Newton-törvények . . . . .	75
2.1.1.1. Inerciarendszer. Az erő fogalma. A dinamika I. törvénye . . . . .	75
2.1.1.2. Newton II. törvénye. A tömeg fogalma. Az erőskála . . . . .	77
2.1.1.3. Párkölcsonhatások. A dinamika III. törvénye	79
2.1.1.4. Több test egyidejű hatása. A dinamika IV. törvénye. . . . .	80
2.1.2. Erőtörvények. . . . .	82
2.1.2.1. Rugalmassági erő . . . . .	82
2.1.2.2. Nehézségi erő . . . . .	84
2.1.2.3. Gravitációs erő. Az általános tömegvonzás törvénye. . . . .	84
2.1.2.4. Közegellenállási erő . . . . .	85
2.1.2.5. Kényszererő. . . . .	86
2.1.2.6. Súrlódás . . . . .	87
2.1.3. A mechanika megmaradási tételei . . . . .	89
2.1.3.1. Lendület (impulzus, mozgásmennyiség) . . . . .	90
2.1.3.2. Perdület (impulzusnyomaték) . . . . .	92
2.1.3.3. Energia . . . . .	99
2.1.4. Mozgások dinamikai leírása az inerciarendszerekhez viszonyítva mozgó vonatkoztatási rendszerekben . . . . .	114
2.2. Pontrendszerek dinamikája . . . . .	116
2.2.1. Pontrendszer impulzusa (lendülete) . . . . .	116
2.2.2. Pontrendszer perdülete . . . . .	120
2.2.3. Pontrendszer energiája. . . . .	123
2.3. Merev testek dinamikája . . . . .	125
2.3.1. A kiterjedt testek és a rájuk ható erők általános tulajdonságai . . . . .	125
2.3.2. Merev testre ható erőrendszerek redukálása . . . . .	127
2.3.3. Merev testek kinetikája . . . . .	131

2.3.3.1. Rögzített (helytálló) tengely körül forgó merev test kinetikája . . . . .	131
2.3.3.2. Síkmozgást végző merev test kinetikája . . . . .	135
2.3.4. Merev testek statikája . . . . .	136
<b>2.4. A deformálható testek mechanikájának alapjai . . . . .</b>	<b>137</b>
2.4.1. A szilárd testek dinamikája (a szilárdságtan elemei) . . . . .	137
2.4.1.1. Igénybevételek . . . . .	140
2.4.2. Folyadékok és gázok dinamikája . . . . .	144
2.4.2.1. Ideális folyadékok és gázok kinetikája . . . . .	144
2.4.2.2. Reális (valódi) folyadékok és gázok kinetikája . . . . .	146
2.4.2.3. Folyadékok és gázok statikája (hidro- és aerostatika) . . . . .	149
2.4.2.4. Felületi jelenségek . . . . .	151
<b>3. Speciális problémák a mechanika köréből . . . . .</b>	<b>155</b>
3.1. Anyagi pont, pontrendszer, merev testek . . . . .	155
3.1.1. Bolygómozgás. Mozgások a gravitációs térben . . . . .	155
3.1.2. Rakétamozgás . . . . .	157
3.1.3. Esés ellenálló közegben . . . . .	158
3.1.4. Rezgések és lengések . . . . .	158
3.1.4.1. Anyagi pont rezgésének dinamikája . . . . .	158
3.1.4.2. Lengőmozgások, ingák . . . . .	160
3.1.4.3. Csillapodó rezgések . . . . .	163
3.1.4.4. Kényszerrezgések, csatolt rezgések . . . . .	166
3.1.5. Ütközések . . . . .	168
3.1.6. Kényszermozgások . . . . .	172
3.1.7. Egyszerű gépek (erőátviteli eszközök) . . . . .	174
3.1.7.1. Emelő típusú ideális egyszerű gépek egyensúlya . . . . .	174
3.1.7.2. Lejtő típusú ideális egyszerű gépek egyensúlya . . . . .	178
3.2. Deformálható testek . . . . .	181
3.2.1. Folyadékok és gázok statikájának gyakorlati alkalmazásai . . . . .	181
3.2.2. Áramló folyadékok és gázok mechanikájának gyakorlati alkalmazásai . . . . .	182
3.2.3. Energiaterjedés nyugvó közegekben. Mechanikai hullámok . . . . .	184
3.2.3.1. A haladó hullámok kinematikája . . . . .	184
3.2.3.2. A haladó hullámok dinamikája . . . . .	194
3.2.3.3. Állóhullámok. Rugalmas testek sajátrezgései . . . . .	197
3.2.3.4. Hangtan (akusztika) . . . . .	201

