

Dr. Égert János
Dr. Molnár Zoltán
Dr. Nagy Zoltán

ALKALMAZOTT MECHANIKA



UNIVERSITAS-GYŐR Nonprofit Kft. ♦ Győr, 2010



SZÉCHENYI ISTVÁN EGYETEM
MŰSZAKI TUDOMÁNYI KAR
ALKALMAZOTT MECHANIKA TANSZÉK

ALKALMAZOTT MECHANIKA egyetemi mesterképzésben résztvevő mérnök-hallgatók számára

Írta: Dr. Égert János – Dr. Molnár Zoltán - Dr. Nagy Zoltán

Lektorálta: Dr. Szabó Tamás tszv. egyetemi docens
Miskolci Egyetem, Robert Bosch Mechatronikai Tanszék

ISBN:

© UNIVERSITAS-GYŐR Nonprofit Kft., 2010

Minden jog fenntartva, beleértve a sokszorosítás, a mű bővített, illetve rövidített változata kiadásának jogát is. A kiadó írásbeli hozzájárulása nélkül sem a teljes mű, sem annak része semmiféle formában nem sokszorosítható.

Kiadja az UNIVERSITAS-GYŐR Nonprofit Kft. Felelős kiadó: a Kft mindenkori ügyvezetője; Műszaki szerkesztő: Nagy Zoltán.

Készült a Palatia Nyomda és Kiadó Kft. nyomdájában. Felelős vezető Radek József.

Tartalomjegyzék

0. BEVEZETÉS	4
1. ALAPFOGALMAK	5
2. ERŐRENDSZEREK	
2.1. Koncentrált erő megadása	
2.2. Erő nyomatéka	
2.3. Erő nyomatéki vektortere	
2.4. Koncentrált erőrendszerek	
2.5. Erőrendszerek egyenértékűsége	
2.6. Erőrendszer egyensúlya	
2.7. Gyakorló feladatok erőrendszerekre	
3. TÉRBELI STATIKAI FELADATOK	
3.1. Közös ponton támadó erőrendszerek	
3.2. Szétszórt erőrendszerek	
3.3. Gyakorló feladatok térbeli és síkbeli statikai feladatokra	
4. RUDAK IGÉNYBEVÉTELEI, IGÉNYBEVÉTELI ÁBRÁI	
4.1. Az igénybevételek értelmezése	
4.2. Az igénybevételek meghatározása	
4.3. Az igénybevételi ábrák, igénybevételi függvények	
4.4. Gyakorló feladatok rudak igénybevételeinek meghatározására és igénybevételi ábráinak megrajzolására	
5. SZILÁRDSÁGTANI ÁLLAPOTOK	
5.1. Alapfogalmak	
5.2. Az elmozdulási állapot	
5.3. Az alakváltozási állapot	
5.4. A feszültségi állapot	
5.5. Gyakorló feladatok szilárdságtani állapotokra	
6. RUDAK ÖSSZETETT IGÉNYBEVÉTELEI	
6.1. Tönkremeneteli elméletek	
6.2. Húzás-nyomás és egyenes hajlítás	
6.3. Kör és körgyűrű keresztmetszetű rudak húzás-nyomása és csavarása	
6.4. Kör és körgyűrű keresztmetszetű rudak hajlítása és csavarása	
6.5. Ferde hajlítás	
6.6. Nyírás és hajlítás	
6.7. Gyakorló feladatok rudak összetett igénybevételeire	
7. RÚDSZERKEZETEK ALAKVÁLTOZÁSA	
7.1. Alapfogalmak	
7.2. Statikailag határozott rúdszerkezetek elmozdulásai, szögelfordulásai	

