

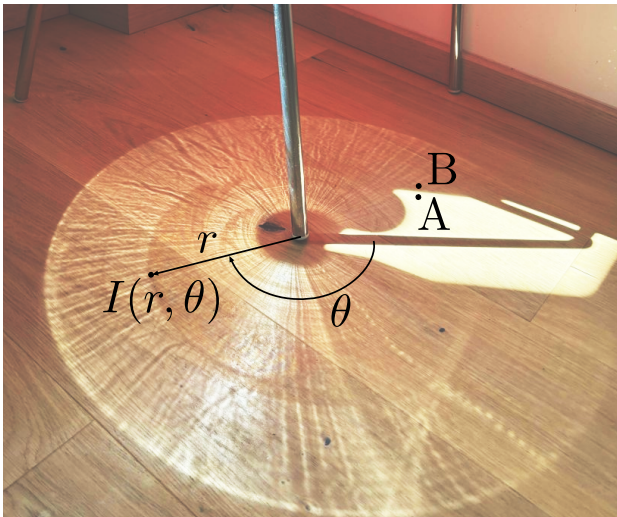
T1: Aurinkoista (10p)

Tehtävässä tarkastellaan alla olevan kuvan kirkkaasti valaistun ympyrän sekä tummien renkaiden ominaisuuksia. Tee laskusi idealisoidussa tilanteessa: tuolin jalka on täysin sylinterimäinen, säteeltään a , täysin pystysuora ja sen pinta on täysin sileä, sylinterimäinen ja täysin heijastava. Voit tehdä myös muita oletuksia ja approksimaatioita mallilesi jotka katsot tarkoituksenmukaiseksi ja jotka yksinkertaistavat laskujasi.

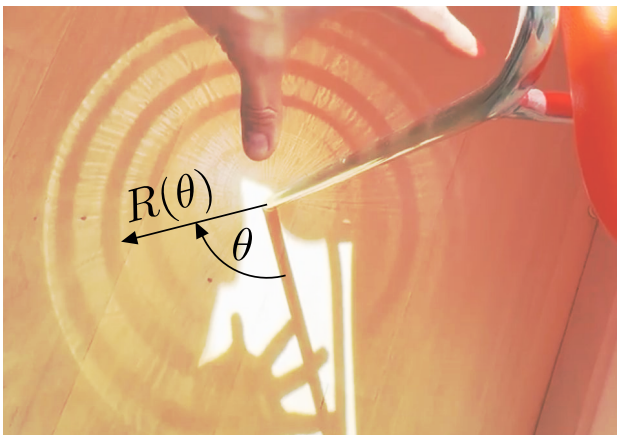
- a) (5p) Määritä, miten kirkkaasti valaistun ympyrän sisäpuolinen valaistusvoimakkuuden ylijäämä $I(r, \theta)$ lattialla riippuu polaarikoordinaateista $r \gg a$ ja θ . Valaistusvoimakkuus kuvaa saapuvan valon määrää pinta-alaa kohti.

Tässä valaistusvoimakkuuden ”ylijäämällä” tarkoitetaan lisävalaistusta, joka syntyy sylinterin (tuolinjalan) läsnäolon seurauksena verrattuna tilanteeseen, jossa sylinteriä ei olisi.

Esitä vastauksesi I_0 :n avulla missä I_0 on valaistusero kuvassa näkyvien pisteiden A ja B välillä.



- b) (5p) Seuraavassa kuvassa muutama sormi estää jonkin verran valoa saavuttamasta tuolin jalkaa. Merkitään $R(\theta)$:lla keskimmäisen tumman renkaan, θ -kulmariippuvaa, säteittäistä etäisyyttä sekä $R_{\min}$:llä $R(\theta)$:n pienintä arvoa. Määritä erotus $R(\theta) - R_{\min}$.

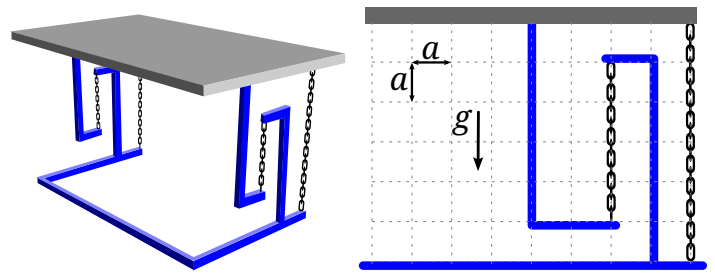


T2: Kelluva pöytä (10p)

Pöytä on koottu kiinnittämällä metallirunko massiiviseen, tasapaksuun levyyn siten, että ne muodostavat jäykän kappaleen, ja ripustamalla se ketjuilla toiseen runkoon. Runko on kiinnitetty vaakasuoraan maahan. Pöydän liike on rajoitettu tapahtumaan vain sivukuvan tasossa (oikeanpuoleisen kuvan tasossa).

- a) (4p) Osoita, että sivukuvan konfiguraatiossa pöytä on vakaassa tasapainossa.
b) (6p) Etsi pienten värähtelyjen jaksonaika T .

Ketjujen ja rungon massat voidaan jättää huomiotta. Ketjut ovat kitkattomia, venymättömiä ja pysyvät jännittyneinä heilahtelujen aikana. Ruudukkoaskel on $a = 0.100$ m, painovoimakiihtyvyys $g = 9.81$ m/s².



T3: Ristikkäiset johdot (10p)

- a) (1p) Virta kulkee äärettömän pitkän, suoran, kaapean johdon läpi. Tasainen ulkoinen magneettikenttä on asetettu yhdensuuntaisesti johdon kanssa. Luonnostele kuinka yksi magneettivuonviiva kulkee.
b) (5p) Tarkastellaan seuraavaksi kahta äärettömän pitkää, suoraa ja ohutta johtoa (johdot X ja Y), joista kumpikin kuljettaa virtaa I kuvan mukaisesti. Johto X on x-akselin suuntainen, kun taas johto Y on y-akselin suuntainen ja kulkee pisteen $(0, 0, -a)$ kautta. Tarkastellaan pistettä $P = (3a, 0, r)$ oletuksella että $r \ll a$. Laske d , joka on magneettivuonviivan pienin etäisyys johtoon X, ja joka kulkee pisteen P kautta.
c) (4p) Merkitään L :llä tämän kenttäviivan pituutta pisteen P ja sen kohdan välillä, jossa se on lähimpänä johtoa X. Käyttäen arvoja $a = 10$ cm ja $r = 1.0$ mm, laske L :n arvo 20%:n suhteellisen virheen tarkkuudella.