## II. ELEKTRODINAMIKA ÉS OPTIKA

<b>4. Az elektromosságtan alapjai . . . . .</b>	<b>205</b>
4.1. A nyugvó töltés . . . . .	205
4.1.1. Alapjelenségek, alapfogalmak . . . . .	205
4.1.2. Gyakorlati alkalmazások . . . . .	214
4.2. Az egyenletesen mozgó töltés. Egyenáramok . . . . .	216
4.2.1. Alapjelenségek, alapfogalmak . . . . .	216
4.2.1.1. Elektromos áram fémekben . . . . .	216
4.2.2. Gyakorlati alkalmazások . . . . .	221
4.2.3. Egyenáram és mágneses mező . . . . .	225
4.2.3.1. Elektromos áram keltette mágneses mező jel- lemzése . . . . .	225
4.2.3.2. Erőhatások a mágneses mezőben . . . . .	231
4.2.3.3. Mozgatási indukció . . . . .	233
4.2.3.4. Szabad töltés mozgása elektromágneses mezőben	235
4.3. Gyorsuló töltés. Lassan váltakozó áramok . . . . .	236
4.3.1. Alapjelenségek, alapfogalmak . . . . .	236
4.3.2. Be- és kikapcsolási jelenségek egyenfeszültségeknél . . . . .	239
4.3.3. Gyakorlati alkalmazások . . . . .	241
4.3.3.1. A váltakozó áram. Effektív értékek . . . . .	241
4.3.3.2. Áramköri elemek . . . . .	243
4.3.3.3. Váltakozó áramú hálózatok. RLC kör . . . . .	245
4.3.3.4. Elektrotechnikai eszközök . . . . .	247
4.4. Gyorsan váltakozó áramok . . . . .	251
4.4.1. Alapjelenségek, alapfogalmak . . . . .	251
4.4.2. Elektromágneses rezgések előállítása . . . . .	252
4.4.2.1. Zárt rezgőkör szabad rezgései . . . . .	252
4.4.2.2. Rezgőkörök kényszerített rezgései . . . . .	254
4.4.3. A gyorsuló töltés . . . . .	257
4.4.3.1. A töltés által keltett mezők . . . . .	257
4.4.3.2. Elektromágneses hullámok . . . . .	259
<b>5. Az elektromágneses térelmélet alapjai . . . . .</b>	<b>261</b>
5.1. Maxwell törvényei vákuumban . . . . .	262
5.1.1. Az időben állandó töltéseloszlás keltette elektromos mező	262
5.1.1.1. Forráserősség. Maxwell I. törvénye . . . . .	262
5.1.1.2. Örvényerősség. Maxwell II. törvénye sztatikus mezőkre . . . . .	265
5.1.2. Az időben állandó mágneses mező . . . . .	267
5.1.2.1. A mágneses forráserősség. Maxwell III. törvénye	267

