***1.sz. Melléklet***

*Ajánlott minta: „Tantárgyleírás, tantárgyi tematika és teljesítési követelmények”*

Tantárgyi tematika és teljesítési követelmények   
2022/2023 1. félév

|  |  |
| --- | --- |
| Cím | Hidrogénen alapuló technológiák |
| **Tárgykód** | SZB099MN |
| **Heti óraszám: ea/gy/lab** | **2ea** |
| **Kreditpont** | **2** |
| **Szak(ok)/ típus** |  |
| **Tagozat** |  |
| **Követelmény** | **Félévközi jegy** |
| **Meghirdetés féléve** | **2022/2023 2.félév** |
| **Előzetes követelmény(ek)** | **-** |
| **Oktató tanszék(ek)** | **Villamos Hálózatok Tanszék** |
| **Tárgyfelelős** | **Bakk Teodóra Diána** |
| **Oktatók** | **Bakk Teodóra Diána és Csordás Antal** |
|  |  |

Tárgyleírás

Hidrogén, mint üzemanyag jövőbeni szerepe az energetikában. Átfogó ismeretek a hidrogénről (biztonsági megfontolások, előállítás, tárolás). PEM típusú tüzelőanyag-cellák felépítése, főbb elemei. Tüzelőanyag-cella fajták áttekintése. Balance of Plant (BoP), avagy a tüzelőanyag-cellák működéséhez szükséges kiegészítő rendszerek. TC tesztelése, karakterisztikus görbe. Degradációs folyamatok (visszafordítható, visszafordíthatatlan). Tüzelőanyag-cellák alkalmazási lehetőségeinek részletes ismertetése (kis teljesítményű, mobil-és stacionárius alkalmazások). Elektrolizálók működése és fajtái. Nap- és szélenergiával kapcsolt vízbontó rendszerek. Kitekintés a világba, megvalósult projektek.

Tárgytematika

*(Neptunban: Oktatás/Tárgyak/Tárgy adatok/Tárgytematika ablak)*

* **Az oktatás célja**

*Célkitűzések és a tantárgy teljesítésével elérhető tanulási eredmények megfogalmazása.*

*(Neptunban: Oktatás/Tárgyak/Tárgy adatok/Tárgytematika/Oktatás célja rovat)*

Hidrogénen alapuló technológiák megismerése. Tüzelőanyag-cellás rendszerek felépítésének és működésének elsajátítása. Hidrogén energetikában betöltött szerepének és alkalmazási lehetőségeinek megismerése.

* **A tantárgy tartalma**

*(Neptunban: Oktatás/Tárgyak/Tárgy adatok/Tárgytematika/Tantárgy tartalma rovat)*

|  |  |
| --- | --- |
|  | Témakörök |
| Előadás | * Hidrogén, mint üzemanyag. Miért épp hidrogén? * Hidrogénstratégiák. Energiaválság. * Hidrogén tulajdonságai. Hidrogénbiztonság. * Hidrogén előállítása és tárolása. * PEM típusú tüzelőanyag-cellák felépítése, működése, komponensek. (Bipoláris lap, katalizátor, membrán) * Tüzelőanyag-cella fajták. * Balance of Plant (BoP), avagy a tüzelőanyag-cellák működéséhez szükséges kiegészítő rendszerek * Tüzelőanyag-cellás rendszerek működtetése * Tüzelőanyag-cellák tesztelése, karakterisztikus görbe * Degradációs folyamatok * 1.ZH * Ismerkedés tüzelőanyag-cellás rendszerekkel, demonstráció * Tüzelőanyag-cellás alkalmazások I. (Kis teljesítményű TC-k) * Tüzelőanyag-cellás alkalmazások I. (Kis teljesítményű TC-k) * Tüzelőanyag-cellás alkalmazások II. (Járműipari alkalmazások) * Tüzelőanyag-cellás alkalmazások II. (Járműipari alkalmazások) * Tüzelőanyag-cellás alkalmazások III. (Stacionárius alkalmazások) * Tüzelőanyag-cellás alkalmazások III. (Stacionárius alkalmazások) * Tüzelőanyag-cellák teljesítmény elektronikája * Tüzelőanyag-cellák teljesítmény elektronikája * Elektrolizálók működése * Elektrolizálók típusai, előnyök és hátrányok * Napenergiával, szélenergiával kapcsolt vízbontó rendszerek * Megvalósult projektek a világból * Demonstráció * 2.ZH |
|  |  |
|  |  |

