

DEDE MIKLÓS ISZA SÁNDOR GYŐRI JÓZSEF

egyetemi docens

aspiráns

középiskolai tanár

TANÁRI KÉZIKÖNYV

a fizika tanításához
a gimnázium II. osztályában

Debreceni Egyetem
Egyetemi és Nemzeti Könyvtár



Tankönyvkiadó, Budapest, 1985

TARTALOM

BEVEZETÉS	3
TANMENETJAVASLAT	9
A MÉRTÉKEGYSÉGEK ISKOLAI HASZNÁLATÁRÓL	13
I. KINEMATIKA	17
Emlékeztető a háttérismeretekre	17
1. Kinematikai fogalmak, mennyiségek	17
A) Test	17
B) Vonatkoztatási rendszer	18
C) Vektor	18
2. Matematikai eszközök	19
A) Differenciálhatóság; lineáris approximálhatóság; differenciálhányados	19
B) Mérési adatok feldolgozása; numerikus analízis	20
Tartalmi célkitűzések	23
Fogalmak	23
Jártasságok, készségek	24
Természeti törvények	24
A kinematikai mennyiségek kapcsolata a tapasztalattal	24
Tartalmi és módszertani megjegyzések az egyes fogalmak tanításához	26
1. Változási gyorsaság	26
2. Vonatkoztatási rendszer	31
3. Sebesség	31
4. A mozgás lefolyásának rekonstruálása a sebesség—idő-függvényből	34
5. Szögsebesség	36
II. LENDÜLET. (NEWTON TÖRVÉNYEI, ERŐTÖRVÉNYEK, MOZGÁSEGYENLET)	37
Emlékeztető a háttérismeretekre	37
1. Inerciarendszer	37
2. Tömeg és lendület (impulzus)	38
3. Erő	44

4. Newton törvényei	49
5. Tehetetlenségi erők	56
6. Elmélkedés a „súly”, „gravitációs erő”, „nehézségi erő” kifejezések használatában fennálló zavaros helyzetről, valamint a súlytalanság állapotáról	58
7. A dinamika alapfeladata: a mozgás lefolyásának előrejelzése a mozgásegyenlet alapján	62
8. A dinamika inverz feladata: visszakövetkeztetés az erők értékére a mozgásegyenlet alapján	65
Tartalmi célkitűzések	67
Fogalmak	67
Természeti törvények	67
Jártasságok, készségek	68
Tartalmi és módszertani megjegyzések az egyes fogalmak és törvények tanításához	68
1. A tehetetlenség törvénye, inerciarendszer	68
2. Tömegközéppont	71
3. Lendület, lendületmegmaradás	72
4. Tömeg	74
5. Lendülés, erőtörvények; erő, a dinamika alaptörvénye	76
A) Lendülés, rugalmas kölcsönhatás	80
B) Gravitációs kölcsönhatás	83
C) További kölcsönhatások	85
D) A dinamika alaptörvénye	86
6. A hatás—ellenhatás törvénye	88
7. A mozgásegyenlet és megoldása	89
8. Mozgás a sebességre merőleges erő hatása alatt	92
9. Molekuláris erők; felületi és térfogati erők	95
10. Feszültségi állapot	99
11. Kényszermozgások, súrlódás és tapadás	101
12. A gravitációs mező forrástörvénye (általános tömegvonzás)	104
III. PERDÜLET	105
Emlékeztető a háttérismeretekre	105
1. A perdülettétel pályaperdületre vonatkozó alakja	105

2. Test, testrendszer, tömegpontrendszer teljes perdülete ...	106
3. Perdületmegmaradás	107
4. A perdülettétel általános alakja	107
5. Mereven mozgó test perdületének tagolása	108
6. A perdülettétel specializálása síkmozgásra; tengelyre vonatkoztatott perdület és forgatónyomaték	110
7. Erőrendszer ekvivalens helyettesítése; koncentrált eredő	112
8. A mozgás lefolyásának előrejelzése merev mozgásban	114
9. Az egyensúly feltételi egyenletei	114
Tartalmi célkitűzések	115
Általános megjegyzések	115
Fogalmak	116
Természeti törvények	116
Jártasságok, készségek	116
Tartalmi és módszertani megjegyzések az egyes fogalmak és törvények tanításához	117
1. Tehetetlenségi nyomaték, perdület, perdületmegmaradás	117
2. Forgatónyomaték, perdülettétel	119
3. Ekvivalens helyettesítés, súlypont; erőpár	121
4. Sajátperdület-tétel	122
5. Merev test egyensúlya	124
V. ENERGIA	127
Emlékeztető a háttérismeretekre	127
1. Mozgási energia, munka, munkatétel	127
2. Potenciális energia, helyzeti energia, magassági energia, kölcsönhatási energia, rugalmas energia, fizikai mező energiája stb.	132
A) Konzervatív erőter; a test potenciális energiája (helyzeti energia)	134
B) Kölcsönhatási energia	139
Kapcsolat a test potenciális energiája és a testrendszer kölcsönhatási energiája között	141
C) Rugalmas energia	144
D) Fizikai mező energiája	146