5.1.2.2. A mágneses örvényerősség. A gerjesztési törvény. Maxwell IV. törvénye az időben állandó mágneses mezőre . . . . .	267
5.1.3. Az időben változó mágneses mező. . . . .	269
5.1.4. Az időben változó elektromos mező. . . . .	271
5.1.5. Maxwell törvényeinek teljes rendszere vákuumban és közegben (összefoglalás). . . . .	273
5.1.6. Gyorsan változó mezők. Elektromágneses szinuszhullámok. . . . .	275
<b>5.2. Az elektromágneses mező dinamikai (anyagi) tulajdonságai vákuumban . . . . .</b>	<b>277</b>
5.2.1. Az elektromos mező energiája és energiasűrűsége . . . . .	278
5.2.2. A mágneses mező energiája és energiasűrűsége . . . . .	279
5.2.3. Az energia terjedése az elektromágneses mezőben . . . . .	280
5.2.4. Az elektromágneses mező impulzusa (lendülete) . . . . .	284
5.2.5. Sugárnyomás (fénynyomás) . . . . .	285
5.2.6. Az elektromágneses tömeg . . . . .	286
5.2.7. Az elektromágneses perdület (impulzusnyomaték, impulzusmomentum) . . . . .	286
<b>6. Optika (fénytan) . . . . .</b>	<b>289</b>
6.1. Hullámoptika (fizikai fénytan) . . . . .	289
6.1.1. A fény színe . . . . .	289
6.1.2. A fény terjedése . . . . .	291
6.1.3. A fény energetikai jellemzése. Fotometria . . . . .	297
6.1.3.1. Energetikai mennyiségek . . . . .	298
6.1.3.2. Vizuális mennyiségek . . . . .	299
6.2. Sugároptika (geometriai fénytan). . . . .	301
6.2.1. Fényterjedés. Egyszerű optikai eszközök . . . . .	301
6.2.2. Gyakorlati alkalmazások. Összetett optikai eszközök . . . . .	310

### III. HŐTAN (TERMODINAMIKA)

<b>7. Fenomenologikus termodinamika . . . . .</b>	<b>315</b>
7.1. Az energiamegmaradás törvénye . . . . .	316
7.2. Állapotváltozások . . . . .	320
7.2.1. Hőtágulás . . . . .	320
7.2.2. Gázok állapotváltozásai . . . . .	321
7.2.3. Kalorimetria . . . . .	323
7.2.4. Nyílt folyamatok ideális gázokkal . . . . .	326
7.2.5. Reális gázok . . . . .	329

7.3. A természeti folyamatok iránya . . . . .	331
7.3.1. A termodinamika II. és III. főtétele . . . . .	331
7.3.2. Termodinamikai függvények (potenciálok) . . . . .	336
7.4. A hő terjedése . . . . .	341
<b>8. Molekuláris kinetika (kinetikus gázelmélet) . . . . .</b>	<b>344</b>
8.1. Alapfogalmak . . . . .	344
8.2. A makroszkopikus tulajdonságok és az anyag mikroszerkezete közötti kapcsolat. . . . .	348
8.2.1. A nyomás molekulárkinetikai értelmezése . . . . .	348
8.2.2. A hőmérséklet molekulárkinetikai értelmezése . . . . .	351
8.2.3. A fahő molekulárkinetikai jelentése . . . . .	353
8.2.4. Az ideális gáz egyéb molekuláris jellemzői . . . . .	354
<b>9. A statisztikus fizika alapjai . . . . .</b>	<b>356</b>
9.1. Alapfogalmak . . . . .	356
9.1.1. Valószínűség-számítási alapfogalmak . . . . .	356
9.1.2. Sok részecskéből álló rendszerek jellemzése . . . . .	359
9.2. A mikroállapotok megszámlálása. Eloszlások . . . . .	361
9.2.1. Ideális gáz eloszlása a koordinátatérben . . . . .	364
9.2.2. Ideális gáz sebesség-, impulzus- és energiaeloszlása . . . . .	366
9.2.2.1. Sebesség- és impulzuseloszlás . . . . .	367
9.2.2.2. Energiaeloszlás (Boltzmann-eloszlás) . . . . .	372
9.2.3. Szilárdtestek energiaeloszlása . . . . .	373
9.3. Statisztikus hőmérséklet. A természeti folyamatok iránya. Entrópia . . . . .	375
9.3.1. A lehetséges mikroállapotok száma a rendszer $E$ energiájának függvényében. . . . .	375
9.3.2. Állapotjelzők statisztikus értelmezése . . . . .	377
9.3.3. A folyamatok iránya. Termodinamikai hőmérséklet . . . . .	378

