

## MSC ELMÉLETI FIZIKA SZIGORLAT TÉTELEK

---

### A-01. Tétel

#### A KLASSZIKUS FIZIKA ÉS A NEMRELATIVISZTIKUS KVANTUMMECHANIKA ALAPEGYENLETEI.

- ME: A klasszikus mechanika elvei.  
A Newton axiómák.  
A Lagrange és a Hamilton formalizmus összefoglalása.  
Hamilton–Jacobi egyenletek.
- EL: A Maxwell egyenletek vákuumban és folytonos közegben.  
Elektromágneses jelenségek osztályozása: sztatika, kvázistacionárius terek, gyorsan változó terek elektrodinamikája.  
A közeget jellemző lineáris (izotróp és nem izotróp) anyagi állandók.  
Nemlineáris elektromágneses tulajdonságok (hiszterézis).
- KV: A kvantummechanika axiómái.  
A kvantummechanikai méréselmélet, a sűrűségoperátor.  
Reprezentáció elmélet.  
Schrödinger-, Heisenberg-, Dirac-kép.  
Korrespondencia elv.
- 

### A-02. Tétel

#### A RELATIVISZTIKUS FIZIKA ALAPEGYENLETEI

- ME: Az inerciarendszer fogalma.  
A speciális relativitáselmélet, Einstein posztulátumai.  
Négyes formalizmus a mechanikában ( kinematika és dinamika).  
A relativisztikus részecske Lagrange-függvénye.
- EL: Az elektrodinamika kovariáns formalizmusa.  
Négyes vektorok és tenzorok.  
A térerősség tenzor, a térmennyiségek transzformációja.
- KV: A Dirac egyenlet. Nemrelativisztikus határeset, spin-pálya kölcsönhatás.
-

**A-03.Tétel**  
TEREK ÉS POTENCIÁLOK

- ME: Kényszerfeltételek, konzervatív erők, potenciális energia.  
Ponttöltés elektromágneses térben.
- EL: Az elektrosztatikus és a mágneses skalárpotenciál.  
A vektorpotenciál.  
A Green-függvény. Tükrözési módszerek. Az elektrodinamika egyértelműsége.
- KV: Skalár- és vektorpotenciál a kvantummechanikában.  
Időfüggő terek a kvantummechanikában, indukált emisszió és abszorpció.
- 

**A-04.Tétel**  
MEGMARADÁSI TÉTELEK ÉS SZIMMETRIÁK

- ME: Poisson zárójelek.  
Kanonikus transzformációk, infinitezimális kanonikus transzformációk.  
Szimmetriák és mozgásállandók. A Noether tétel a klasszikus mechanikában.
- EL: A mértékinvariancia és a kontinuitási egyenlet.  
A vektorpotenciál számítása egyszerű esetekben (homogén tér, végtelen egyenes áramjárta vezető tere, áramhurok tere).
- KV: Mozgásállandók a kvantummechanikában.  
Szimmetriák, a szimmetriák generátorai.
- 

**A-05.Tétel**  
AZ IMPULZUS

- ME: Impulzus a klasszikus mechanikában, relativisztikus impulzus, mozgásegyenlet.  
Kanonikus impulzus.
- EL: Az elektromágneses tér impulzusa. Az energia–impulzus tenzor.
- KV: Az impulzus kvantummechanikai tárgyalása. Az Ehrenfest tétel.  
A kanonikus és a kinetikus impulzus felcserélési relációi.  
A Heisenberg féle felcserélési törvények és a határozatlansági relációk.
-

**A-06.Tétel**  
AZ IMPULZUSMOMENTUM

- ME: Az impulzusmomentum a klasszikus mechanikában.  
Egyetlen tömegpont és tömegpontrendszerek perdülete.  
Az impulzusmomentum dinamikája (mozgásegyenlet).
- EL: Az impulzusmomentum és a mágneses momentum kapcsolata kis áramhurkok esetén.  
Az elektromos és a mágneses dipólmomentum összehasonlító tárgyalása.  
Sztatikus dipólusok elektromágneses tere és dipólusok közötti kölcsönhatás.
- KV: Az impulzusmomentum kvantummechanikája.  
A mágneses momentum és az impulzusmomentum kapcsolata.  
Stern-Gerlach kísérlet. A spin. A Pauli egyenlet.
- 

