



## Tárgytematika

<b>Félév:</b>	2015/16/1
<b>Tárgynév:</b>	Numerikus áramlástani módszerek alkalmazása a mérnöki gyakorlatban
<b>Tárgykód:</b>	VEMKFOM354A
<b>Felelős szervezet neve:</b>	Folyamatmérnöki Intézeti Tanszék
<b>Felelős szervezet kódja:</b>	MKFO
<b>Tárgyfelelős neve:</b>	Dr. Ulbert Zsolt

---

### Oktatás célja:

A korszerű numerikus áramlástani eszközök alkalmazása napjainkban már a legkülönbözőbb mérnöki területeken elterjedtek. Segítségükkel hatékonyan vizsgálhatók és tervezhetők a komplex hidrodinamikai rendszerek, mint pl. a keverőkben kialakuló áramlási viszonyok, a hőtani berendezésekben lejátszódó transzport folyamatok, a kémiai reaktorokban kialakuló komponensáramlás stb. A numerikus áramlástani eszközök használata lehetővé teszi, hogy a rendszerek modellezésekor a reális, az ideálistól eltérő, hidrodinamikai feltételezésekkel éljünk. A CFD eszközök alkalmazásával részletes betekintést nyerhetünk a vizsgált rendszerek áramlási viszonyaiba.

A numerikus áramlástani eszközök működése az áramlási egyenleteken és azok hatékony matematikai módszerekkel való megoldásán alapul. A tárgy elsődleges célja, hogy ezek elméleti alapjaival megismertesse a hallgatókat. A tárgy gyakorlati foglalkozásain a hallgatók megismerkednek a COMSOL Multiphysics szoftver használatával és áramlástani, hőtani feladatokat oldanak meg. A gyakorlatok egy részében a hallgatók áramlástani méréseket végeznek laboratóriumi berendezésekben és elvégzik azok numerikus áramlástani szimulációját is.

### Tantárgy tartalma:

Elméleti ismeretek:

1. Bevezetés a numerikus áramlástanba.

A numerikus áramlástan története, CFD eszközök fejlődése, jelenje.

A numerikus áramlástan, mint a mérnöki megismerés eszköze.

A numerikus áramlástan, mint tervezési eszköz.

A numerikus áramlástan alkalmazási területei, mérnöki alkalmazási példák.

2. Az áramló közeg leíró egyenletei

Az áramlás fizikai alapelvei, a megmaradási mennyiségek és törvények.

Az áramlás véges térfogat reprezentációja, differenciális mérlegegyenletek létrehozása.

A tömegmegmaradás elve, a folytonossági egyenlet.



## Tárgytematika

<b>Félév:</b>	2015/16/1
<b>Tárgynév:</b>	Numerikus áramlástani módszerek alkalmazása a mérnöki gyakorlatban
<b>Tárgykód:</b>	VEMKFOM354A
<b>Felelős szervezet neve:</b>	Folyamatmérnöki Intézeti Tanszék
<b>Felelős szervezet kódja:</b>	MKFO
<b>Tárgyfelelős neve:</b>	Dr. Ulbert Zsolt

---

### Tantárgy tartalma:

A momentum megmaradás elve, a momentum egyenlet.

Az energia megmaradás elve, az energia egyenlet.

A turbulencia kezelése, turbulencia modellek (RANS,DNS,LES).

Az áramlások fizikai peremfeltételei.

3. Az áramlási egyenletek numerikus megoldása.

A közönséges és parciális differenciálegyenletek és egyenletrendszerek megoldására alkalmas numerikus módszerek áttekintése.

A véges differenciák módszere.

A véges elemek módszere.

A véges térfogatok módszere.

A numerikus módszerek stabilitása és alkalmazhatóságuk.

A stacionárius és nem-stacionárius

Az explicit és implicit megoldási módszerek, jellemzőik.

4. A numerikus számítási hálók és generálásuk.

Az áramlási tér geometria modellezése, szimmetria viszonyok, koordinátarendszerek.

Strukturált, strukturálatlan és hibrid számítási hálók.

Hálógenerálás módszertanok, módszerek, illetve algoritmusok.

A háló jóságának ellenőrzésének szükségessége és módszerei.

5. Numerikus áramlástani szoftverek.

A numerikus áramlástan tudományterülethez kapcsolódó szoftverek áttekintése.



## Tárgytematika

<b>Félév:</b>	2015/16/1
<b>Tárgynév:</b>	Numerikus áramlástani módszerek alkalmazása a mérnöki gyakorlatban
<b>Tárgykód:</b>	VEMKFOM354A
<b>Felelős szervezet neve:</b>	Folyamatmérnöki Intézeti Tanszék
<b>Felelős szervezet kódja:</b>	MKFO
<b>Tárgyfelelős neve:</b>	Dr. Ulbert Zsolt

---

### Tantárgy tartalma:

A COMSOL Multiphysics és ANSYS Fluent szoftverekkel való problémamegoldás menetének megismerése

6. Kompresszibilis és nem kompresszibilis közegek áramlása.

Az áramló közegek osztályozása.

