

TANTÁRGYI KOMMUNIKÁCIÓS DOSSZIÉ

**KAPCSOLT RUGALMASSÁGTANI
FELADATOK**

GEMET344M

Miskolci Egyetem
Gépészmérnöki és Informatikai Kar
Műszaki Mechanikai Intézet

HIRDETMÉNY**A Kapcsolt rugalmasságtani feladatok (GEMET344M)**

című tantárgy ütemterve és követelményei
2017/2018 tanév I. félév

1. hét: Kontinuumok elektrodinamikája. Térfogati és felületi töltéssűrűség, a dipólusmomentum fogalma, a polarizációvektor. Elektromos áramsűrűségvektorok, a mágnesezettség. Elektromos mező és mágneses indukció.
2. hét: Maxwell egyenletek rendszere kontinuumokra, a konvektív derivált. Elektromágneses mező globális mérlegegyenletei kontinuumokra: az elektromos és mágneses Gauss törvény, a Faraday-féle indukciós törvény és az Ampère–Maxwell-féle gerjesztési törvény.
3. hét: Elektromos töltésmegmaradás törvénye. Peremfeltételek elektromágneses mezőben. Elektromágneses erő és nyomaték kontinuumokban. Collet–Mauguin tétele: a Maxwell-féle elektromágneses feszültségtenzor kontinuumokra.
4. hét: Elektromágneses teljesítménysűrűség. Mérlegegyenletek lokális és globális alakja elektromágneses kontinuumokra: a tömegmegmaradás törvénye, Cauchy-féle I. és II. mozgásegyenlet. Termodinamika I. főtétele: az energiaegyenlet. Termodinamika II. főtétele: az entrópiatétel.
5. hét: Maxwell egyenletek, megmaradási tételek és peremfeltételek Lagrange-féle leírási módban. Piola azonosságok. A Helmholtz-féle szabadenergia. Anyagi szimmetria, objektív tenzorok. Anyagegyenletek, az anyagállandók tenzorai anizotróp termoelektromagne-toaktív anyagokra.
6. hét: Elektro- és magnetoaktív anyagok. Az elektromos potenciál. Piezoelektromos testek (aktuátorok és szenzorok) lineáris kezdeti-peremértékfeladatának alapegyenletei és peremfeltételei a hőhatások elhanyagolásával.
7. hét: Oktatási szünet.
8. hét: Piezoelektromos testek lineáris kezdeti-peremértékfeladatának megfogalmazása variációs alakban. Lényeges és természetes peremfeltételek. Sajátrezgések és a Rayleigh-féle hányados. Analitikus és közelítő megoldások előállítása rúdfeladatokra.
9. hét: Lineáris hőrugalmasságtan egyenletrendszere elhanyagolva az elektromágneses hatásokat: Fourier-féle hővezetési törvény, a mozgásegyenlet, a hővezetési egyenlet, Duhamel–Neumann egyenletek, a kezdeti és peremfeltételek háromdimenziós feladatokra.
10. hét: Az elmozdulás- és a hőmérsékletmezőre vonatkozó alapegyenletek származtatása. Csatlások típusai. Az instacionárius és stacionárius hőrugalmasságtani feladat variációs alakja háromdimenziós esetben. Lényeges és természetes peremfeltételek.
11. hét: A lineáris hőrugalmasságtan síkbeli feladatainak egyenletrendszere, a kezdeti- és peremfeltételek. Síkalakváltozási állapot, síkfeszültségi állapot, általánosított síkfeszültségi állapot. A hőrugalmasságtan variációs egyenlete síkfeladatokra.
12. hét: Kiterjesztett hővezetési törvények: a Green–Lindsay- és a Maxwell–Chester-féle modellek egyenletei, kezdeti és peremfeltételei, a relaxációs idők bevezetése. Néhány kezdeti-peremértékfeladat analitikus megoldása.
13. hét: Az instacionárius hővezetési feladat végesesemes alapegyenletének időbeli integrálása: a Crank–Nicolson módszer. Stabilitási feltételek.
14. hét: Összefoglalás.