Kitekintés a kvantummechanikára	149
3. Termodinamikai energia	149
4. Ütközések	152
Tartalmi célkitűzések	154
Fogalmak	154
Természeti törvények	155
Jártasságok, készségek	155
Tartalmi és módszertani megjegyzések az egyes fogalmak és törvények tanításához	155
Általános megjegyzések	155
A felépítés váza	156
1. Munka	156
2. Mozgási energia	158
3. Munkatétel	159
4. Rugalmas energia	161
5. A test potenciális energiája	162
6. Gravitációs energia	164
7. Az energia megmaradása	164
AZ ÉGITESTEK MOZGÁSÁRÓL	167
A TANKÖNYVI FELADATOK MEGOLDÁSA ÉS DISZKUZZIÓJA	169
Általános megjegyzések	169
I. A mozgás leírása	171
1. Folyamatok jellemzése; változási gyorsaság	171
2. A hely megadása; vonatkoztatási rendszer	173
3. A mozgás egy jellemző mennyisége: a sebesség	174
4. A mozgás nyomképének meghatározása a sebesség ismeretében	176
5. Körmozgás és forgómozgás; szögsebesség	179
II. Lendület	182
7. A tehetetlenség törvénye	182
8. A vonatkoztatási test választásának szerepe a sebesség-változások értelmezésében; inerciarendszer	186
9. Lendület, lendületmegmaradás	188
10. Lendülés; rugalmas kölcsönhatás	194

11. Gravitációs kölcsönhatás	195
12. További kölcsönhatások	197
13. A dinamika alaptörvénye	197
14. Mozgásegyenlet	201
15. Mozgás a sebességgel párhuzamos és a sebességre merőleges erő hatása alatt; a gyorsulás pályamenti és centripetális komponense	210
16. Molekuláris erők; felületi és térfogati erő; feszültségi állapot	214
17. Kényszermozgások; súrlódás és tapadás	220
18. A gravitációs mező forrástörvénye	233
III. Perdület	240
20. Perdület, perdületmegmaradás	240
21. Forgatónyomaték; perdülettétel, a merev forgás alaptörvénye	243
22. Koncentrált eredő, súlyvonal, erőpár	249
23. Sajátperdület-tétel	252
24. Merev test egyensúlya; a karos mérleg működési elve	257
IV. Energia	265
26. Az energiaközlés egyik mértéke: a munka	265
27. Rugalmas és rugalmatlan ütközés; mozgási energia	269
28. A mozgási energia és a munka kapcsolata: a munkatétel ..	272
29. Rugalmas energia; potenciális energia	277
30. Gravitációs energia	284
31. Konzervatív és disszipatív kölcsönhatás; az energia megmaradása	290
A MUNKAFÜZET FELADATAINAK MEGOLDÁSA ÉS DISZKUSSZIÓJA	295
Általános megjegyzések a munkafüzet használatához	295
Általános megjegyzések a feladatmegoldásokhoz	297
I. A mozgás leírása	297
1. Változási gyorsaság	297
I. Változási folyamat nyomon követése méréssel	297
II. Folyamat elemzése grafikon alapján	300
2. A mozgás vizsgálata nyomkép felvételével	302

