

TARTALOMJEGYZÉK

Bevezetés	9
Köszönetnyilvánítás	10
A tankönyv és használata	11
1. FEJEZET: A FOLYADÉKOK SAJÁTOSSÁGAI, AZ ÁRAMLÁSTANBAN	
ALKALMAZOTT FIZIKAI MENNYISÉGEK ÉS LEÍRÁSUK	19
1.1. lecke: A folyadékok és a szilárd anyagok összehasonlítása	22
(1.1.1. A szilárd test és a folyadék deformációja, <u>1.1.2. Newton viszkozitási törvénye</u> ,	
1.1.3. Viszkozitás, a folyadékok néhány tulajdonsága)	
Feladatok	28
1.2. lecke: A folyadékok néhány tulajdonsága, az ideális folyadék	29
(1.2.1. Gázok, gőzök, cseppfolyós közegek, <u>1.2.2. A gáztörvény</u> , 1.2.3. A kavitáció,	
1.2.4. A közegek viszkozitásának magyarázata , 1.2.5. Az ideális folyadék)	
Feladatok	36
1.3. lecke: A folyadékok áramlásának leírása	37
(1.3.1. A sűrűség, 1.3.2. A nyomás, 1.3.3. Az áramlási sebesség, 1.3.4. Erőterek)	
Feladatok	41
1.4. lecke: Műveletek skalár- és vektorterekkel	42
(1.4.1. <u>A skalárterek megváltozásának jellemzése</u> , 1.4.2. <u>A vektorterek megváltozásának</u>	
<u>jellemzése</u> , 1.4.3. <u>A vektortér divergenciája és rotációja</u> , 1.4.4. <u>Vektorterek potenciálja</u>)	
Feladatok	51
Fejezet záró feladatok	53
Megoldások	55
2. FEJEZET: KINEMATIKA ÉS A FOLYTONOSSÁG TÉTELE	57
2.1. lecke: <u>Pálya, áramvonal, nyomvonal</u> , áramlások időfüggése, áramlások szemléltetése	59
(2.1.1. Néhány meghatározás, <u>2.1.2. Stacionárius és instacionárius áramlások</u> ,	
<u>2.1.3. Az áramlások szemléltetése</u>)	
Feladatok	69
2.2. lecke: A potenciális örvény	71
(2.2.1. Az örvény áramképe, 2.2.2. A sebességtér rotációja, 2.2.3. A potenciális	
örvény sebességtere, 2.2.4. A sebességi potenciál)	
Feladatok	76
2.3. lecke: A kis folyadékrész mozgása, a Laplace-differenciálegyenlet	77
(2.3.1. A deriválttenzor felbontása , 2.3.2. A folyadékhasáb mozgása, deformációja ,	
2.3.3. A Laplace-differenciálegyenlet)	
Feladatok	81
2.4. lecke: A folytonosság (kontinuitás) tétele	82
(2.4.1. A folytonosság tétele, 2.4.2. A folytonosság tételének alkalmazása áramcsőre,	
2.4.3. Átlagsebesség és térfogatáram számítás csőben, <u>2.4.4. Jellemzők lokális és</u>	
<u>konvektív megváltozása</u> , 2.4.5. Az áramfüggvény)	
Feladatok	91
Fejezet záró feladatok	93
Megoldások	96
3. FEJEZET: AZ EULER-EGYENLET ÉS A BERNOULLI-EGYENLET	99
3.1. lecke: A folyadékrészek gyorsulása	101
(<u>3.1.1. A folyadékrész lokális és konvektív gyorsulása</u> , 3.1.2. <u>A konvektív gyorsulás</u>	
<u>kifejezésének átalakítása</u> , 3.1.3. <u>Áramlás konfúzorban</u>)	
Feladatok	106
3.2. lecke: Az Euler-egyenlet	108
(3.2.1. Az Euler-egyenlet levezetése elemi folyadékrészre ható erők vizsgálatával,	
3.2.2. <u>Az Euler-egyenlet különböző alakjai és alkalmazásuk a folyadéktér leírására</u> ,	
3.2.3. Az Euler-egyenlet levezetése egy elúszó folyadékrész vizsgálatával)	
Feladatok	115
3.3. lecke: A Bernoulli-egyenlet, a statikus nyomás, a dinamikus nyomás és	
az össznyomás	117
(<u>3.3.1. Az Euler-egyenlet vonalmenti integrálja: a Bernoulli-egyenlet</u> , 3.3.2. <u>A Bernoulli egyenlet</u>	
<u>egyszerűsítésének lehetőségei</u> , 3.3.3. <u>A statikus, a dinamikus és az össznyomás</u>)	
Feladatok	124
3.4. lecke: Az Euler-egyenlet természetes koordináta-rendszerben	125
(<u>3.4.1. A természetes koordináta-rendszerben felírt komponensegyenletek</u> ,	
3.4.2. Alkalmazások)	
Feladatok	132