A tantárgy **aláírással és kollokviummal** zárul. Az **elégéses szint** eléréséhez a tantárgyi követelmények **50 %-át** kell teljesíteni, de **szorgalmi időszakban** – a rendszeres tanulás elősegítése és jutalmazása céljából – az aláírás **40 %-os** teljesítménnyel is megszerezhető. Az eredményes munka érdekében az Intézet rendszeresen ellenőrzi a hallgatók óralátogatását.

Aláírás megszerzése a szorgalmi időszakban

Szorgalmi időszakban a hallgatóknak **egy** alkalommal kell önállóan, írásban, **zárthelyi dolgozat** keretében beszámolni a tudásukról. Az önálló foglalkozás időtartama 50 perc, értékelése pontozással történik, ahol maximálisan 40 pont érhető el. A félév-végi **aláírás megszerzésének feltétele**, hogy a hallgató az önálló foglalkozáson megszerezhető 40 pontból **minimálisan 16 pontot** (40 %) elérjen. Az önálló foglalkozás *tervezett* időpontja a 12. oktatási hétre esik.

Az a hallgató, aki az önálló foglalkozáson nem éri el a 40%-os teljesítménynek megfelelő 16 pontot, **pót-zárthelyi dolgozat** megírásával szerezhethet aláírást. A pót-zárthelyi anyaga felöleli a félév teljes tananyagát, időtartama 50 perc, maximálisan 40 pont érhető el. Az aláírás megszerzéséhez a pót-zárthelyin **minimálisan 16 pontot** kell elérni. A pót-zárthelyi dolgozat *tervezett* időpontja a 14. oktatási hétre esik.

Aláírás megszerzése a vizsgaidőszakban

Az a hallgató, aki szorgalmi időszakbeli teljesítménye alapján nem szerzett aláírást, a vizsgaidőszakban szerezhethet aláírást. Az írásbeli **aláíráspótló vizsga** időtartama 50 perc, amelyen maximálisan 40 pont szerezhető. Az **aláírás** megszerzéséhez **minimálisan 20 pontot** (50 %) kell elérni.

Vizsgajegy

A tantárgyat lezáró **vizsga** írásbeli, időtartama 50 perc, maximálisan 40 pont szerezhető. Az évközi teljesítményt az aláíráshoz szükséges 16 pont feletti pontszám 25%-val vesszük figyelembe a vizsgán. A vizsgajegyet az elért pontszám és az évközi teljesítmény alapján kapott pontszám összege adja az alábbi táblázat alapján:

Vizsgaidőszak	Pontszám	0 – 19	20 – 23	24 – 27	28 – 31	32 –
	Vizsgajegy	elégtelen	elégséges	közepes	jó	jeles

Az évközi teljesítmény alapján a tárgyból **megajánlott vizsgajegy** is szerezhető. Megajánlott jeles (5) vizsgajegyet kap az a hallgató, aki az évközi zárthelyin legalább 32 pontot ér el. Megajánlott jó (4) vizsgajegyet kap az a hallgató, aki az évközi zárthelyin legalább 28 pontot szerez (de a 32 pontot nem éri el).

Javasolt jegyzetek:

Eringen, A.C. and Maugin, G.A.: *Electrodynamics of Continua I. – Foundations and Solid Media*, Springer-Verlag, New York, 1990.

Hetnarski R.B. and Eslami, M.R.: *Thermal Stresses – Advanced Theory and Applications*, Springer, 2009.

Yang, J.: *An Introduction to the Theory of Piezoelectricity*, Springer-Verlag, Berlin, 2005.

Boley, B.A. and Weiner, J.H.: *Theory of Thermal Stresses*, Dover, New York, 1997.

Dr. Tóth Balázs
egyetemi docens
a tantárgy előadója

Dr. Bertóti Edgár
egyetemi tanár
intézetigazgató

Kapcsolt rugalmasságtan	Név:	Neptun kód:	Zárthelyi 1. lap
-------------------------	------	-------------	---------------------

1. Igazolja, hogy az elektromágneses kontinuum dipólusmomentum sűrűségét jellemző polarizációvektor független a vonatkoztató rendszer megválasztásától! (2 pont)

2. Definiálja egy tetszőleges – a vonatkoztató koordinátarendszer koordinátáinak, mint térkoordinátáknak és az idő folytonos és differenciálható függvényeként megadott – $\vec{a}(\vec{x}, t)$ vektormező konvektív deriváltját, majd igazolja, hogy a

$$\dot{\vec{a}} + \vec{a} \operatorname{div}(\vec{v}) = \overset{*}{\vec{a}} + (\operatorname{grad} \vec{a}) \cdot \vec{v}$$

