

# Elektromágnesség

## 2017. tavaszi szemeszter

*Kísérleti fizika előadás első éves Fizika B.Sc. hallgatók számára  
(~24 előadás, heti 4x45 perc)*

1. Elektrosztatika. Az elektromos töltés fogalma. Töltés megmaradás. Elektromos töltés egysége. Töltésselölások. Elektromos térerősség. Elektromos erővonalak. Ponttöltés tere. Szuperpozíció elve. **Kapcsolódó kísérletek:** Dörzselektromos kísérletek: Üvegrúd szörmével, ebonit selyemmel. Töltésjelző eszközök (elektroszkópok). Megosztási jelenségek. kétféle töltés létezése. Sörét és kénpor. Vízszugár eltérítése.
2. Coulomb-törvény. Elektromos fluxus, potenciál. Gauss-törvény. Potenciál és térerősség kapcsolata. Az elektrosztatika második alaptörvénye. Az elektrosztatikus tér jellemzői. Gauss-törvény gyakorlati alkalmazása néhány példán. **Kapcsolódó kísérletek:** Coulomb-törvény kvalitatív demonstrálása torziós inga segítségével.
3. Dipólus tere és potenciálja. Elektrosztatikus tér fémekben. Felületi töltéssűrűség. Tükkörtöltés. Megosztás. Faraday kalitka. Árnycokolás. Csúcshatás. **Kapcsolódó kísérletek:** Van de Graaf generátor működése, segítségével ponttöltés és dipólus erővonalainak demonstrálása (vattadarabkákkal, ill. darával). Faraday kalitkán belül, ill. kívül az elektromos tér szemléltetése „hajás babákkal”. Gyertyaláng elfújása elektromos széllel.
4. Kapacitás, kondenzátorok. Síkkondenzátor kapacitása. Kapacitások kapcsolása. Önálló gömb kapacitása. Energiasűrűség. Elektrosztatikus tér energiája. **Kapcsolódó kísérletek:** Leybold típusú síkkondenzátor feltöltése, a feszültség, ill. kapacitás függése a fegyverzetek távolságától. Kondenzátor energiájának demonstrálása pattogó ping-pong labdával.
5. Elektrosztatikus tér szigetelők jelenlétében. Dielektrikumok elektrosztatikus térben. Dielektrikumok polarizációja. Dielektromos állandó. Elektromos szuszceptibilitás. Elektromos eltolásvektor. Határfeltételek. Az elektromos térerősség és az

eltolásvektor szigetelők határfelületén. Az elektrosztatika két alaptörvénye vákuumban és szigetelőkben. **Kapcsolódó kísérlet:** Síkkondenzátor fegyverzetei közé betölt plexi lap.

6. Áramok. Egyenáram fémekben. Ellenállás hőmérsékletfüggése. Ohm-törvény. Fajlagos ellenállás, vezetőképesség. Elektromos vezetés tulajdonságai. Ellenállás fizikai eredete fémekben. Drude-modell. **Kapcsolódó kísérletek:** Van de Graaf generátorra kapcsolt fapálca vezetése. Gyertyalángba helyezett vasspirállal sorbakötött izzó. Cu-Fe-Cu huzal izzítása.
7. Elektromotoros erő, belső ellenállás, kapcsolófeszültség. Kirchhoff-törvények. Ellenállások kapcsolása. Ablakmódszer használata. Áram hőhatása. Joule hő. Termoelektromos jelenségek. Seebeck-effektus. Peltier-effektus. **Kapcsolódó kísérletek:** Fe-Cu kontaktusok jégbe, ill. gyertyalángba helyezésével potenciálkülönbség létrehozása: termoelem. Termomágnes.
8. Elektrolízis. Elektrolitikus disszociáció. Elektrokémiai egyenérték. Faraday-törvények. Galvánelemek. Gyakorlati alkalmazások. Vezetés folyadékokban. Idegen térerősség szerepe. **Kapcsolódó kísérletek:** Rézszulfátoldat elektrolízise. Vízbontás elektromos árammal. Durranógáz. Sós víz vezetőképessége a sókoncentráció függvényében. Ionok mozgása folyadékban elektromos és mágneses tér együttes hatására (ionsúrlódás)
9. Vezetés félvezetőkben. Félvezetők ellenállásának hőmérsékletfüggése. p-n átmenet. **Kapcsolódó kísérletek:** Si darabka ellenállásának csökkenése gyertyalángban. Dióda nyitó-, ill. záróirányú karakterisztikájának demonstrálása.
10. Félvezető áramköri elemek: dióda, tranzisztor. Feszültség-áram karakterisztikák. Munkaegyenes és munkapont.
11. Magnetosztatika. Egyenáram keltette mágneses tér. Mágneses dipólmomentum és arra ható forgatónyomaték. A mágneses indukcióvektor és fluxus fogalma. Köráram mágneses dipólmomentuma. Ampere-féle gerjesztési és Biot-Savart törvény. **Kapcsolódó kísérletek:** Oersted kísérlet. Körvezető mágneses terének kimutatása