Fejezetzáró feladatok	133
Megoldások	135
4. FEJEZET: ALKALMAZÁSOK	139
4.1. lecke: Hidrosztatika, gyorsuló tartály	141
(4.1.1. A hidrosztatika alapegyenlete, 4.1.2. Nyomás változása tartályban, 4.1.3. Az erőtér és a folyadékfelszín helyzete)	
Feladatok	146
4.2. lecke: Kémény statikus huzata, függőleges gázvezeték, gyorsuló kocsi és forgó edény	148
(4.2.1. A statikus huzat számítása, 4.2.2. Függőleges gázvezeték, 4.2.3. Gyorsuló kocsi, forgó edény)	
Feladatok	155
4.3. lecke: Nyomásváltozás forgó edényben, a Venturi-cső	157
(4.3.1. A nyomás változása forgó edényben, 4.3.2. Térfogatáram-mérés Venturi-csővel)	
Feladatok	163
4.4. lecke: Kiömlés tartályból, izotermikus atmoszféra	166
(4.4.1. Kiömlés tartályból, 4.4.2. Az izotermikus atmoszféra)	
Feladatok	173
4.5. lecke: Testek úszása, a mélyvízi hullám, radiális ventilátor, Euler-turbinaegyenlet	175
(4.5.1. Testek úszása, 4.5.2. Mélyvízi hullám , 4.5.3. Radiális ventilátor, Euler-turbinaegyenlet)	
Feladatok	183
Fejezetzáró feladatok	185
Megoldások	188
5. FEJEZET: ÖRVÉNYTÉTELEK	193
5.1. lecke: A Thomson-tétel és alkalmazása	195
(5.1.1. A Thomson-tétel levezetése, 5.1.2. Indulási és megállási örvény , 5.1.3. A sebességmegoszlás egyenletesítése, 5.1.4. Áramlás víztároló medencében , 5.1.5. Örvényes áramlások leírása áramfüggvény segítségével)	
Feladatok	210
5.2. lecke: Helmholtz I. és II. tétele és alkalmazásuk	211
(5.2.1. Helmholtz I. tétele, 5.2.2. Helmholtz II. tétele, 5.2.3. Alkalmazások)	
Feladatok	218
Fejezet záró feladatok	219
Megoldások	220
6. FEJEZET: ÁRAMLÁSTANI MÉRÉSEK	221
6.1. lecke: A felületi feszültség	223
(6.1.1. A felületi feszültség jellemzése, 6.1.2. A felületi feszültség által okozott túlnyomás, 6.1.3. A folyadékcseppek alakja, 6.1.4. A kapilláris felemelkedés)	
Feladatok	227
6.2. lecke: A nyomás mérése	229
(6.2.1. Az U-csöves mikromanométer, 6.2.2. A fordított U-csöves mikromanométer, 6.2.3. A relatív hiba csökkentésének lehetőségei, 6.2.4. Rugalmas test deformációján alapuló műszerek, 6.2.5. Gyakorlati nyomásmérési problémák)	
Feladatok	238
6.3. lecke: A sebesség és a térfogatáram mérése	239
(6.3.1. A sebesség mérése a dinamikus nyomás mérése alapján , 6.3.2. Egyéb sebesség-mérési módszerek , 6.3.3. A térfogatáram-mérés, 6.3.4. Térfogatárammérés <u>szűkítőelemmel</u> , 6.3.5. A sebességmérésen alapuló térfogatáram-mérés)	
Feladatok	251
6.4. Lecke: Szélcsatornák és szélcsatorna vizsgálatok	253
(6.4.1. A szélcsatornák alkalmazásának célja , 6.4.2. A szélcsatornák típusai sebesség és elrendezés szerint , 6.4.3. A szélcsatornák szerkezeti elemei, mérőtér kialakítások , 6.4.4. A szélcsatorna mérések gyakorlata)	
Feladatok	268
Fejezet záró feladatok	269
Megoldások	272
7. FEJEZET: AZ IMPULZUSTÉTEL ÉS ALKALMAZÁSAI	275
7.1. lecke: Az impulzustétel és az impulzusnyomatéki tétel	278
(7.1.1. Az impulzustétel, 7.1.2. Szilárd test az ellenőrző felületben, 7.1.3. Az impulzusnyomatéki tétel, 7.1.4. Az impulzustétel alkalmazása: az álló és mozgó síklapra ható erő)	
Feladatok	287
7.2. lecke: A Borda-féle kifolyónyílás, a Borda-Carnot átmenet és az	