**A-07.Tétel**  
AZ ENERGIA

- ME: Az energia fogalma a mechanikában, nemrelativisztikus és relativisztikus esetben.  
A tömeg–energia ekvivalencia és kísérleti bizonyítékai.
- EL: Az elektromágneses tér energiasűrűsége.  
A Poynting-vektor.  
Az elektromágneses tér energia–impulzus tenzora.
- KV: Az energia operátora nemrelativisztikus és relativisztikus esetben.  
Sajátérték egyenletek. Schrödinger, Klein-Gordon és a Dirac egyenlet.  
Energia–idő határozatlansági reláció.
- 

**A-08.Tétel**  
KONTINUITÁSI EGYENLETEK A FIZIKÁBAN

- ME: A tömegponttól a kontinuum anyagmodellig. A kontinuummechanika alapfogalmai.  
A szubsztanciális derivált.  
Mérlegegyenletek (impulzus, impulzus momentum, kinetikus energia).  
A Navier–Stokes egyenlet.
- EL: Ponttöltések és töltéssűrűségek.  
Az elektromos áramsűrűség és a töltésmegmaradás törvénye.  
Az Ohm–törvény és a ponttöltések dinamikája. Stacionárius áramlási tér számítása.  
Töltés kiegyenlítődési folyamatok dinamikája.
- KV: A valószínűség-sűrűség és a valószínűség-áramsűrűség.  
Kontinuitási egyenletek a nemrelativisztikus és a relativisztikus kvantummechanikában.  
Alagúteffektus egydimenziós potenciálgátak esetén.
-

**A-09.Tétel**  
A HULLÁMEGYENLETEK

- ME: A deformációs- és a feszültségtenzor. A Hooke törvény.  
Rugalmas közeg anyagállandói és azok fizikai jelentése.  
Hullámeqyenlet, rugalmas közegben terjedő hullámok.
- EL: Elektromágneses síkhullámok vákuumban.  
Elektromágneses hullámok keltése, inhomogén hullámeqyenlet, retardált potenciálok.  
Fázissebesség és csoportsebesség (fémfalú) hullámvezetők esetén (módusok szerinti osztályozás nem kell).
- KV: Hullámeqyenletek a kvantummechanikában.  
A hullámfüggvény jelentése. (Schrödinger, Klein Gordon és Dirac egyenlet).
- 

**A-10.Tétel**  
VARIÁCIÓS ELVEK A FIZIKÁBAN

- ME: A kényszerfeltételek osztályozása.  
A Lagrange-féle elsőfajú és másodfajú egyenletek.  
A Hamilton elv.
- KV: A Rayleigh–Ritz variációs elv. Szemléltetése egyszerű példákön:  
H-atom, harmonikus lineáris oszcillátor.  
A variációs módszer és a Hartree közelítés.

**ELEKTROMOS ÉS MÁGNESES TEREK ANYAG JELENLÉTÉBEN**

- EL: Az elektromos és a mágneses polarizáció. Frekvenciafüggő dielektromos állandó.  
Az eltolási vektor és a mágneses térerősség. Határfeltételek.  
Homogén sztatikus térbe helyezett véges méretű dielektrikum és mágneses anyag *kvalitatív* tárgyalása.
- 

**A-11.Tétel**  
KÖZELÍTŐ MÓDSZEREK ALKALMAZÁSA A FIZIKÁBAN

- ME: Nemlineáris rezgések. Kanonikus perturbációszámítás.
- EL: Multipólus sorfejtés.
- KV: Az időfüggő és az időfüggetlen perturbációszámítás.  
Példák (Zeeman effektus, Stark effektus, sugárzási átmenetek, kiválasztási szabályok)
-

**A-12.Tétel**  
KÖLCSÖNHATÓ SOKTESTRENDSZEREK

- ME: Pontrendszerek dinamikája.  
Csatolt rezgések, normálkoordináták, rezgési módusok.
- EL: Elektromos ponttöltésekből álló rendszer energiája.  
A potenciál- és a kapacitás együtthatók.  
Áramhurkokból álló rendszer energiája, indukciós tényezők.
- KV: Sokrészeecske probléma a kvantummechanikában.  
Az egyrészeecske közelítés. A Hartree módszer.
- 

**A-13.Tétel**  
MOZGÁS CENTRÁLIS ERŐTÉR BEN: KÖTÖTT ÁLLAPOTOK

- ME: A centrális erőter definíciója.  
Megmaradási törvények.  
A pálya egyenlete.  
A zárt pályák kinematikai feltétele.  
Kepler törvények.
- EL: A Coulomb erőtvény és kapcsolata a Maxwell egyenletekkel.  
Körpályán mozgó elektron sugárzása és a Larmor formula.  
Ciklotron sugárzás.
- KV: A kötött állapotok definíciója.  
A Schrödinger egyenlet centrális erőter esetén.  
A hidrogénatom kvantummechanikai leírása.
- 

