



## **ÉGÉSELMÉLET, HŐTAN**

ANYAGMÉRNÖK ALAPKÉPZÉS  
HŐENERGIA valamint SZILIKÁTTECHNOLÓGIAI SZAKIRÁNYON  
ANYAGMÉRNÖK ALAPKÉPZÉS  
(nappali munkarendben)

TANTÁRGYI KOMMUNIKÁCIÓS DOSSZIÉ

**MISKOLCI EGYETEM  
MŰSZAKI ANYAGTUDOMÁNYI KAR  
ENERGIA- ÉS MINŐSÉGÜGYI INTÉZET**

Miskolc, 2014/15 II. félév

**Tartalomjegyzék**

1. Tantárgyleírás, tárgyjegyző, óraszám, kreditérték
2. Tantárgytematika (órára lebontva)
3. Minta zárthelyi
4. Vizsgakérdések
5. Egyéb követelmények

## 1 TANTÁRGYLEÍRÁS

<b>Tantárgy neve:</b> EGÉSELMÉLET, HŐTAN	<b>Tantárgy Neptun kódja:</b> MAKETT242B <b>Tárgyfelelős intézet:</b> Miskolci Egyetem, Műszaki Anyagtudományi Kar, <b>Energia és Minőségügyi Intézet</b> <b>Tantárgyelem:</b> kötelező (BSc törzsanyag)
<b>Tárgyfelelős:</b> Dr. Szemmelveisz Tamás c. egyetemi docens	
<b>Javasolt félév:</b> 4. tavaszi félév	<b>Előfeltétel:</b> <i>Tüzeléstan</i> (MAKETT236B)
<b>Óraszám/hét:</b> 3 óra gyakorlat	<b>Számonkérés módja:</b> aláírás-kollokvium
<b>Kreditpont:</b> 4	<b>Tagozat:</b> BSc nappali

### A tantárgy célja:

A tantárgy keretében az energiafelszabadítás égéselméleti vonatkozásai, valamint az energiafajták átalakulásának és a hőközlésnek, hőfolyamatoknak az alapjai kerülnek ismertetésre. A tantárgy szükség szerint kiegészül azokkal az áramlástechnikai ismeretekkel, amelyek nélkülözhetetlenek a hőátzármaztatási folyamatok megértéséhez.

### A tantárgy tematikus leírása:

Termodinamika (alapfogalmak, a termodinamika I. főtétele, állapotváltozások, entrópia, körfolyamatok), folyadékok és gázok áramlási és hőtechnikai vizsgálata a mérlegegyenletek alkalmazásával (a mérlegegyenletek általános megfogalmazása, áramlási mező és hőmérséklet eloszlás kontinuumok esetén, a Bernoulli egyenlet alkalmazási területei), hőátzármaztatás (konvektív hőátadás, hőterjedés szilárd testekben, hősugárzás), gázok égéselmélete.

**A kurzusra jelentkezés módja:** regisztrációs héten NEPTUN rendszeren kívül

**A tantárgy felvételének előfeltétele:** *Tüzeléstan* (MAKETT236B)

**Oktatási módszer:** Előadások, kivetítés használatával

**Félévközi számonkérés módja:** zárthelyi dolgozat

**Az aláírás megszerzésének feltétele:**

- két 60-60 perces zárthelyi dolgozat minimum elégséges osztályzatra történő megírása.
- gyakorlatok legalább 70% -án való részvétel.

**A tantárgy lezárásának módja:** vizsga

A vizsgáztatás módja: Írásbeli és szóbeli vizsga

**Értékelés:** ötfokozatú értékelés

A zárthelyiket pontozással és annak alapján 1-5 számjegyű osztályzással értékeljük.

A zárthelyiken elért eredményeket a vizsgába beszámítjuk.

A két zárthelyin elérhető összesen 100 pont. Az elért összpontszám alapján az alábbi megajánlott vizsgajegy adható:

70 - 84 pont      jó  
85- 100 pont      jeles

Pótzárthelyin megajánlott „Vizsgajegy” nem szerezhető.