Euler-turbinaegyenlet	289
(7.2.1. <u>A Borda-féle kifolyónyílás, a folyadéksugár kontrakciója</u> , 7.2.2. A nyomás változása a Borda-Carnot átmenetben, 7.2.3. A csőtoldatra ható erő, 7.2.4. Az Euler-turbinaegyenlet)	
Feladatok	297
7.3. lecke: A Pelton-turbina és a szárnyrács egy elemére ható erő számítása	298
(7.3.1. A Pelton-turbina, <u>7.3.2. A szárnyrácsra ható erő</u>)	
Feladatok	304
7.4. lecke: A féltestre ható erő, a légcsavar, a szélkerék és a hófogó rács	305
(7.4.1. A féltestre ható erő, <u>7.4.2. A légcsavar sugárelmélete</u> , 7.4.3. A szélkerék, 7.4.4. A hófogó rács)	
Feladatok	313
7.5. lecke: Szabadsugarak	314
(7.5.1. Hengeres szabadsugár , 7.5.2. Sík szabadsugár)	
Feladatok	321
7.6. lecke: Légfüggönyök működése	322
(7.6.1. Nyomásviszonyok üzemsarnokokban , 7.6.2. A kapulégfüggönyök működése)	
Feladatok	329
7.7. lecke: Allievi elmélete, a sekélyvízi hullám	331
(<u>7.7.1. Nyomáshullámok csővezetékben, a folyadékoszlop megrövidülése</u> , <u>7.7.2. A nyomáshullám amplitúdója és terjedési sebessége</u> , 7.7.3. A nyomáshullámok terjedése csőben , 7.7.4. A sekélyvízi hullám terjedési sebessége)	
Feladatok	339
Fejezet záró feladatok	341
Megoldások	344
8. FEJEZET: A SÚRLÓDÁSOS KÖZEGEK ÁRAMLÁSA	349
8.1. lecke: A nemnewtoni közegek és a newtoni közegekre vonatkozó mozgásegyenlet	352
(8.1.1. A nemnewtoni közegek, <u>8.1.2. A mozgásegyenlet</u> , <u>8.1.3. A feszültségállapot és a sebességtér jellemzői közötti kapcsolat</u> , <u>8.1.4. A mozgásegyenlet legáltalánosabb alakja newtoni közegekre</u>)	
Feladatok	361
8.2. lecke: A Navier-Stokes-egyenlet és néhány alkalmazása	362
(<u>8.2.1. A Navier-Stokes-egyenlet</u> , 8.2.2. A Couette-áramlás , 8.2.3. Lamináris (réteges) áramlás csőben, 8.2.4. Az örvénytranszport egyenlet)	
Feladatok	370
8.3. lecke: Lamináris és turbulens áramlások	371
(8.3.1. A Reynolds-féle kísérlet, <u>lamináris és turbulens áramlások</u> , <u>8.3.2. A turbulens áramlások jellemzése</u> , 8.3.3. Az időbeli átlagokra vonatkozó mozgásegyenlet , <u>8.3.4. A látszólagos feszültségek</u>)	
Feladatok	380
8.4. lecke: A turbulens áramlások numerikus szimulációja	381
(8.4.1. A turbulens áramlások jellemzői , 8.4.2. A mozgásegyenlet megoldása , 8.4.3. A turbulenciamodellek és jellemzőik , 8.4.4. Áramlások numerikus szimulációja)	
Feladatok	398
8.5. lecke: Az áramlások hasonlósága és a hasonlóság feltételei.....	399
(<u>8.5.1. Az áramlások hasonlósága</u> , <u>8.5.2. Az áramlások hasonlóságának feltételei</u> , 8.5.3. A hasonlósági számok és alkalmazásuk , 8.5.4. A hasonlósági számok előállítására erők hányadosaiként)	
Feladatok	409
Fejezet záró feladatok	411
Megoldások	414
9. FEJEZET: HATÁRRÉTEGEK	417
9.1. lecke: Határrétegek, a keveredési úthossz, az univerzális faltörvény	420
(<u>9.1.1. A határrétegek jellemzői</u> , <u>9.1.2. A határréteg-egyenlet</u> , <u>9.1.3. A keveredési úthossz modell</u> , <u>9.1.4. Sebességmegoszlás a turbulens határrétegben</u>)	
Feladatok	431
9.2. lecke: A határréteg jellemzői, kiszorítás, hő-, anyag- és impulzusátadás	433
(<u>9.2.1. A csőben kialakuló turbulens határréteg néhány jellemzője</u> , <u>9.2.2. A határréteg áramlás irányú fejlődése</u> , <u>9.2.3. A határréteg kiszorítási vastagsága</u> , <u>9.2.4. Hő- és anyagátadás a határrétegben</u>)	
Feladatok	439
9.3. lecke: A határréteg leválás és a szekunder áramlások keletkezése	441
(<u>9.3.1. A határrétegben csúsztatófeszültségek keletkeznek</u> , <u>9.3.2. A határréteg leválása</u> ,	