Az áramlási egyenletek speciális formái a kompresszibilis és nem kompresszibilis közegek leírására.

A közegek áramlására felírt modellek alkalmazása a rendszer tanulmányozásában és tervezésében, mintafeladatok bemutatása.

7. Komponensáramlás modellezése

Komponensek áramok, konvektív és diffúziós áram.

A komponens forrás jelenségei.

A kémiai komponensek megmaradására vonatkozó egyenletek.

Komponens áramlási modellek alkalmazása a rendszer tanulmányozásában és tervezésében, mintafeladatok bemutatása.

8. Hőáramlás modellezése

A konvektív és konduktív hőáram.

A hőátadási folyamatok leírása.

Hőforrás jelenségek leírása.

Az energiaegyenlet speciális formái.

Hőáramlási modellek alkalmazása a rendszer tanulmányozásában és tervezésében, mintafeladatok bemutatása.

9. Szilárd közeg áramlásának modellezése diszkrét elem módszerrel (DEM).

A szilárd részecskék és részecskehalmazok fizikai tulajdonságai.

A részecskék mozgására ható erők az áramló szemcsehalmazban, a mozgást leíró egyenletek.



## Tárgytematika

<b>Félév:</b>	2015/16/1
<b>Tárgynév:</b>	Numerikus áramlástani módszerek alkalmazása a mérnöki gyakorlatban
<b>Tárgykód:</b>	VEMKFOM354A
<b>Felelős szervezet neve:</b>	Folyamatmérnöki Intézeti Tanszék
<b>Felelős szervezet kódja:</b>	MKFO
<b>Tárgyfelelős neve:</b>	Dr. Ulbert Zsolt

---

### Tantárgy tartalma:

Részecskék rugalmas és rugalmatlan ütközése.

A részecskék rugalmas ütközésének mechanikája.

A normál irányú ütközési erők leírására kidolgozott modellek.

A tangenciális ütközési erők leírására kidolgozott modellek.

A részecskék közötti súrlódás kezelése, súrlódási modellek.

10. Részecskehalmoz áramlásának számítása rugalmas ütközési modellel.

A részecskék rugalmas ütközési modellje, a rugó, csillapítási és súrlódási elemek.

A normál irányú ütközési erők számítása.

A tangenciális irányú ütközési erők számítása.

A súrlódási erők számítása.

A részecskeütközés detektálásának lehetőségei.

A részecskehalmoz áramlásának számítási algoritmusai.

A geometriai felületeken való részecskeütközések kezelése.

11. Gáz-szilárd kétfázisú áramló rendszerek modellezése.

A gáz-szilárd kétfázisú áramlások modellezési lehetőségei, áttekintése.

A Two-fluid modellek.

Az Euler-DEM módszer.

A gáz-szilárd kétfázisú áramlások direkt szimulációja.

### Számonkérési és értékelési rendszere:

A félév során a hallgatóknak egy választott rendszer numerikus áramlástani szimulátorát (COMSOL COMSOL



## Tárgytematika

<b>Félév:</b>	2015/16/1
<b>Tárgynév:</b>	Numerikus áramlástani módszerek alkalmazása a mérnöki gyakorlatban
<b>Tárgykód:</b>	VEMKFOM354A
<b>Felelős szervezet neve:</b>	Folyamatmérnöki Intézeti Tanszék
<b>Felelős szervezet kódja:</b>	MKFO
<b>Tárgyfelelős neve:</b>	Dr. Ulbert Zsolt

---

### Számonkérési és értékelési rendszere:

Multiphysics szoftverrel) kell megalkotnia, kezdve a rendszer viselkedésének leírására alkalmas modell kidolgozásával. A megoldás menetét kb. 10 perces prezentációban kell bemutatni. A félév végén zárthelyi dolgozatot kell írni, mely elméleti és gyakorlati kérdéseket egyaránt tartalmaz.

A gyakorlati jegyet az önálló feladat és ZH eredmény súlyozott százalékos eredménye (Az önálló feladat 30%-al, a ZH eredmény 70%-al számít bele az eredménybe) alapján az alábbi táblázat adja meg:

80% felett jeles (5)

70%-79% jó (4)

60%-69% közepes (3)

50%-59% elégséges (2)

50% alatt elégtelen (1)

A ZH pótlása nem lehetséges, a meg nem írt ZH 0%-os eredménnyel számít bele a megajánlott gyakorlati jegy meghatározásába. A ZH javítása a vizsgaidőszak első hetében egy alkalommal lehetséges.

A tárgy aláírásának feltételei: az önálló feladat elkészítése és a prezentáció megtartása, az órákról való hiányzás nem haladhatja meg a 35%-ot.

### Kötelező és ajánlott irodalom:

Lajos Tamás: A numerikus áramlástan alapjai, ISBN 978-963-06-6382-3, Budapest

<http://www.ara.bme.hu/~kristof/CFDjegyzet/>

John D. Anderson, Computation Fluid Dynamics, McGraw Hill, 1995

Oleg Zikanov, Essential Computational Fluid Dynamics, Wiley, 2010