**Részletes tantárgyi program és a követelmények ütemezése**

*Jelezzük az oktatási szüneteket is!*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| ELŐADÁS | | | | |
| Okta-tási hét | **Téma** | **Kötelező irodalom hivatkozás, oldalszám (-tól-ig)** | **Teljesítendő feladat (beadandó, zárthelyi, stb.)** | **Teljesítés ideje, határideje** |
| 1. | Hidrogén, mint üzemanyag. Miért épp hidrogén? Hidrogénstratégiák. Energiaválság. | [2]1-9o. |  |  |
| 2. | Hidrogén tulajdonságai, hidrogénbiztonság. Hidrogén előállítása és tárolása. | [2] 9-19o., 106-109o. [3] |  |  |
| 3. | PEM típusú tüzelőanyag-cellák felépítése, működése, komponensek. (Bipoláris lap, katalizátor, membrán) Tüzelőanyag-cella fajták. | [1] 16-28o. [2]37-42o, 45-53o. |  |  |
| 4. | Balance of Plant (BoP), avagy a tüzelőanyag-cellák működéséhez szükséges kiegészítő rendszerek. Tüzelőanyag-cellás rendszerek működtetése. | [2]56-63o. |  |  |
| 5. | Tüzelőanyag-cellák tesztelése, karakterisztikus görbe. Degradációs folyamatok. | [1]53-58o. [4] |  |  |
| 6. | Ismerkedés gyakorlatban a tüzelőanyag-cellás rendszerekkel, demonstráció |  | 1.ZH |  |
| 7. | Tüzelőanyag-cellás alkalmazások I. (Kis teljesítményű TC-k) | [2] 83-85o., 98o. |  |  |
| 8. | Tüzelőanyag-cellás alkalmazások II. (Járműipari alkalmazások) | [2] 85-95o. |  |  |
| 9. | Tüzelőanyag-cellás alkalmazások III. (Stacionárius alkalmazások) | [2] 96-97o. |  |  |
| 10. | Tüzelőanyag-cellák teljesítmény elektronikája | [7] 7-29o. |  |  |
| 11. | Elektrolizálók működése. Elektrolizálók típusai, előnyök és hátrányok | [5]1-5o. [6] |  |  |
| 12. | Napenergiával, szélenergiával kapcsolt vízbontó rendszerek. Megvalósult projektek a világból | [2] 11-15o. |  |  |
| 13. | TC rendszerek demonstráció |  | 2.ZH |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

* **Számonkérési és értékelési rendszer**

*(Neptunban: Oktatás/Tárgyak/Tárgy adatok/Tárgytematika/Számonkérési és értékelési rendszere rovat)*

**Jelenléti és részvételi követelmények**

A *PTE TVSz* 45.§ (2) és *9. számú melléklet 3§ szabályozása szerint a hallgató számára az adott tárgyból érdemjegy, illetve minősítés szerzése csak abban az esetben tagadható meg hiányzás miatt, ha nappali tagozaton egy tantárgy esetén a tantárgyi tematikában előirányzott foglalkozások több mint 30%-áról hiányzott.*

***A jelenlét ellenőrzésének módja*** *(pl.: jelenléti ív / online teszt/ jegyzőkönyv, stb.)*

Jelenléti ív

**Számonkérések**

*A tantárgy követelménytípusának megfelelő rovatok töltendők ki (félévközi jeggyel, vagy vizsgával záruló tantárgyak). A másik típus rovatai törölhetők.*

***Félévközi jegy***

***Félévközi ellenőrzések, teljesítményértékelések és részarányuk a minősítésben***

*(A táblázat példái törlendők.)*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Típus** | **Értékelés** | **Részarány a minősítésben** |
| *pl.: 1. ZH* | *max 30 pont* | *50 %* |
| *pl.: 2. ZH* | *max 30 pont* | *50 %* |

***Az aláírás megszerzésének feltétele***

(Pl.: 40%-os évközi minősítés.)