## **Oktatási segédesszközök**

### ***Kötelező irodalom:***

- [1] Kapros Tibor: Hőtan, ME Tüzeléstani Tsz., Miskolc, 2011
- [2] Palotás Árpád Bence: Műszaki hőtan példatár, ME Tüzeléstani Tsz., Miskolc, 1999.
- [3] Dr. Farkas Ottóné: Ipari kemencék tüzeléstani számításai. Tankönyvkiadó, Budapest, 1990.

### ***Ajánlott irodalom:***

- [4] Dr. Farkas Ottóné: Ipari kazánok tüzeléstani számításai. Miskolci Egyetem, Kohómérnöki Kar, Tüzeléstani Tanszék, 1998.
- [5] Maximilian Lackner, Arpad Palotas, Franz Winter: Combustion: From Basics to Applications, Wiley VCH Verlag GmbH, 2013.
- [6] Frank P. Incropera, David P. DeWitt, Theodore L. Bergman, Adrienne S. Lavine: Fundamentals of Heat and Mass Transfer, Wiley, 2001.

## 2 TANTÁRGYTEMATIKA

**Égéselmélet, hőtan  
Tantárgytematika (ÜTEMTERV)  
2014/15 II. félév (tavaszi)**

Anyagmérnöki Alapképzési Szak, Hőenergiagazdálkodási vagy Képlékenyalakítási Szakirány  
hallgatói számára II. évfolyam 4. félév

Hét	Gyakorlat
1.	Követelmények, Félév tananyaga, Alapfogalmak (kémiai reakciók, tüzelőanyagok, termodinamika, energia, hőátvitel)
2.	ÉGÉS (gyulladás, gyújtás, öngyulladás, gyújtáskonzentráció, lángok szerkezete, mérete, lángterjedés)
3.	REAKCIÓKINETIKA (egyszerű és összetett reakciók, reakciósebesség, reakcióegyensúly, kémiai potenciál)
4.	ÉGÉSI REAKCIÓK (reakciómechanizmusok, láncreakciók ismertetése)
5.	TÜZELŐANYAGOK ÉGÉSE (gáz-, folyadék- és szilárd halmazállapotú tüzelőanyagok égése)
6.	<b>I. ZH</b>
7.	HŐTANI ALAPFOGALMAK, HŐÁTVITEL
8.	HŐVEZETÉS (időben változó)
9.	HŐVEZETÉS (időben állandó)
10.	KONVEKTÍV HŐÁTADÁS (természetes és kényszer konvekció)
11.	HŐSUGÁRZÁS (szilárd testek között)
12.	HŐSUGÁRZÁS (láng- és gázsugárzás)
13.	<b>II. ZH</b>
14.	<b>Pót ZH</b>

### 3 MINTA ZÁRTHELYI

Dátum:

Név:.....

Tankör:.....

1. Írja fel a hőmérséklet térbeli változását leíró függvényt véges vastagságú végtelen kiterjedésű síkfalra állandósult állapotban, ha a fal két felületének hőmérséklete adott ( $T_1$  és  $T_2$ )! Adja meg az összefüggésben szereplő tényezők jelentését és mértékegységét! (8 p.)
2. Egy földalatti helyiség 20 cm vastag betonfallal van kialakítva. A beton hővezetési tényezője  $2,2 \text{ W/mK}$ . A helyiség alapterülete  $4 \times 4 \text{ m}$ , a magassága  $2,5 \text{ m}$ . Egy hideg napon a betonfal föld felőli felületének hőmérséklete  $10 \text{ }^\circ\text{C}$ , belső felületének hőmérséklete  $14 \text{ }^\circ\text{C}$ . A helyiség fűtésére elektromos kályhát használnak, amelynek hatásfoka  $0,9$ . Mennyibe kerül egy napi ( $24 \text{ h}$ ) fűtés, ha az elektromos áram díja  $20,5 \text{ Ft/kWh}$ ? Mekkora a helyiségben a levegő hőmérséklete, ha a betonfal és a levegő között a hőátadási tényező  $8 \text{ W/m}^2\text{K}$ ? (12 p.)
3. Milyen tényezőktől függ és hogyan határozható meg a hőátadási tényező? (8 p.)
4. Hogyan írható fel a Stefan-Boltzman törvény? Adja meg az összefüggésben szereplő tényezők jelentését és mértékegységét! (8 p.)
5. Mekkora a hőmérséklete annak az abszolút fekete testnek, amelynek a sugárzási intenzitása  $0,5 \text{ } \mu\text{m}$  hullámhosszon maximális? (5 p.)
6. Mennyi idő alatt tudunk  $100^\circ\text{C}$ -ra felforralni  $1 \text{ liter}$   $15^\circ\text{C}$ -os vizet (sűrűség:  $1000 \text{ kg/m}^3$ , fajhő:  $4,2 \text{ kJ/kgK}$ ) egy  $2 \text{ kW}$ -os vízforralóval? (5 p.)
7. Mi az összefüggés a hőkapacitás és a fajhő között? (4 p.)