9.3.3. Áramlás körhenger körül, 9.3.4. Áramlás diffúzorban és a patkóörvény,	
9.3.5. A leválás megszüntetése, befolyásolása, 9.3.6. A határréteg szekunder áramlást okoz)	
Feladatok	456
Fejezet záró feladatok	457
Megoldások	459
10. FEJEZET: HIDRAULIKA	461
10.1. lecke: Sűrűlódási veszteség, dimenzióanalízis	464
(10.1.1. A sűrűlódási veszteség, 10.1.2. A dimenzióanalízis,	
10.1.3. A dimenzióanalízis alkalmazása)	
Feladatok	468
10.2. lecke: A csősűrűlódási veszteség, összenyomható közeg áramlása csőben,	
áramlás nyílt felszínű csatornában	470
(10.2.1. A csősűrűlódási veszteség, 10.2.2. Érdes csövek, 10.2.3. Nem kör keresztmetszetű	
csövek, 10.2.4. Beömlési veszteség, veszteségtényező, 10.2.5. Összenyomható	
közeg áramlása csőben, 10.2.6. Áramlás nyílt felszínű csatornában)	
Feladatok	481
10.3. lecke: Csőidomok áramlási vesztesége	483
(10.3.1. A Borda-Carnot átmenet, 10.3.2. A kilépési veszteség, 10.3.3. Szelepek,	
tolózárak, csappantyúk, 10.3.4. Hirtelen keresztmetszet-csökkenés, 10.3.5. Diffúzor,	
10.3.6. Csőívek, könyökök)	
Feladatok	492
10.4. lecke: Alkalmazási példák.....	493
(10.4.1. Házi vízellátó rendszer szivattyújának kiválasztása, 10.4.2. Áramlás	Hidr. vesz. összefoglalása
tartályokat összekötő csőben)	
Feladatok	497
Fejezet záró feladatok	499
Megoldások	502
11. FEJEZET: AZ ÁRAMLÁSBA HELYEZETT TESTEKRE HATÓ ERŐ	505
11.1. lecke: Az áramlási eredetű erő keletkezése, a körhengerre ható erő	507
(11.1.1. Az áramlási eredetű erők keletkezése, 11.1.2. A körhengerre ható	
áramlási erő, 11.1.3. Nem kör keresztmetszetű hengerekre, lemezcsíkra,	
gömbre ható áramlási eredetű erő)	
Feladatok	523
11.2. lecke: Szárnyakra és hasábra ható áramlási eredetű erők, a szemcsedynamika alapjai ...	525
(11.2.1. Áramlásba helyezett szárny, 11.2.2. Hasábra ható áramlási erő,	
11.2.3. Porszemcsék süllyedési sebessége és mozgásuk áramló gázokban)	
Feladatok	539
11.3. lecke: Közúti járművek áramlástanának alapjai	541
(11.3.1. A járműáramlástan feladatai és megközelítései, 11.3.2. A jármű karosszériák	
körüli áramlási tér felosztása, a homlokfali ellenállás és csökkentése,	
11.3.3. A hátfali, a karosszéria alatti és az oldalfali ellenállás, 11.3.4. Autóbuszok,	
kamionok körüli áramlás)	
Feladatok	565
Fejezet záró feladatok	567
Megoldások	569
12. FEJEZET: ÖSSZENYOMHATÓ KÖZEGEK ÁRAMLÁSA, GÁZDINAMIKA,	
AZ AKUSZTIKA ALAPJAI	571
12.1. lecke: Az energiaegyenlet, a statikus, a dinamikus, és az összhőmérséklet,	
a Bernoulli-egyenlet alkalmazása	573
(12.1.1. Az energiaegyenlet, 12.1.2. A statikus, a dinamikus és az összhőmérséklet,	
12.1.3. A Bernoulli-egyenlet összenyomható gázokra)	
Feladatok	580
12.2. lecke: A hang terjedési sebessége, összenyomható közegek áramlásának	
hasonlósága, a hullámok terjedése	581
(12.2.1. A hang terjedési sebessége, 12.2.2. Áramlások hasonlósága	
összenyomható közegek esetén, 12.2.3. A hullámok terjedése)	
Feladatok	590
12.3. lecke: Gázok kiömlése tartályból, a Laval-cső	591
(12.3.1. Kiömlés tartályból, 12.3.2. Áramlás Laval-csőben)	
Feladatok	600
12.4. lecke: A hullámegyenlet, a hangnyomás és a hangteljesítmény	603
(12.4.1. A hullámegyenlet, 12.4.2. Hangteljesítmény, hangnyomás, intenzitás)	
Feladatok	608