40%-os évközi minősítés és 65%-os jelenlét

***Pótlási lehetőségek az aláírás megszerzéséhez*** (PTE TVSz 50§(2))

*A javításra, ismétlésre és pótlásra vonatkozó különös szabályokat a TVSZ általános szabályaival együttesen kell értelmezni és alkalmazni:*

*Minden ZH és a beadandó jegyzőkönyvek, …, a szorgalmi időszakban legalább egy-egy alkalommal pótolhatók/javíthatók, továbbá a vizsgaidőszak első két hetében legalább egy alkalommal lehetséges a ZH-k, a beadandók, …, javítása/pótlása az aláírás megszerzése érekében.*

1.ZH és 2.ZH pótlása szorgalmi időszakban a ZH-t követő héten. További pótlási alkalom a vizsgaidőszak első hetében.

***Az érdemjegy kialakítása*** *(TVSz 47§ (3))*

***100*** %-ban az évközi teljesítmény,  ***0***  %-ban a vizsgán nyújtott teljesítmény alapján történik.

***Az érdemjegy megállapítása az összesített teljesítmény alapján %-os bontásban***

|  |  |
| --- | --- |
| **Érdemjegy** | **Teljesítmény %-ban kifejezve** |
| jeles (5) | 85 % … |
| jó (4) | 70 % ... 85 % |
| közepes (3) | 55 % ... 70 % |
| elégséges (2) | 40 % ... 55 % |
| elégtelen (1) | 40 % alatt |

Az egyes érdemjegyeknél megadott alsó határérték már az adott érdemjegyhez tartozik.

* **Irodalom**

*Felsorolás fontossági sorrendben. (Neptunban: Oktatás/Tárgyak/Tárgy adatok/Tárgytematika/Irodalom rovat)*

**Kötelező irodalom és elérhetősége**

[1.] Fuel Cell Handbook (Seventh Edition)- EG and G Technical Services, Inc. (online letölthető)

[2.] Hidrogén és metanol gazdaság - Mayer Zoltán, Kriston Ákos

**Ajánlott irodalom és elérhetősége**

[3.] An overview of hydrogen production technologies - J.D. Holladay \*, J. Hu, D.L. King, Y. Wang

Pacific Northwest National Laboratory, 902 Battelle Blvd., Richland, WA 99352, USA

[4.] A review of PEM fuel cell durability: Degradation mechanisms and mitigation strategies - Jinfeng Wu a, Xiao Zi Yuan a, Jonathan J. Martin a, Haijiang Wang a,∗, Jiujun Zhang a,Jun Shen a, Shaohong Wu a, Walter Merida a,a Institute for Fuel Cell Innovation, National Research Council of Canada, Vancouver, B.C., Canada V6T 1W5 b Department of Mechanical Engineering, University of British Columbia, Vancouver, B.C., Canada V6T 1Z4

[5.] A comprehensive review on PEM water electrolysis - Marcelo Carmo a,\*, David L. Fritz a, Ju ̈ rgen Mergel a, Detlef Stolten a,b

a Forschungszentrum Ju ̈ lich GmbH, Institute of Energy and Climate Research, IEK-3: Electrochemical Process Engineering,

52425 Ju ̈ lich, Germany b Chair for Fuel Cells, RWTH Aachen University, Germany

[6] <https://www.hfc-hungary.org/elektrolizis/>

[7] Texas Instruments: Power Topologies Handbook - Markus Zehendner, Matthias Ulmann

<https://www.ti.com/seclit/ug/slyu036/slyu036.pdf>