**Összesen:**

**50 pont**

#### **PONTHATÁROK:**

0 - 19 pont	1 (elégtelen)
20 – 27 pont	2 (elégséges)
28 – 34 pont	3 (közepes)
35 – 39 pont	4 (jó)
40 – 50 pont	5 (jeles)

MEGOLDÁS

1. A végtelen kiterjedésű fal vastagsága  $L$ , a falra merőleges koordináta  $x$ .  
 $x=0$ -nál  $T=T_1$ ,  $x=L$ -nél  $T=T_2$ .

$$T(x) = \frac{T_2 - T_1}{L}x + T_1$$

$T$ = hőmérséklet K, °C,  $L$ = vastagság, m,  $x$ = koordináta, m.

2. A falon keresztül eltávozó hő  $Q=\varphi At$ .

hőáramsűrűség 
$$\varphi = \lambda \frac{T_2 - T_1}{L} = 2,2 \frac{14 - 10}{0,2} = 44 \frac{W}{m^2}$$

A falfelület 
$$A = 2 \cdot 4 \cdot 4 + 4 \cdot 4 \cdot 2,5 = 72 m^2$$

Az idő 24 h

$$Q = 44 \cdot 72 \cdot 24 = 82368 Wh = 82,368 kWh$$

A fűtőtest által felvett elektromos energia:

$$E = \frac{Q}{\eta} = \frac{82,368}{0,9} = 91,52 kWh$$

Az elektromos energia költsége:

$$K = E \cdot P = 91,52 \cdot 20,5 = 1876 Ft.$$

3. A **hőátadási tényező** függ: (nem anyagjellemző!)

- az áramlás jellegétől (*lamináris* vagy *turbulens*),
- az áramlás kialakulásának okától (*szabad* vagy *kényszerített*),
- az áramló közeg fizikai jellemzőitől (*viszkozitás, sűrűség, stb.*),
- a hőátadó felület tulajdonságaitól (*geometria, stb.*),
- a határrétegek (*áramlási és termikus*) alakulásától,
- a hőáram irányától, stb.

A hőátadási tényezőt a hasonlólélmélet alapján levezetett hasonlósági kritériumok között - kísérleti mérések alapján - felállított összefüggésekkel lehet meghatározni.

- 4.

$$\varphi = \varepsilon \cdot \sigma \cdot T^4$$

Ahol:  $\varphi$  = a sugárzásos hőáramsűrűség, W/m<sup>2</sup>

$\varepsilon$  = a szürke test feketeségi foka, -

$\sigma$  = A Stefan – Boltzmann állandó =  $5,67 \cdot 10^{-8} W/m^2 K^4$

$T$  = a sugárzó test abszolút hőmérséklete, K

5. A Wien-féle eltolódási törvény:

$$\lambda_{max} T = 2,8978 \cdot 10^{-3} mK$$

Ebből

$$T = \frac{2,8978 \cdot 10^{-3}}{\lambda_{max}} = \frac{2,8978 \cdot 10^{-3}}{0,5 \cdot 10^{-6}} = 5795,6 \text{ K}$$

6. A víz felmelegítéséhez szükséges hőmennyiség:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

A víz tömege:  $m = V \cdot \rho$

$$Q = 0,001 \cdot 1000 \cdot 4,2 \cdot (100 - 15) = 357 \text{ kJ}$$

A felmelegítéshez szükséges idő:

$$t = \frac{Q}{P} = \frac{357}{2} = 178,5 \text{ s} \approx 3 \text{ min}$$

7. A fajhő az egységnyi tömegű test hőkapacitása, vagyis az a hőmennyiség, amellyel az egységnyi tömegű test hőmérsékletét 1 K-el (1 °C-kal) lehet emelni.



