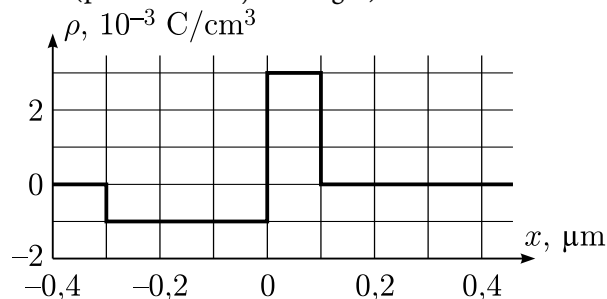


Ülesanded (lahendamiseks aega 5 tundi)

**1. Kumminiit (7 punkti)** Kumminiidi tihedus  $\rho$  ja Joung'i moodul  $E$  ei sõltu suhtelisest piknemisest  $\varepsilon$ . Kumminiit katkeb piknemise  $\varepsilon = 9$  juures. Millise pikkuse  $L$  juures katkeb kumminiit omaenese kaalu mõjul (mõeldud on pikkust rippuvas olekus)?

**2. Pooljuhtsiire (7 punkti)** Valter Kiisalt  
Teatud pooljuhtseadmes varieerub laengu ruumtihedus ühe ruumikoordinaadi sihis (sõltudes vaid sellest koordinaadist) nõnda nagu kujutatud joonisel. Materjali suhteline dielektriline läbitavus on  $\varepsilon \approx 10$ . Leidke maksimaalne elektrivälja tugevus selles piirkonnas ja elektroni potentsiaalse energia muutus piirkonna läbimisel (potentsiaalibarjääri kõrgus).



**3. Rõhk (7 punkti)** Valter Kiisalt  
Hinnake rõhku Maa tsentris, lugedes maakera koosnevaks mittekokkusurutavast vedelikutaolisest substantsist. Maa mass on  $M = 6 \times 10^{24}$  kg ja raadius  $R = 6370$  km.

**4. Atmosfäärisoojus (7 punkti)** Valter Kiisalt  
Hinnake soojusenergia hulka Maa atmosfääris vaadeldes seda ideaalse gaasina temperatuuril  $0^\circ\text{C}$ . Õhu molaarmass  $\mu = 29$  g/mol; ülejäänud arvanded valida ja hinnata ise.

**5. Tükisuhkur (10 punkti)** Mihkel Kreelt  
Kohvile suhkrut lisades olete kindlasti märganud, et kui tükisuhkru kuubik vaid vaevalt vedeliku pinnaga kokkupuutesse viia, tõuseb vedelik kiiresti mööda kuubikut üles. Kujutame suhkrut lihtsustavalt poorse materjalina, kus pooride karakterne läbimõõt on  $2r$ .

i) Hinnake, missugusele kõrgusele  $h$  tõuseb vedelik niisuguses materjalis.

ii) Arvestades järgnevalt, et suhkrukuubiku küjepikkus  $l \ll h$ , hinnake aega  $t$ , mis kulub suhkrukuubiku täielikuks märgamiseks. Vedeliku viskkoossus on  $\nu$ , pindpinevustegur on  $\alpha$  ning tihedus  $\rho$ ; suhkru lahustumisest tingitud pooride laienemisega mitte arevstada.

**6. Prožektor (10 punkti)** Jaanilt

Punktvalgusallikas asub klaasis murdumisnäitajaga  $n$  ( $n > 1$ ). Soovitakse, et sellest keskkonnast väljudes tekiks paralleelsete valguskiirte kimp diameetriga  $d$ . Samuti tahetakse, et kiirtekimpu oleks suunatud võimalikult palju valgusenergiat (kuid peegeldavaid pindu selleks lihvima ei hakata, st kimpu suunatud kiired ei peegeldu ning murduvad vaid ühekordselt). Milline profiil tuleks anda klaasi pinnale? Vastus anda kujul  $y = f(x)$  või ilmutamata kujul  $f(x, y) = 0$ , kus  $x$ -telg on kiirtekimbu sümmeetriateljeks.

**7. Soojusmahtuvus (10 punkti)** Jaanilt  
Gaasi molekulid on heas lähenduses vaadeldavad lineaarsete ostillaatoritena ning sellisel juhul on iga ergastatud ostillaatorse vabadasastme soojusmahtuvus  $k$ , mis on kaks korda suurem kulg- ja pöördliikumise vabadasastmete soojusmahtuvusest. Oletagem aga, et kahe osakese vastasmõju potentsiaal pole mitte kujul  $U(x) = -\kappa x^2/2$ , vaid  $U(x) = -\kappa|x|$ . Milline on sellise ostillaatori soojusmahtuvus?

**8. Korsten (14 punkti)** Valter Kiisalt  
Ühtlase jämedusega korsten pikkusega  $L$  ja raadiusega  $R$  ( $L \gg R$ ) hakkab ümber kukkuma. Olgu mingil hetkel korstna kaldenurk  $\theta$ ; tuletage avaldis jõumomendi jaoks, millega mõjutab korstna mõtteline alumine osa ülemist osa kukkuvat korstnaga kaasa pöörlevas taustsüsteemis funktsioonina mõttelise eralduspinna kaugusest. (10 punkti)

Eeldusel, et korstna konstruktsioon (nt tsemendisegu abil laotud tellised) talub hästi surve- ja nihkepinget, kuid ei talu venituspinget leidke, millisel kaugusel korstna jalamist murdub korsten kaheks tükiks ning millise kaldenurga  $\theta$  juures see toimub. (4 punkti)

**9. Dipool-hantel (16 punkti)** Jaanilt  
Kaks ühesugust väikest kuulikest massiga  $m$  ühendatakse kaalu- ja dielektrikust varda (pikkus  $L$ ) abil. Ühele vardale kantakse laeng  $q$  ja teisele  $-q$  ning "hantel" asetatakse homogeensesse magnetvälja, mille induktioon  $B$  on risti "hantli" teljega. "Hantlile" antakse teljesihiline algkiirus  $v$ . Milline on "hantli" telje maksimaalne kõrvalekaldenurk oma algse sihi suhtes edasise liikumise käigus?

Märkus: elektromagnetväljas liikuv laetud osake omab üldistatud impulssi  $\vec{p} = m\vec{v} + q\vec{A}$ , kus  $\vec{A}$  on vektorpotentsiaal. Kui hamiltoniaan  $\frac{1}{2m}(p - qA)^2 + q\varphi$  ei sõltu mingist koordinaadist, siis vastav impulsi komponent säilib;  $\varphi$  tähistab skalaarset potentsiaali (isotroopse hamiltoniaani korral saab analoogse väite formuleerida üldistatud impulsimomendi jaoks). Vektorpotentsiaali võib valida mitmel viisil, nt homogeense, piki  $z$ -telge suunatud magnetvälja puhul võib võtta  $A = Bx\vec{e}_y$  või ka  $A = -By\vec{e}_x$  (võimalusi on rohkem).