

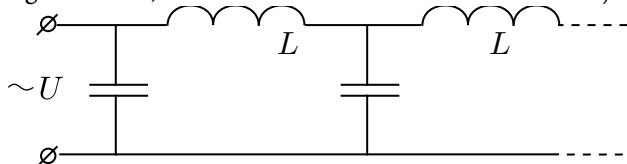
AKADEMILINE FÜSIKAOLÜMPIAAD 2008

Ülesanded (lahendamiseks aega 5 tundi)

1. Asteroid (4 punkti) Hinnata, kui suure raadiusega sfäärilise kujuga asteroidi pinnalt üles hüpates suudaks astronaut eemalduda kuitahes kaugele asteroidi pinnast. Kivimitest koosneva asteroidi tüüpiliseks tiheduseks võib võtta $\rho = 3000 \text{ kg/m}^3$.

2. Silindervõre (4 punkti) Monokromaatset niitvalgusallikat lainepikkusega λ ümbritseb silindriline koaksiaalne difraktsioonvõre sammuga d (\ll silindri raadius R). Mitut valgustriipu näeb silindrist väljaspool asetsev vaatleja? Võre triibud on paralleelsed silidri teljega.

3. Faasinihe (6 punkti) Milline on faasinihe pinge ja voolu vahel joonisel kujutatud lõpmatus vahelduvvoolu ahelas? Pinge nurksagedus on ω , skeemielementide väärtused on toodud joonisel.



4. Luminestseeruv kile (8 punkti) Vaakumis asetsev homogeenne valgust mitte hajutav luminestseeruv kile paksusega d ja murdumisnäitajaga 1,5 kiirgab valgusenergiat 10 mW/cm^2 . Luminestsentsvalgus ise enam luminestsentsi ei ergasta ja ta nõrgendustegur k rahuldab võrrat $D^{-1} \ll k \ll d^{-1}$, kus D on kile lateraalne mõõde ja d kile paksus. Milline on kile minimaalne tasakaaluline temperatuur?

5. Nöör (8 punkti) Nöör raadiusega r , mis talub katkemata maksimaalset pinget T , kannab laengut joontihedusega α . Hinnata, millisest nööri pikkusest L alates läheb nöör katki.

6. Nöör-II (8 punkti) Libe nöör, mille mõlemas otsas on väikesed kuulikesed massiga m , läheb läbi väikese augu, mis on puuritud horisontaalse laua sisse. Algselt on nöör pingul, üks kuul ripub ja teine lebab laual; laual lebava kuuli kaugus august on R . Laual lebavale kuulile antakse horisontaalne kiirus v , mis on risti nööriga. Kui $v^2 \neq Rg$, siis kuul omandab teatava nöörisuunalise kiiruse. Kui kaugel on kuul august siis, kui kuuli kiirus on jälle (järgmist korda) nööriga risti? Hõõrdumisega mitte arvestada, laual lebava kuuli ja augu vaheline nööriosa lugeda kogu aeg horisontaalseks.

7. Mustad augud (10 punkti) Selgub, et Schwarzschildi musta augu entroopia on määratud üksnes musta augu horisondi pindalaga A :

$$S = k \frac{A}{4l_p^2}, \quad l_p = \sqrt{\frac{\hbar G}{c^3}},$$

kus l_p on Plancki pikkus, G — Newtoni gravitatsioonikonstant,

\hbar — Plancki konstant ja c — valguse kiirus vaakumis. 1974. aastal näitas S. Hawking, et mustal augul on oma temperatuur T_H ja mustad augud kiirgavad nagu mustad kehad.

a) (5 punkti) Arvestades, et musta augu horisondi raadius on antud valemiga $r_h = 2GM/c^2$, leida tema temperatuur T_H sõltuvuses massist M .

b) (5 punkti) Leida Päikse massiga ($M = 2 \times 10^{30} \text{ kg}$) musta augu eluiga.

8. Seib (10 punkti) Silindriline seib on on ülijuhtivas olekus. Tema sisemine (augu) raadius on r , välimine raadius R ja paksus h . Seibis voolab ringvool tugevusega I ; seibi induktiivsus on L . Seib surutakse vastu ülijuhtivast materjalist tasapinda nii, et seibi ja tasapinna vehela jääb ühtlase laiusega pilu. Leida seibi ja tasapinna vaheline tõukejõud funtsioonina pilu laiusesest d eeldusel, et $d \ll r$ ja $d \ll h$.

9. Kristall (12 punkti) Joonisel on toodud väikese kuubikujulise kristalli soojusmahtuvus funtsioonina temperatuurist. Võite eeldada, et sellel kristallil on kuupvõre sammuga a ning et kristalli tihedus on ρ . Kasutades suurusi a ja ρ kui parameetreid ning juuresolevat graafikut (koos parameetriga T_0) hinnake kristalli küljepikkust l ning elastsusmoodulit E .