- iránytűvel. Szolenoid mágneses terének jellemzése torziós mérleggel. Erővonalkép szemléltetése vasreszelékkel különböző elrendezésű mágnesek, ill. áramok esetén.
12. Végtelen hosszú egyenes vezető, szolenoid, ill. torroid tekercs mágneses tere. Lorentz erő. Töltések mozgása elektromos és mágneses térben, egyszerű példák ismertetése. Áramra ható erő mágneses térben. Áram-áram kölcsönhatás. **Kapcsolódó kísérletek:** Patkómágnes sarkai között elmozduló áramvezető. Párhuzamos áramjárta alufóliacsíkok közötti erő szemléltetése. Roget spirál. Barlow kerék. Elektronsugár mágneses térben (Leybold gömb).
13. Az anyag mágneses tulajdonságai. Mágneses szuszceptibilitás. Mágneses permeabilitás. Diamágnesség. Paramágnesség. Mágneses térre vonatkozó határfeltételek. **Kapcsolódó kísérlet:** Folyékony oxigén, ill. nitrogén mágnessége (videó)
14. Ferromágnesség: doménszerkezet. Mágnesezési görbék, különleges mágneses anyagok. Permanens mágnes. Hiszterézisgörbék. Koercitív erő, mágneses remanencia. Mágnesezettség hőmérsékletfüggése. Curie-hőmérséklet. **Kapcsolódó kísérletek:** Doménmodell. Curie-kerék, Barkhausen-zaj demonstrálása.
15. Elektromágneses indukció. Mozgási és nyugalmi indukció. Indukált elektromotoros erő. Neumann és Faraday törvénye. Sztatikus és indukált elektromos tér összehasonlítása. **Kapcsolódó kísérletek:** Föld mágneses terének kimutatása galvanométer segítségével. Vezetőhurok és mágnes viszonylagos mozgása. Patkómágnes szárai között lengő kengyel. Nyugalmi indukció szemléltetése tekercs esetén.
16. Örvényáramok. Lenz törvénye. Kölcsönös indukció, kölcsönös indukciós együttható. Önindukció, önindukciós együttható. Tekercsek induktivitása, csatolása, kapcsolása. Mágneses energiasűrűség. **Kapcsolódó kísérletek:** Tücsapágyon forgó abroncsok. Waltenhoffen inga. Thomson ágyú. Tekercsen átfolyó áram „késése” bekapcsoláskor.
17. Tranziens jelenségek áramkörökben. RC és RL kör ki és bekapcsolása. Időállandó. **Kapcsolódó kísérletek:** Be- és kikapcsolási jelenségek vizsgálata oszcilloszkóppal.
18. Kvázistacionárius áram. Váltóáramok előállítása, jellegzetességei. Komplex formalizmus. **Kapcsolódó kísérletek:** Váltóáramú generátor modellje forgó mágnessel.
19. Soros (és párhuzamos) RLC kör: feszültség és áramrezonancia. Fázisviszonyok. Effektív értékek, hatásos teljesítmény. Transzformátor. Réz és vasveszteség. Helyettesítő áramkör. **Kapcsolódó kísérletek:** Feszültségrezonancia bemutatása soros RLC körben. Terheletlen transzformátor feszültségviszonyai. Indukciós kemence modellje. Szövegolvasztás.
20. Elektromágneses rezgések. Szabad rezgések zárt rezgőkörben. Csillapítás, határellenállás. Kényszerrezgések, rezonancia. **Kapcsolódó kísérletek:** Csillapított rezgés demonstrálása RLC körben oszcilloszkóppal.
21. Elektromágneses hullámok származtatása a Maxwell-egyenletekből. Eltolódási áram. Hullámegyenlet. Síkhullám, gömbhullám megoldások.
22. Kettősvezeték mentén terjedő elektromágneses mező tulajdonságai. Szabad elektromágneses hullámok. Poynting-vektor. A tér impulzusa, impulzusnyomatéka. Hertz féle kísérletek. **Kapcsolódó kísérletek:** Árammaximumok Lecher-drótpár mentén. Kibocsátott hullámok tulajdonságainak szemléltetése mikrohullámú adó-vevővel (visszaverődés, elhajlás, polarizáció, stb).
23. Dipólsugárzás. Mikrohullámok. Elektroakusztikai eszközök. Rádió adás és vétel. Tv. amplitúdó- illetve frekvencia moduláció. **Kapcsolódó kísérletek:** Kristálydetektoros vevőkészülék.
24. Az elektromosságtan áttekintése a Maxwell-egyenletek alapján.