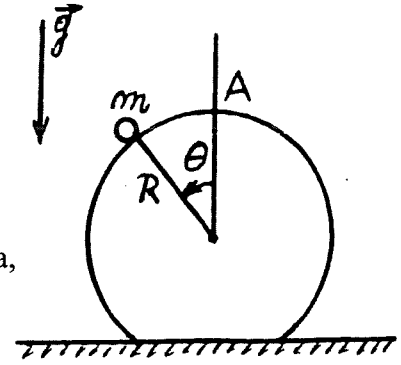


Tfy-0.1011 Fysiikka IA (TFY, L) tentti 30.10.2006

1. a) Johda yleisesti hiukkasen kiihtyvyys \mathbf{a} napakoordinaatistossa $O\hat{r}\hat{e}_\theta$.
 b) Kirjoita yleisesti hiukkasen liikeyhtälöt napakoordinaatistossa.

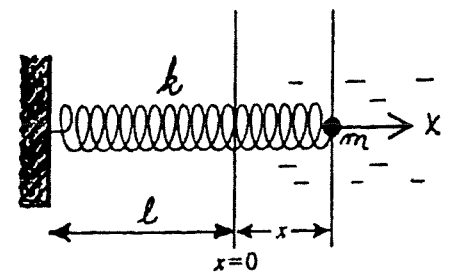
Hiukkanen, jonka massa on m , liikkuu kitkattomasti pitkin R-säteisen vaakasuoran sylinterin pintaa sylinterin akselin normaalitasossa (kuva 1).

- c) Määritä hiukkasen nopeus ja tukivoima napakoordinaatin θ funktiona, kun hiukkanen lähtee levosta liikkeelle pisteestä A.
 d) Määritä piste, missä hiukkanen irtoaa sylinteripinnalta ja hiukkasen nopeus tässä pisteessä. (9 p.)



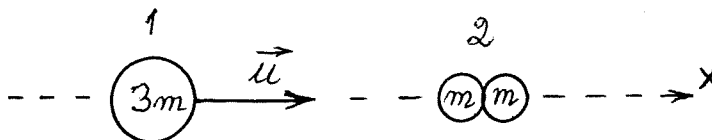
Kuva 1

2. Kuvan 2 mukainen vaimennettu harmoninen oskillaattori koostuu painottomasta (kierukka)jousesta, jonka jousivakio $= k$ ja pituus venymättömänä $= \ell$, sekä jousen päähän kiinnitetystä hiukkasesta, jonka massa $= m$. Hiukkanen pääsee liikkumaan pitkin x-akselia ja siihen vaikuttaa väliaine vastusvoimalla $-bv$, missä b on positiivinen vakio ja v hiukkasen nopeus. Kirjoita systeemin liikeyhtälö ja etsi sille yleinen ratkaisu sopivaa yritettä käyttäen pienen vaimennuksen tapauksessa, jolloin $b^2/(4m^2) < k/m$. Totea, että yleinen ratkaisu lähestyy harmonisen oskillaattorin yleistä ratkaisua, kun vaimennus katoaa eli b lähestyy nollaa. (8 p.)



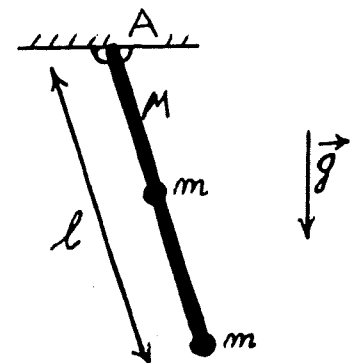
Kuva 2

3. Hiukkanen 1 (massa $= 3m$) törmää nopeudella u epäelastisesti levossa olevaan hiukkaseen 2, joka koostuu kahdesta m -massaisesta osahiukkasesta (kuva 3). Törmäyksen jälkeen hiukkanen 1 ja hiukkasen 2 vasemmanpuoleinen osahiukkanen liikkuvat yhdessä, kun taas oikeanpuoleinen osahiukkanen liikkuu nopeudella v vasemmanpuoleiseen osahiukkaseen nähden. Kaikki törmäystapahtumat ovat päittäisiä eli nopeudet ovat pitkin samaa x-akselia.
 a) Millä nopeuksilla liikkuvat uusi yhteishiukkanen ja eroon lähtenyt osahiukkanen törmäyksen jälkeen?
 b) Mikä on energian muutos törmäyksessä? (7 p.)



Kuva 3

4. Kuvan 4 mukainen pitkä ja ohut homogeeninen sauva (massa $= M$, pituus $= \ell$), jonka keskelle ja päähän on kiinnitetty massat m , heiluu kitkattomasti pystytasossa pienellä amplitudilla.
 a) Laske sauvan hitausmomentti kiinnityspisteen A kautta kulkevan, pystytasoa vastaan kohtisuoran pyörimisakselin suhteen.
 b) Laske sauvan edestakaiseen heilahdukseen kuluva aika. (6 p.)



Kuva 4