12.5. lecke: Szintek, a hang spektrális jellemzése, irányítottság	610
(12.5.1. Szintek, 12.5.2. Műveletek szintekkel, 12.5.3. A zaj spektrális jellemzése, 12.5.4. Irányítottság)	
Feladatok	615
Fejezetzáró feladatok	616
Megoldások	619
Fejezetzáró feladatok megoldásai	622
Magyar – angol – német áramlástan szótár	633
Német – magyar áramlástan szótár	641
Angol – magyar áramlástan szótár	647
Név- és tárgymutató	651
Hivatkozott irodalom	657
Ajánlott irodalom	661

Labor gyakorlatok: két fős csoportok

Kis csatorna

1., 2., 3. LDA: mérés határrétegben sima és két különböző érdesség, turb.generátorok. lamináris, turbulens határréteg, fali csúszatófeszültség, sebesség meghatározása, összehasonlítás közelítő összefüggésekkel, nyomáscsökkenéssel

4. Kis Prandtl cső: egyszerűsített autó modell (B oszlopnál levágva), ellenállás erő mérés, homlokfal fölötti gyorsuló áramlásban sebesség, össz- és statikus nyomás megoszlás mérés. Nyomásmegoszlás mérés a leválási buborékban, homlokfali ellenállás becslése.

5. Nyíróréteg szabályozás: körhenger előtt körlapok, kúpok, kerítés, lépcső, erőmérés, szemléltetés

Mérőkocsik

6. Hődrót mérés hengeres szabadsugárban: sebességmegoszlás, v_z, v_r látsz. fesz. mérése, sebességmegoszlás számítása

7. Dinamikus nyomás mérés sík szabadsugárban sebességmegoszlás, max. sebesség változása

8. Sík szabadsugár elhajlása nyomáskülönbség hatására, légfüggöny.

9. Nyomásmegoszlás és nyomáskülönbség ingadozás (ellenállás és oldalerő) mérés szabadsugárba helyezett henger (véglappal) körbeforgatásával, turbulenciagenerátor, splitter plate hatása

Nagy szélcsatorna

10. Utca kanyon örvény és utca csatorna áramlás megfigyelése, milyen megfúvási szög tartományban keletkeznek? Hogy mennek át egymásba?

11. Nyíróréteg szabályozás két test kölcsönhatása teherautó modell

12. Szennyezők felemelkedése magas épületek mögött: turbulens diffúzió a leválási buborékban.

13. Határréteg vastagodása sima fal fölött, kis sebességnél először lamináris, majd turbulens határréteg, sebességmegoszlás mérése.

14. Határréteg vastagodása érdességi elemek fölött: turbulens határréteg, turbulens diffúzió.

15. Henger körüli áramlás örvényleválás frekvenciája, Stouhal szám.

16. Emberi testre ható erő, különböző testtartásokban, Reynolds szám hatás,

17. Két ember, egy ember, távolság hatása, nyíróréteg szabályozás

18. Leválási buborék szemléltetése, a depresszió mérése a leválási szög függvényében (doboz a szélcsatornában kiegészítésekkel)

19. Piros testre ható ellenállás erő mérése a szélcsatornában