

IZBIRNO TEKMOVANJE ZA OLIMPIJSKO EKIPO

Ljubljana, 9. 5. 2014

Na listu so 4 naloge, čas reševanja nalog je 120 minut.

1. Po klancu z naklonom φ spuščamo votel valj z maso M in polmerom R . Stranski ploskvi valja sta zaprti z lahkim krožnima ploščama z zanemarljivo maso. Debelino plašča valja zanemarimo.

- a) Primerjaj pospeška težišča v primerih, ko se valj kotili po klancu brez podrsavanja, in ko drsi po klancu brez trenja. [2 točki]
- b) V valj natočimo do polovice vodo z maso m in spustimo, da se valj kotili po klancu. Privzamemo, da se voda v valju lahko pretaka brez trenja. S kolikšnim pospeškom težišča in s kolikšnim kotnim pospeškom se sedaj giblje valj? [2 točki]
- c) Nariši skico (stranski pogled na valj). Kako je postavljena gladina vode? Določi kot proti vodoravnici. [2 točki]
- d) Pri zelo veliki hitrosti kotaljenja pridejo do izraza notranje sile v vodi. V tem primeru se voda enakomerno razleze po notranjem obodu votlega valja, tako da tvori (votel) valj s konstantnim notranjim in zunanjim polmerom. Določi pospešek težišča in kotni pospešek v tem primeru. [3 točke]

Vztrajnostni moment homogenega valja okrog simetrijske osi je $J = \frac{1}{2}mr^2$; upoštevaj, da se vztrajnostni momenti pri vrtenju okoli iste osi seštevajo.

2. Zemljo ves čas zadevajo visokoenergijski kozmični žarki. V glavnem so to protoni, ki izvirajo iz vesolja zunaj Sončnega sistema.

Protoni imajo v povprečju kinetično energijo 1 GeV, gostota številskega toka protonov, ki dosežejo površje Zemlje, pa je 1 delec/cm²s.

- a) Oцени, v kolikšnem času bi se Zemlja toliko naelektrila, da zaradi električne odbojne sile protoni ne bi več mogli doseči površja Zemlje. [3 točke]
- b) Proton, ki je priletel iz vesolja ravno v trenutku, ko je izpolnjen pogoj iz vprašanja a), obmiruje tik ob površju Zemlje. S kolikšnim pospeškom in v kateri smeri se začne gibati potem? [3 točke]

Napetost krogle z radijem r ter nabojem e proti neskončnosti je $U = e/4\pi\epsilon_0 r$.

Podatki: osnovni naboj je $e_0 = 1,6 \cdot 10^{-19}$ As, masa protona je $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27}$ kg, polmer Zemlje je $r_z = 6400$ km, influenčna konstanta je $\epsilon_0 = 8,9 \cdot 10^{-12}$ As/Vm.

3. Da bi raziskali sile med dvema majhnima magnetoma, naredimo naslednji poskus. Prvi magnet je obešen na vrvico z dolžino $l = 2,00$ m tako, da sta severni in južni pol magnetov v vodoravni ravnini. Drugi magnet prav tako držimo vodoravno in ga počasi približujemo prvemu magnetu. Med približevanjem magnetov ves čas skrbimo, da sta magneti obrnjena drug proti drugemu z nasprotnima poloma in da sta v isti vodoravni ravnini. Med magnetoma deluje privlačna sila F_m , ki pojema z razdaljo d med magnetoma s potenco n ; $F_m \propto d^{-n}$. Dokler je razdalja med magnetoma dovolj velika, se prvi magnet zaradi bližine drugega magnetu odkloni za majhen vodoravni odmik x in obmiruje. Ko se z drugim magnetom prvemu približamo na razdaljo $d_1 = 8,0$ cm, je prvi magnet odmaknjen od navpičnice za $x_1 = 2,0$ cm. Če drugi magnet še malenkost primaknemo k prvemu, prvega potegne k drugemu, da se stakneta.

Za $d > d_1$ je torej lega prvega magneta $x(d)$ stabilna. Za $d < d_1$ pa je lega $x(d)$ labilna, kar pomeni, da majhen odmik prvega magneta proti drugemu povzroči, da se magneta stakneta, majhen odmik stran od drugega magneta ima za posledico, da se prvi magnet začne gibati proti začetni legi $x = 0$.

Morda boš potreboval zvezo $(1 \pm x)^n \approx 1 \pm nx$, ki velja za $x \ll 1$.

a) Izrazi odmik x z l , d , d_1 in x_1 . [2 točki]

b) Izrazi potenco n z d_1 in x_1 in izračunaj vrednost n . [4 točke]

4. V točki S je vir svetlobe z valovno dolžino λ , ki jo vir oddaja izotropno v prostor (v vse smeri enakomerno). Valovne ploskve so koncentrične krogle. Za svetilom je v oddaljenosti $l = N\lambda$, kjer je N veliko celo število, zrcalo iz dielektrika, od katerega se valovanje odbija. Nasproti zrcala je na drugi strani svetila zaslon, na katerem opazujemo interferenčno sliko. Zaslon je od svetila oddaljen za $L \gg l$.

Zrcalo in zaslon sta vzporedna ravnini yz . Na zrcalu iz dielektrika se svetloba odbije z nasprotno fazo. Morda boš potreboval zvezo $\cos \varphi \approx 1 - \frac{1}{2} \varphi^2$, ki velja za majhne kote φ .

a) Pri katerih oddaljenostih s od osi x lahko opazimo interferenčne ojačitve? Upoštevaj, da velja $s \ll L$. [4 točke]

b) Nariši sliko zaslona s prvimi tremi interferenčnimi ojačitvami. [3 točke]

c) Ravni zaslon zamenjamo s pol-krogelnim zaslonom s polmerom $L + l$ in središčem v T . Koliko interferenčnih ojačitev je na zaslonu? [2 točki]