7.3.	Statikailag határozatlan szerkezetek támasztóerői	.....
7.4.	Gyakorló feladatok elmozdulások, szögelfordulások számítására	.....
7.5.	Gyakorló feladatok statikailag határozatlan szerkezetek támasztóerőinek meghatározására	.....
8.	RUGALMASSÁGTANI EGYENLETEK	.....
8.1.	A rugalmasságtani peremérték feladat	.....
8.2.	Egyensúlyi egyenletek	.....
8.3.	Kinematikai (kompatibilitási, geometriai) egyenletek	.....
8.4.	Anyagegyenletek – általános Hooke törvény	.....
8.5.	Peremfeltételek	.....
8.6.	A rugalmasságtani peremérték feladat megoldása	.....
8.7.	A kompatibilitási egyenletek más alakjai	.....
8.8.	Gyakorló feladatok a rugalmasságtan egyenleteire	.....
9.	A RUGALMASSÁGTAN 2D FELADATAI	.....
9.1.	A sík alakváltozás (SA)	.....
9.2.	Az általánosított sík-feszültségi feladat (ÁSF) – tárcsa feladat	.....
9.3.	Forgásszimmetrikus feladatok (FSZ)	.....
9.4.	Síkfeladatok megoldása feszültség-függvénnyel	.....
9.5.	Síkbeli forgásszimmetrikus feladatok	.....
9.5.1.	Vastag falú csövek	.....
9.5.2.	Gyorsan forgó csőtengelyek, tengelyek	.....
9.6.	Gyakorló feladatok vastag falú csövekre, gyorsan forgó tengelyekre, csőtengelyekre	.....
10.	KINEMATIKA, KINETIKA	.....
10.1.	Anyagi pont mozgása	.....
10.1.1.	A mozgásfüggvény, a pályagörbe	.....
10.1.2.	A sebességfüggvény, a sebességvektor	.....
10.1.3.	A gyorsulásfüggvény, a gyorsulásvektor	.....
10.1.4.	A mozgásjellemzők közötti kapcsolat	.....
10.1.5.	Gyakorló feladatok anyagi pont mozgására	.....
10.2.	Merev test mozgása	.....
10.2.1.	Alapfogalmak	.....
10.2.2.	Merev test sebességállapota	.....
10.2.3.	Az elemi síkmozgás	.....
10.2.4.	Merev test gyorsulásállapota	.....
10.2.5.	Gyakorló feladatok merev test mozgására	.....
10.3.	Merev test kinetikája	.....
10.3.1.	Merev test tömegeloszlásának jellemzői	.....
10.3.2.	Merev test impulzusa, impulzusnyomatéka	.....
10.3.3.	Merev test kinetikai energiája	.....
10.3.4.	Merev testre ható erőrendszer teljesítménye	.....

10.3.5. Merev testre ható erőrendszer munkája	
10.3.6. Az impulzustétel	
10.3.7. A perdület tétel	
10.3.8. Energiatétel, munkatétel	
10.3.9. Merev test kényszermozgása	
10.3.10. Gyakorló feladatok merev test kinetikájára	
11. DINAMIKAI FELADATOK	
11.1. Forgó tömegek kiegyensúlyozása	
11.1.1. A tömegkiegyensúlyozás célkitűzése	
11.1.2. A tömegkiegyensúlyozás megvalósítása	
11.2. Forgórészek meghajtása és üzemeltetése	
11.3. Testek ütközése	
11.3.1. Feltételezések, fogalmak	
11.3.2. Testek centrikus ütközése	
11.3.3. Testek excentrikus ütközése	
12. IRODALOM	
I. FÜGGELÉK: MATEMATIKAI ÖSSZEFOGLALÓ	
F.I.1. Vektorok és vektorműveletek.	
F.I.2. Gyakorló feladatok vektorműveletekre	
F.I.3. Mátrixalgebrai összefoglaló	
F.I.4. Vektorok skaláris, vegyes és diadikus szorzata.	
F.I.5. Mátrix sajátértékei és sajátvektorai	
F.I.6. Tenzorok előállítása	
F.I.7. Gyakorló feladatok vektorokra, mátrixokra, tenzorokra	
F.I.8. Differenciálegyenletek	
II. FÜGGELÉK: RUDAK EGYSZERŰ IGÉNYBEVÉTELEI	
F.II.1. Alapfogalmak	
F.II.2. Prizmatikus rúd húzása, zömök rúd nyomása	
F.II.3. Húzott-nyomott rudak tönkremenetele	
F.II.4. Kör és körgyűrű keresztmetszetű rudak csavarása	
F.II.5. Prizmatikus rudak egyenes hajlítása	
F.II.6. Gyakorló feladatok rudak egyszerű igénybevételeire	