3. A mozgás jellemző mennyiségeinek meghatározása a nyomképből	303
I. Sebesség	303
II. Szögsebesség	315
III. Gördülő kerék kinematikai jellemzői	317
4. Vonatkoztatási rendszerek	319
5. A mozgás nyomképeinek meghatározása a sebesség—időfüggvényből	320
6. Az út meghatározása a sebességnagyság—időfüggvényből	323
II. Lendület	329
7. Párkölcsonhatások vizsgálata	329
I. Megfigyelések, kvalitatív kísérletek	329
II. Lefényképezett kísérletek kiértékelése	331
III. Mérőkísérletek nyomíró kocsival	334
8. A csavarrugó lendítő hatása	335
I. Kvalitatív kísérletek	335
II. Lefényképezett kísérletek kiértékelése	337
III. Mérőkísérletek nyomíró kocsival	340
9. A gravitációs mező lendítő hatása	341
I. Lefényképezett kísérletek kiértékelése	341
II. Ejtőkísérlet annak eldöntésére, egyenletesen növekszik-e az elejtett test sebességének nagysága	343
III. A gravitációs térerősség mérése	344
10. A dinamika alaptörvénye	345
I. Lefényképezett kísérletek kiértékelése	345
II. Mérőkísérletek nyomíró kocsival	345
11. Erőtörvények ellenőrzése a dinamika alaptörvényének felhasználásával	345
I. Közegellenállás	345
II—III. Elektromos kölcsönhatás, mágneses kölcsönhatás	347
12. A mozgásegyenlet megoldása sebességfüggő erő esetén... ..	347
I. Grafikus megoldás ($\vec{v}_0 \nparallel \vec{g}$)	349
II. Grafikus megoldás ($\vec{v}_0 \parallel \vec{g}$)	351
III. Numerikus megoldás ($\vec{v}_0 \parallel \vec{g}$)	353
IV. Numerikus megoldás ($\vec{v}_0 \nparallel \vec{g}$)	358

13. A mozgásegyenlet megoldása helyfüggő erő esetén	368
I. Grafikus megoldás	370
II. Numerikus megoldás	374
14. Mozgás a kitéréssel arányos nagyságú, azzal ellentétes irányú erő hatása alatt (rezgőmozgás)	382
I. Az $a_y = -ky$ alakú mozgásegyenlet megoldása	382
II. A rezgőmozgás és a körmozgás kapcsolata	384
III. A rezgésidőre kapott összefüggés ellenőrzése kísérlettel	384
15. Mozgásegyenlet nagyon nagy sebességű mozgásokra ...	385
16. Az erő támadáspontjának szerepe a lendületváltozás folyamatában	392
17. A gyorsulás pályamenti és centripetális komponense	393
18. Súrlódás és tapadás	396
19. Bolygómozgás.....	399
III. Perdület	405
20. Perdületmegmaradás; tehetetlenségi nyomaték.....	405
21. A tehetetlenségi-nyomaték kiszámolása	407
22. A merev forgás alaptörvénye	409
I. Szöggyorsulás	409
II. A merev forgás alaptörvényének ellenőrzése kísérlettel	410
23. A forgásegyenlet	411
I. A forgásegyenlet megoldása	411
24. Sajátperdület.....	412
I. A sajátperdület-tétel.....	412
II. Pálya- és sajátperdület	413
25. Merev test egyensúlya	414
II. Erőrendszer forgatónyomatékának függése a vonatkoztatási tengely helyétől	414
III. Koncentrált erők egyensúlya	416
IV. Az egyensúly feltételének ellenőrzése kísérlettel	418
IV. Energia, munka	419
26. A mozgási energia megváltozása ütközésekben	419

I. Kísérletek nyomíró kocikkal.....	419
II. Lefényképezett kísérletek kiértékelése	419
III. Ütközés vizsgálata tömegközépponti vonatkoztatási rendszerben	422
27. Munkatétel; rugalmas energia	424
I. A munka meghatározása az erőfüggvényből	424
II. Ütközések vizsgálata a munkatétel, illetve a mechanikai energia megmaradása alapján	426
IV. Lefényképezett kísérlet kiértékelése	432
28. Forgatónyomaték munkája és teljesítménye	436
29. Potenciális energia	436
I. A potenciálisenergia-függvény megszerkesztése a testre ható erők erőtvényéből	436
II. Mérőkísérlet a potenciális energia vizsgálatára	438
30. A lendületmegmaradás ellenőrzése (az energiamegmaradást felhasználó, egyszerű sebességméréssel)	438
31. Ütközések atomi részecskék között	439
32. Súrlódás és gördülési ellenállás vizsgálata a munkatétel felhasználásával	440
33. A Naprendszer	441