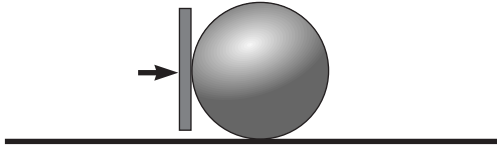


1. Silinder (5 punkti)

Homogeenne silindriline keha raadiusega r pannakse pöörlema ümber oma (horisontaalseks pööratud) telje ringsagedusega ω ning asetatakse horisontaalsele siledale kõvale pinnale. Millise kiiruse omandab silinder? Õhutakistus on tühine.

2. Kuul (5 punkti)

Homogeenne kuul massiga m lebab karedal pinnal. Teda hakatakse lükkama lauatuuki abil nii, et lauapinnanormaal on horisontaalne ning kogu liikumine toimub selle pinnanormaali suunas. Millist tööd on vaja teha, et anda kuulile kiirus v ? Kuul veereb horisontaalpinnal, lauaj ja kuuli vaheline hõõrdetegur on μ .

3. Ruut (5 punkti)

Homogeensest terasplekist on valmistatud ruut küljepikkusega a . Ruudust lastakse läbi elektrivool I : ühest tipust sisse, naabertipust välja. Milline on magnetväli B ruudu keskpunktis?

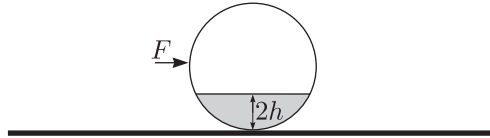
4. Koonus (5 punkti)

Ülilühike, vaid mõnest tasalaine perioodist koosnev valgusimpulss liigub piki koonuse sümmeetriatelge, kettakujuline impulsi keskosa siseneb koonusesse ning peegeldub koonuse sisepinnalt. Koonuse tipunurk on vahemikus $\pi/2 < 2\alpha < \pi$, valguse lainepikkus on tühiselt väike kõikide teiste geomeetriliste mõõdetega võrreldes ja difraktsiooni ei pea arvestama. Millise kiirusega levib peale peegeldumist piki telge tagasi liikuv valgustäpp (suure intensiivsusega valgusväljapiirkond)? Milline on selle valgustäpi kui telgsümmeetrilise lainepaketi keskel teljel laine faasi- ja rühmakiiirus?

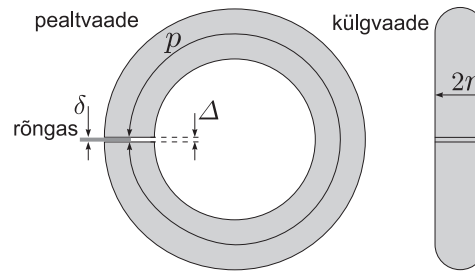
5. Tünn (10 punkti)

Silindrilisse tünni raadiusega $r = 10$ cm valatakse $m = 0,9$ kg viskoosset mittemärgavat vedeliku viskoossusega $\eta = 4$ kg/m·s ja tihedusega $\rho = 1$ g/cm³. Tünnile pannakse kaas peale ja keeratakse külili; vedelikukihi maksimaalne paksus seejuures on $2h = 4$ cm. Tünni hakatakse veeretama kiirusega v lükates jõuga F (rakenduspunkt on kõrgusel r). Hinnake, millise kiiruse v

juures on lükkamisjõud maksimaalne ning milline on see maksimaalne jõud F_m . Veerehõõret ja õhutakistust mitte arvestada.

**6. Vaakummull (10 punkti)**

Kokkusurumatus lõpmatut ruumi täitvas vedelikus on sfääriline tühimik raadiusega R . Lõpmatuses hoitakse vedeliku rõhk konstante ja võrdne p -ga, vedeliku tihedus on ρ . Alghetkel on vedelik kõikjal paigal. Kui pikk aeg kulub mulli kadumiseks?

