

Fizika M1, BME, gépészmérnök szak, 2017. őszi félév (v2)

Pályi András¹

¹*Department of Physics, Budapest University of Technology and Economics, Hungary*

(Dated: 2017. szeptember 3.)

Ebben a fájlban az előadás menetrendjét követve gyűjtöm össze az egyes témakörökhöz kapcsolódó gyakorló feladatokat. A fájl hétről-hétre frissülni fog az adott hét feladataival. A zárthelyiken ehhez hasonló feladatok várhatók.

(F-0/1) Nagyon ritkán, de előfordul, hogy egy gépészhallgató készülés és tudás nélkül megy el a zárthelyire. A zárthelyin feleletválasztós tesztet kap, 20 kérdéssel, és minden kérdésre 4 lehetséges válaszlehetőség közül kell kiválasztania az egyetlen helyes választ. 7 helyes válasz még elégtelen, 8 helyes válasz már elégségest ér, azaz 40%-tól eredményes a zárthelyi. Csupán véletlenül tippelgetve mekkora a valószínűsége, hogy eredményes lesz a zárthelyije?

TERV: TÉMÁK, MENETREND

- **Mágneses rezonancia.** Klasszikus és kvantummechanikai leírás, orvosi képalkotás. (1.-3. előadás)
- **Elektronok.** Elektronállapotok atomokban és szilárdtestekben. Szigetelők, félvezetők, fémek. Elektromos vezetés. (4.-6. előadás)
- 1. zárthelyi (7. előadás)
- **Elektromechanika.** Elektromechanikai kölcsönhatási mechanizmusok. Szenzorok és aktuátorok. (8.-10. előadás)
- **Lézerek.** (11. előadás, Sarkadi Tamás)
- **Részecskefizika.** (12. előadás, Takács Gábor)
- 2. zárthelyi (13. előadás)

I. MÁGNESES REZONANCIA

A. Mágneses rezonancia képalkotás (MRI) dióhéjban

B. MRI egyetlen protonnal

(F-I/1) Az elektromágnesség klasszikus elméletében milyen objektumhoz rendelhetünk (nemnulla) mágneses dipólmomentumot (vagy rövidebben: mágneses momentumot)?

(F-I/2) 1 cm átmérőjű kör alakú drótban 1 mA áram folyik. Mekkora ennek a rendszernek a mágneses momentuma? Mekkora és milyen irányú mágneses teret kelt ez a köráram a vezető síkjában, a vezető középpontjától 1 méterre?

(F-I/3) Mekkora egy proton (hidrogén-atommag, H-atommag) mágneses dipólmomentuma?

(F-I/4) Mekkora (hány Tesla) mágneses teret kelt egy proton 1 méter távolságban? És 10 nanométer távolságban?

(F-I/5) Fejezd ki a Tesla mértékegységet SI alapegységekben!

(F-1/6) Nagyságrendileg mekkora a Föld mágneses tere a Föld felszínén?

(F-1/7) Mi a helyzeti energiája egy adott \mathbf{B} mágneses térbe helyezett, adott irányban álló, adott nagyságú \mathbf{m} mágneses momentumnak?

(F-1/8) Az origóban rögzítünk egy protont, és körbevesszük azt egy xy síkban fekvő, 1 m sugarú körvezetővel. 50 MHz frekvenciával megforgatjuk a protont úgy, hogy a mágneses momentuma az xz síkban forog. Mekkora amplitúdójú váltóáramú (ac) feszültséget indukál így a proton mágneses momentuma a körvezetőben?

(F-1/9) Becsüld meg, hogy hány darab H-atom van a testedben. A becsléshez hagyatkozz arra a tényre, hogy az emberi test kb. 70%-a víz.

C. Kibillentett mágneses momentum Larmor-precesszál

(F-I/10) Hány radián 30° ? 45° ? 60° ? Hány fok 1 radián? $\pi/3$ radián? $\pi/2$ radián?

(F-I/11) Egy egységvektor polárszöge 30° , azimutiszöge 45° . Határozd meg az egységvektor Descartes-koordinátáit, $(x, y, z) = ?$

(F-I/12) Egy vektor Descartes-koordinátái $\mathbf{r} = (x, y, z) = (2, 1, 2)$. Határozd meg a gömbi polárkoordinátáit, $(r, \theta, \varphi) = ?$

(F-I/13) Egy protont z-irányú, 1 Tesla nagyságú mágneses térbe helyezünk, és mágneses momentumát x irányba állítjuk a $t = 0$ időpillanatban, majd elengedjük. Másodpercenként hányszor fordul körbe a z tengely körül a mágneses momentum?

D. Rezonánsan gerjesztett mágneses momentum Rabi-oszcillál

(F-I/14) Mik a jellemzői (k hullámszám, ω körfrekvencia, f frekvencia, T periódusidő) a $\lambda = 540$ nm hullámhosszú zöld fénynek?

(F-I/15) Egy protont 1 Tesla mágneses térbe helyezünk. Mekkora a helyzetienergia-különbség a térrel ellentétesen álló és a tér irányába álló mágneses momentum között? Milyen hullámhosszú és frekvenciájú elektromágneses sugárzásnak felel meg ez az energiakülönbség? Azaz milyen hullámhosszú és frekvenciájú elektromágneses sugárzásnak van ugyanakkora energiakvantuma, mint ez az energiakülönbség?

(F-I/16) Egy protont z-irányú, 1 Tesla nagyságú sztatikus mágneses térbe helyezünk, úgy hogy mágneses dipólmomentuma párhuzamos a mágneses térrel. 1 millitesla amplitúdójú, x irányú ac mágnesestér-impulzussal gerjesztjük. Hogyan kell megválasztanunk a gerjesztő impulzus frekvenciáját, hogy a proton mágneses dipólmomentumát át tudjuk forgatni a sztatikus mágneses térrel átellenes irányba?

(F-I/17) Az előző elrendezésben mennyi ideig tartson a gerjesztő impulzus, hogy a proton mágneses momentumát éppen átforgassuk a sztatikus mágneses térrel átellenes irányba?

E. Mágnesestér-gradiens teszi lehetővé a képalkotást