**A-14.Tétel**  
MOZGÁS CENTRÁLIS ERŐTÉR BEN: SZÓRÁSI FOLYAMATOK

- ME: Kétrészeecske ütközés.  
Megmaradási tételek.  
A szórásszámítás alapfogalmai.  
A hatáskeresztmetszet.  
A Rutherford szórás kísérlet és jelentősége.
- KV: Potenciálszórás.  
Hatáskeresztmetszet és szórás amplitúdó.  
Born közelítés.  
Parciális hullámok módszere. Fázistolás

**KVÁZISTACIONÁRIUS FOLYAMATOK**

- EL: Kvázistacionárius folyamatok.  
Az indukció törvénye. A nyugalmi és a mozgási indukció.  
Örvényáramok keletkezése.
-

### **A-15.Tétel**

#### **TÖLTÖTT RÉSZECSKÉK MOZGÁSA ELEKTROMÁGNESES TÉRBEN**

- ME: Kanonikus és kinetikus impulzus.  
A Lagrange és Hamilton függvény.  
Lagrange féle másodfajú egyenletek és a kanonikus egyenletek.
- EL: Töltött részecskék mozgása által keltett elektromágneses tér.  
Liénard–Wiechert potenciálok
- KV: A kanonikus és a kinetikus impulzus felcserélési relációi, a Landau nívók.  
Az Aharonov–Bohm effektus.
- 

### **A-16.Tétel**

#### **ANYAGI PONT REZGÉSEI**

- ME: Lagrange-függvény és a mozgásegyenlet csillapított szabad rezgések esetén.  
Kanonikus transzformációk alkalmazása.  
Csillapított, gerjesztett rezgések.
- EL: Elektromos rezgő dipólus sugárzása, a Hertz vector.
- KV: A lineáris és a térbeli harmonikus oszcillátor kvantummechanikai tárgyalása,  
kapcsolat a Heisenberg-féle határozatlansági relációval.  
Kétatomos molekulák rezgési spektruma, izotóp effektus.
-

## STATISZTIKUS FIZIKA

- B-01.** Az egyensúly, a részletes egyensúly.  
Ergodicitás és irreverzibilitás.  
A H-tétel valamilyen sokaság esetén.
- B-02.** A fázistér. Liouville tétel és a Liouville egyenlet.  
Sűrűségmátrix és a Neumann egyenlet.  
Jelentőségük az egyensúlyi eloszlások szempontjából.
- B-03.** Normál rendszerek. A statisztikus fizikai entrópia tulajdonságai.  
A statisztikus fizikai intenzív paraméterek definíciója.  
A statisztikus fizika és a termodinamika kapcsolata.
- B-04.** Statisztikus fizikai sokaságok, a rájuk jellemző eloszlások és a megfelelő termodinamikai potenciálok.
- B-05.** Termodinamikai fluktuációk (Einstein elmélet).  
Stabilitási kritériumok.  
Sztatikus lineáris válasz.  
Helyfüggő korrelációs függvények. Általánosított szuszceptibilitás. (Klasszikus tárgyalás)
- B-06.** Ekvipartíció tétele.  
Klasszikus ideális gáz, Maxwell-eloszlás.  
Valódi gázok, viriál sorfejtés, Van der Waals állapotegyenlet.
- B-07.** Ideális kvantumgázok, klasszikus határeset.  
Fermi és Bose gázok tulajdonságai alacsony hőmérsékleten.
- B-08.** Spinrendszerek statisztikus fizikai alapjai. A negatív hőmérséklet.  
Kölcsönható spinrendszerek paramágnes-ferromágnes átmenete. Kritikus viselkedés.
- B-09.** Fázisátalakulások osztályozása.  
Folyadék-gáz fázisátalakulás, Van der Waals elmélet.  
Univerzalitás.
- B-10.** A fázisátalakulások Landau elmélete.  
Skálázás és skálatörvények.
- B-11.** Lineáris válasz termodinamikai rendszerekben.  
Fluktuáció-disszipáció tétel, klasszikus határeset.  
Kubo formula.  
Kauzalitás, Kramers-Kronig relációk. (Kvantummechanikai tárgyalás)
- B-12.** Transzport, termodinamikai konjugált változók.  
Fluktuációk, időfüggő korrelációs függvények.  
Kereszteffektusok, Onsager-relációk.
- B-13.** A Brown mozgás.  
A Langevin egyenlet, a Fokker-Planck egyenlet.