#### IV. A MIKROFIZIKA ELEMEI

<b>10. A kvantummechanika alapjai. Atomfizika . . . . .</b>	<b>381</b>
10.1. A kvantummechanika az anyag részecsketermészetéről . . . . .	382
10.2. A kvantummechanika az anyag hullámtermészetéről . . . . .	384
10.3. Kötött részecske (elektron) leírása . . . . .	389
10.3.1. Kötött részecske egy dimenzióban . . . . .	390
10.3.1.1. Lehetséges energiaértékek derékszögű potenciálvölgyben a Schrödinger-egyenlet alapján . . . . .	391

10.3.1.2. A lehetséges energia-sajátértékek meghatározása húrmodellel . . . . .	393
10.3.1.3. A molekuláris harmonikus oszcillátor lehetséges energiaértékei . . . . .	394
10.3.2. Kötött részecske két dimenzióban. A membránmodell . . . . .	397
10.3.3. Elektron három dimenzióban . . . . .	399
10.3.3.1. Háromdimenziós merev falú derékszögű doboz . . . . .	399
10.3.3.2. A centrális erőterbe helyezett elektron. A hidrogénatom . . . . .	401
10.3.3.3. Kötött részecskéket (pl. atomi elektronokat) jellemző fizikai mennyiségek . . . . .	404
10.3.3.4. Többelektronos (magasabb rendszámú) atomok elektronszerkezete. A periódusos rendszer . . . . .	408
<b>11. Magfizika . . . . .</b>	<b>414</b>
11.1. Az atommag szerkezete . . . . .	414
11.1.1. Az atommag leírása . . . . .	414
11.1.2. Az atommag modellezése és méretei . . . . .	418
11.2. Az atommag kötési energiája . . . . .	421
11.3. Az atommag átalakulásai . . . . .	424
11.3.1. Spontán magátalakulások. Radioaktivitás . . . . .	424
11.3.2. A radioaktivitás statisztikus leírása . . . . .	426
11.3.3. Maghasadás (fisszió) és magfúzió. Az atomenergia felszabadulása nagy méretekben . . . . .	430
11.3.3.1. Maghasadás (fisszió) . . . . .	431
11.3.3.2. Magfúzió . . . . .	433
<b>12. Részecskefizika . . . . .</b>	<b>435</b>
12.1. Alapfogalmak . . . . .	435
12.2. Részecskék és osztályozásuk . . . . .	438
12.2.1. Részecskék jellemzése . . . . .	438
12.2.2. Részecskecsaládok . . . . .	443
12.2.3. A fontosabb részecskék és tulajdonságaik . . . . .	445
12.3. Alapvető kölcsönhatások . . . . .	449

**V. RELATIVITÁSELMÉLET**

<b>13. Relativitáselmélet</b> .....	452
13.1. A speciális relativitás elmélete .....	452
13.1.1. Előzmények, kísérleti bizonyítékok .....	452
13.1.2. A Lorentz-transzformáció .....	454
13.1.3. A Minkowski-féle négyesvilág .....	456
13.1.4. Relativisztikus dinamika .....	460
13.1.5. Relativisztikus elektrodinamika .....	463
13.2. Az általános relativitás elmélete .....	464
13.2.1. Kísérleti bizonyítékok .....	464
13.2.2. A görbült téridő .....	465
<b>Tárgymutató</b> .....	468