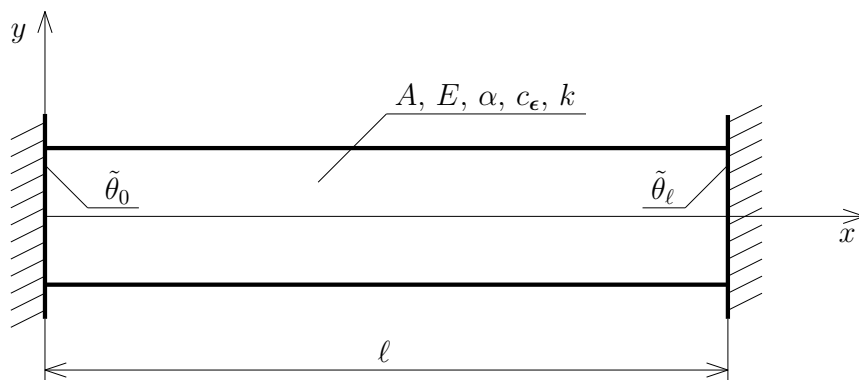
összefüggés fennáll, ahol $\vec{v}(\vec{x}, t)$ az Euler-féle sebességmező! (5 pont)

3. Írja fel az elektromágneses kontinuumok Maxwell-egyenleteit az R vonatkoztató rendszerhez képest \vec{v} sebességgel mozgó R' rendszerben, majd adja meg az elektromos- és a mágneses térerősségvektor, valamint az elektromos áramsűrűségvektor transzformációs képletét! Nevezze meg a bennük megjelenő mechanikai mennyiségeket! (6 pont)

4. Fogalmazza meg a Collet–Maugin-tételt, majd írja fel az elektromágneses feszültségtenzor egy lehetséges felbontását! (4 pont)
5. Adja meg az elektromágneses kontinuumok mérlegegyenleteinek differenciális alakját a vontakoztató koordinátrandszerben, azaz a következőket:
- (a) a Cauchy-féle I. mozgásegyenletet, (1 pont)
 - (b) a Cauchy-féle II. mozgásegyenletet, (1 pont)
 - (c) a tömegmegmaradás törvényét, (1 pont)
 - (d) az energiagyenletet, (1 pont)
 - (e) az entrópiamérleget! (1 pont)

Kapcsolt rugalmasságtan	Név:	Neptun kód:	Zárthelyi 2. lap
-------------------------	------	-------------	---------------------

6. Az ábrán látható, mindkét végén befogott, prizmatikus rudat az $x = 0$ peremén a $\tilde{\theta}_0$, míg az $x = \ell$ oldal felületén a $\tilde{\theta}_\ell$ időben állandó hőmérsékletnövekmény terheli. A rúd kezdeti hőmérsékletváltozása $\theta_0(x)$. A lineárisan hőrugalmas, homogén és izotróp rúd ℓ hossza, keresztmetszetének A területe, anyagának E rugalmassági modulusza, α hőtágulási együtthatója, c_ϵ hőkapacitása és k hővezetési tényezője ismert.



- (a) Oldja meg a rúd csatolatlan instacionárius (időtől függő) hővezetési egyenletét a fent megadott kezdeti-peremértékproblémára! (7 pont)

- (b) Írja fel, mely kritériumoknak kell megfelelnie a $\theta_0(x)$ kezdeti feltételnek? (2 pont)

7. Tekintsük ismét az előző feladatban szereplő, adott geometriai- és anyagi tulajdonságokkal rendelkező rudat az előírt peremfeltételekkel együtt.

(a) Oldja meg a rúd stacionárius (kvázistatikus) hőrugalmasságtani peremértékfeladatát a $\theta(x)$ hőmérsékletváltozás és az $u(x)$ elmozdulásmező teljes csatolásával! (5 pont)

(b) Határozza meg a stacionárius alakváltozás- és feszültségmezőt az x koordináta függvényeként! (2 pont)

(c) Számítsa ki paraméteresen az $x = \ell/2$ koordinátájú keresztmetszet elmozdulását és hőmérsékletváltozását! (2 pont)