0. BEVEZETÉS

Az Alkalmazott Mechanika tárgy a Széchenyi István Egyetem Műszaki Tudományi Karán a Mechatronikai mérnöki, a Közlekedésmérnöki és a Logisztikai mérnöki egyetemi mesterképzési (MSc) szak tantervében szereplő kötelező tantárgy.

A tantárgy az egyetemi alapképzés mechanika oktatását meghaladó színvonalon, igényes matematikai apparátus felhasználásával, rendkívül tömören, vázaltszerűen foglalja össze a mérnöki munkához szükséges statika, szilárdságtan, kinematika és kinetika leglényegesebb fogalmait és összefüggéseit. Ezzel lehetőséget teremt az egyetemi alapképzést az adott szakon folytató hallgatóknak mechanikai ismereteik bővített, magasabb színvonalú megerősítésére, a korábban kevesebb mechanikai ismeretet szerzett hallgatóknak pedig tudásuk egyetemi szintre hozására. A tananyag összeállításánál a szerzők arra törekedtek, hogy a mérnöki mechanikának a fenti MSc szakok számára fontos fejezeteire térjenek ki.

A jegyzet végén függelékben találhatók azok a matematikai és elemi szilárdságtani ismeretek, amelyek ismerete a tananyag megértéséhez szükséges. A mechanikai elméleti tananyagot kidolgozott gyakorló feladatok, valamint további ki nem dolgozott gyakorló feladatok egészítik ki, amelyek önálló gyakorlásra is lehetőséget biztosítanak. Az önálló feladatmegoldásnak az elméleti anyag megértése és megtanulása, valamint a kidolgozott feladatok gondolatmenetének megértése után célszerű neki kezdeni. A tananyag elsajátítása a félév során folyamatos munkát igényel. A vizsgára történő eredményes felkészüléshez célszerű a tananyaggal heti 3-4 órát intenzíven foglalkozni és a jegyzetből 15-20 oldalnyi anyagot feldolgozni.

A jegyzet - az előadásokon, gyakorlatokon és konzultációkon történő részvételt feltételezve - segítséget szándékoznak nyújtani a nappali tagozatos hallgatóknak a tantárgy elsajátításához és a vizsgára történő eredményes felkészüléshez. Hasznos segédeszköz lehet azonban a levelező tagozatos egyetemi mesterképzésben résztvevő hallgatók számára is, akik nagyobb részt önállóan készülnek fel a félévközi házi feladatok megoldására és a vizsgára.

Az eredményes felkészüléshez a hallgatók az Alkalmazott Mechanika Tanszék honlapján a <http://www.sze.hu/am/> címen további oktatási segédanyagokat, kidolgozott elméleti kérdéseket találnak.

Az Alkalmazott Mechanika tantárgy anyagának elsajátításához a jegyzet szerzői eredményes munkát kívánnak.

A szerzők ezen a helyen mondanak köszönetet Dr. Szabó Tamás tanszékvezető egyetemi docensnek, a jegyzet lektorának hasznos és érdemi szakmai észrevételeiért, amelyek a jegyzet végleges változatába beépültek. Köszönet illeti Aczél Ákos egyetemi tanársegédet is a jegyzet nyers változatának alapos átnézéséért és korrekciós javaslataiért.

Győr, 2010. december