

# Elméleti fizika előadás vizsgatematikája

2008/2009 tavaszi félév

## Anyagi pont kinematikája

- Vonatkoztatási rendszer. Derékszögű és polárkoordináták
- A sebesség és a gyorsulás definíciója, felbontásuk derékszögű és poláris koordinátarendszerben
- Körmozgás, centripetális gyorsulás. Általános görbe vonalú mozgás: érintő és normális irányú gyorsuláskomponensek

## Anyagi pont dinamikájának általános törvényei

- Inerciarendszer fogalma. Tehetetlenség törvénye, inerciarendszer létezése. A dinamika alapegyenlete. A kölcsönhatás törvénye (akció-reakció). Az erőhatások függetlensége. Kezdeti feltételek, a megoldás egyértelmősége
- Mozgási energia, munka, teljesítmény, munkatétel
- Konzervatív erő fogalma. Potenciális energia. A mechanikai energia megmaradása

## Egyenes menti mozgás

- A mozgás elemzése az energia megmaradási tétele segítségével, a mozgásegyenlet általános megoldása, korlátos mozgás periódusideje
- Harmonikus rezgőmozgás
- A mozgásegyenlet közelítő megoldása a potenciális energia minimum, ill. maximum helye közelében

## Térbeli mozgás

- Az impulzusnyomaték fogalma, mozgásegyenlete. Centrális erőtér, az impulzusnyomaték megmaradása és következményei (síkmozgás, felületi tétel)
- A tömegvonzás törvénye. Kiterjedt test gravitációs tere. Nehézségi gyorsulás a Föld felszínén
- Bolygómozgás (Kepler-probléma): Megmaradási törvények alakja poláris koordinátarendszerben. A mozgás kvalitatív elemzése a megmaradási törvények segítségével. A pálya meghatározása és elemzése. A keringési idő meghatározása. Kepler-törvények. Mesterséges égitestek: körsebesség, szökési sebesség

## Kényszermozgások

- Kényszererők. Síkinga mozgása, a lengésideő meghatározása általános esetben, közelítés kis kitérések esetén

## Analitikus mechanika

*(A vizsgán csak a fogalmakat és az eredményeket kell tudni.)*

- Általános koordináták és általános sebességkomponensek. A mozgásegyenletek felírása általános koordináták és sebességkomponensek segítségével
- Konzervatív rendszer Lagrange-függvénye, a Lagrange-féle másodfajú egyenletek
- Hamilton-függvény, a Hamilton-féle kanonikus mozgásegyenletek

### **Dinamikai leírás mozgó koordinátarendszerben**

- Haladó mozgást végző koordinátarendszer: Inerciarendszerek ekvivalenciája. Tehetetlenségi erő bevezetése gyorsuló koordinátarendszerekben
- Forgó mozgást végző koordinátarendszer: Szögsebesség vektor fogalma, az álló és a forgó rendszerben megfigyelt sebességek és gyorsulások kapcsolata, tehetetlenségi erők bevezetése: centrifugális erő és Coriolis-erő
- A Föld mint forgó koordinátarendszer: a nehézségi erő változása a földrajzi szélességgel, a Coriolis-erő hatásai, szabadesés a forgó Földön

### **Pontrendszerek dinamikája**

- Pontrendszer mozgásegyenletei. Pontrendszer tömegközéppontja, impulzusa, impulzusnyomatéka és ezek mozgásegyenletei. Konzervatív pontrendszer energiája. Megmaradási tételek.
- Kettőscsillag mozgása. A Kepler-törvények módosulása

### **Merev testek dinamikája**

- A merev test mozgásának felbontása haladó és forgó mozgásra. A merev test szögsebessége.
- A merev test impulzusnyomatékának és mozgási energiájának kiszámítása általános forgómozgás esetén. A tehetetlenségi nyomaték tenzor fogalma és kiszámítása, Steiner-tétel. Főtengelyrendszer, főtehetetlenségi nyomatékok.
- A merev test forgómozgása rögzített tengely körül. Szöggyorsulás és forgatónyomaték kapcsolata. A fizikai inga mozgása. Csapágynyomaték, szabad tengelyek
- Az egy pontjában rögzített merev test (pörgettyű) mozgása: Euler-egyenletek. A szabad tengelyek stabilitása. Az erőmentes pörgettyű általános mozgása, nutáció.
- Súlyos pörgettyű mozgásának kvalitatív elemzése: párhuzamossági tendencia, gyors pörgettyű precessziója. A Föld mint pörgettyű forgómozgása

### **Folyadékok és gázok dinamikája**

- Folyadékokban ható erők: tömegerők, felületi erők
- Folyadékok egyensúlya: Az egyensúlyi feltételek integrális és differenciális alakja. Egyensúlyi feltételek konzervatív erőterben, barotróp folyadékban
- Egyensúly nehézségi erőterben: Összenyomhatatlan folyadék. Izoterm egyensúly, barométeres magasságformula. Ismert hőmérséklet-eloszlás esete
- Áramlások leírása: Áram- és pályavonalak. A változások gyorsaságának jellemzése: lokális és szubsztanciális változások és deriváltak
- Tömegmegmaradás és kontinuitási egyenlet
- Az ideális folyadék mozgásegyenletei: Euler-egyenlet. Adiabatus állapotváltozások. Összenyomhatatlan, barotrop és baroklin folyadékok. Határfeltételek merev falnál
- Kis zavarok terjedése ideális folyadékban, hanghullámok: A mozgásegyenletek linearizálása, a hullámegyenlet levezetése. Megoldás Fourier-módszerrel: időben és térben periodikus síkhullámok. A hangsebesség azonosítása
- Hullámterjedés mozgó közegben: Doppler-effektus
- Az egydimenziós hullámegyenlet megoldásai: D'Alembert megoldása végtelen közegben, illesztés a kezdeti feltételekhez. Állóhullámok merev falakkal határolt véges közegben
- Stacionárius áramlás konzervatív erőterben: Bernoulli egyenlete. Speciális esetek: összenyomhatatlan folyadék és ideális gáz áramlása

- Örvénymentes áramlások: Sebességpotenciál fogalma. Bernoulli egyenlete barotrop folyadék örvénymentes stacionárius áramlása esetében. Örvénymentes áramlások összenyomhatatlan folyadékban. Egyszerű példák: nyelő és forrás, síkbeli cirkuláris áramlás
- Örvényes áramlások. A cirkuláció fogalma és időbeli változása. A cirkuláció megmaradásának feltételei. Örvények keletkezése
- A belső súrlódás Newton-féle törvénye, a dinamikai viszkozitási együttható. Összenyomhatatlan súrlódó folyadék mozgásegyenletei: a Navier–Stokes-egyenletek. Határfeltételek merev falnál
- Lamináris stacionárius áramlás a) egymáshoz képest mozgó síklapok között, b) álló síklapok között nyomás-gradiens hatására.
- Lamináris stacionárius áramlás kör keresztmetszetű csőben. Hagen–Poiseuille-törvény. A turbulencia megjelenése
- A hidrodinamika hasonlósági törvénye

**Ajánlott irodalom:**

Nagy Károly: Elméleti mechanika, Tankönyvkiadó, Budapest  
 Budó Ágoston: Mechanika, Tankönyvkiadó, Budapest