7. Ülijuhist rõngas (10 punkti)

Toroidaalse ferromagneetilise südamikü ristlõikelõikeks on ring raadiusega $r = 2$ cm ja toroidaalne teljepikkus $p = 30$ cm. Südamikü materjali suhteline magnetiline läbitavus on $B \ll B_{\max}$ puhul $\mu = 10^4$ ($B_{\max} = 2,5$ T on küllastunud magnetvoo tihedus). Südamikü sisse on saetud ristlõiget läbiv $\Delta = 1$ mm laiune pilu, pilusse on asetatud ülijuhist rõngas; rõnga raadius on samuti r , üljuhitava traadi diameeter on $\delta \approx \Delta$ (kuid veidi väiksem kui Δ), kriitiline vool $I_c = 90$ A, mass $m = 3$ g. Alguses on rõngas vabalt pilus, tema vool $I_0 = 15$ A. Rõngas tõmmatakse tasakaaluasendist kaugusele $\sqrt{2}r$ ja lastakse seejärel lahti. Milline on rõnga maksimaalne kiirus? Hõõrde ja hüstereesi mõju lugeda tühiseks.

8. Gaas ja kiirus (10 punkti)

Silindriline anum on jagatud soojust mitteläbilaskva vabaltliikuva kolvi abil kahte ossa. Ühel pool on ideaalne gaas ja teisel pool soojuskiirus temperatuuril $T_0 = 10^3$ K. Kui muuta veidike temperatuure, mõlemal pool kolvi ühe- ja samapalju, siis kolvi nihke suund ei sõltu temperatuurimuutuse märgist. Milline on ideaalse gaasi molekulide kontsentratsioon?

9. Kollabeeruv gaas (10 punkti)

Vaadelgem tähtede vahelise gaasipilve gravitatsioonilist kokkutõmbumist. Tehkem järgmised lihtsustused: (a) gaas tihedusega ρ täidab homogeenelt kerakujulise ruumiosa; (b) gaasi temperatuur on nii madal, et gaasi osakeste algkiiruse loeme nulliks.

1) Kui kaua võtab aega gaasipilve kokkutõmbumine? Kasutage arvvaartust $\rho = 10^{-15}$ kg/m³. **[5 punkti]** **2)** Olgu teatud ajahetkel kokkutõmbuvate osakeste maksimaalne kiirus v_0 . Milline on sel hetkel osakeste jaotusfunktsioon kiiruste järgi? **[5 punkti]**

10. Braggi filter (15 punkti)

Optiline kiud koosneb peenest tsentraalniidist murdumisnäitajaga $n = 1,6$, mis on ümbritsetud koorikuga (samuti läbipaistev). Tsentraalniidi läbimõõt on $d = 6$ μ m. Kiud on ette nähtud valgussignaalide edasi kandmiseks lainepikkusel $\lambda_v \approx 1,6$ μ m; kiud vastab sellele lainepikkus $\lambda \approx \lambda_v/n \approx 1,0$ μ m. Kooriku ja tsentraalniidi murdumisnäitajate erinevus $\Delta n \ll n$ on selline, et mööda kiudu saab levida ainult laine põhimood (s.t. elektriväli on alati üle tsentraalniidi ristlõike samas faasis).

Kui kooriku murdumisnäitaja muutub piki kiudu (näiteks omandab veerand-lainepikkuselises "vöödis" senisest suurema väärtuse), siis peegeldub osa kiust levivast valgusest tagasi. Braggi filtri puhul on niisuguseid vööte võrdse vahemaa l tagant palju, kokku $N \gg 1$ tükki. Iga vööte peegeldab tagasi r -nda osa pealangeva valguse intensiivsusest, kus $r \ll 1$. Lugegem, et kadusid pole, s.t. vööti läbib $(1 - r)$ -s osa pealangeva valguse intensiivsusest. Olgu $r = 10^{-4}$, $N = 200$ ja $l = 10,0$ μ m (kusjuures esimese ja 200-nda triibu vahekaugus on 1990,0 μ m).

1) Mitu korda väheneb filtrit läbinud valguse intensiivsus läbilaskepektri miinimumis? Hinnata vastust **[5 punkti]** või leida täpne vastus. **[10 punkti]**

2) Kiusse lastakse valgusimpulss kestvusega $\tau = 10^{-12}$ s ja lainepikkusega (kius) $\lambda_0 = 1,000$ μ m. Hinnake, millise osa valgusenergiast peegeldab filter tagasi. **[5 punkti]**

Valemeid, mis võivad osutada kasulikuks

$$\int_1^{\infty} \frac{dx}{x^2 \sqrt{x^3 - 1}} = \sqrt{\pi} \Gamma\left(\frac{5}{6}\right) / \Gamma\left(\frac{1}{3}\right) \approx 0,746834$$