## 4 VIZSGAKÉRDÉSEK

1. Termodinamika I főtétele, annak különböző termikus és kalorikus állapotjelzőkkel kifejezett alakjai.
2. Tömeg-energia- és impulzus mérlegek.
3. Bernoulli egyenlet általános és egyszerűsített alakjai.
4. Navier-Stokes és Fourier- Kirchhoff egyenletek értelmezése.
5. A kontinuitási egyenlet.
6. A hidraulikus és termikus határréteg fogalma, a Newton-féle hűlési törvény értelmezése a határréteg alapján.
7. Az áramlás főbb hasonlósági kritériumai.
8. Mesterséges és természetes konvekció jelenségeinek értelmezése.
9. Mesterséges konvekció használati formulák.
10. Természetes konvekció használati formulák.
11. Forrás és kondenzáció. Hőátadási jelenségek fázisváltozás során.
12. A hővezetés alapegyenlete. Egzakt megoldások elve.
13. Hasonlósági kritériumok a hővezetésnél.
14. Közelítő megoldások instacioner feladatoknál.
15. Hővezetési feladat megoldása véges differencia módszerrel.
16. Hősugárzás alaptörvényei (Planck, Stephan-Boltzmann, Wien törvények)
17. A Kirchhoff és Lambert féle törvények.
18. Emissziós tényezők gyakorlati meghatározása.
19. Elemi és véges felületek sugárzásos kölcsönhatása.
20. Gázsugárzás, a Beer féle törvény.
21. Határoló felület és gázatmoszféra közötti sugárzásos kölcsönkapcsolat.
22. Homogén és heterogén reakciók, Keveredés, Molekuláris és turbulens diffúzió. Izoterm szabad sugár.
23. A keverékképzés általános tapasztalati úton nyert szempontjai.
24. Az égési reakció kialakulását és sebességét meghatározó feltételek. Elsőfokú reakciók. A koncentráció hatása. Arrhenius törvény.
25. Egyenes és fordított reakciók. A reakciósebességi állandó hőmérséklet függése.
26. Határoló felület hőmérsékletének szerepe a gyulladás során. Az öngyulladás kérdése.
27. Kémiai folyamatok a lángban, kémiai potenciál, egyszerű és összetett reakciók. Reakciók osztályozása.
28. Láncreakció. Láncindítás, láncvégződés sebessége. Szabad gyökök és aktív centrumok szerepe. Lánc elágazás. Molekulák 3 fontos energiaszintje.
29. Gyulladási koncentrációk. Nyomás, hőmérséklet, inert tartalom hatása.
30. A lángok tulajdonságai. Lángterjedés. Lángterjedési sebesség.
31. Lángstabilizálás szerepe, módszerei. Lángörzés. Lángtípusok, Lángjellemzők.
32. Különböző tüzelőanyagok fontosabb égési mechanizmusai.

## 5 EGYÉB KÖVETELMÉNYEK

*Számonkérés: írásbeli és szóbeli vizsga*

60 perces írásbeli vizsgát (a javítást követően) 15-20 perces szóbeli vizsga követ az írásbeli eredményétől függően. Aki elégtelen írásbelit írt, nem szóbelizhet, a következő vizsgára kell jelentkeznie.

A zárthelyi dolgozat írása és a vizsga közben a mobiltelefon használata tilos!

Miskolc, 2015. február 3.

Dr. Szemmelveisz Tamás  
c. egyetemi docens

Dr. Palotás Árpád Bence  
intézet igazgató