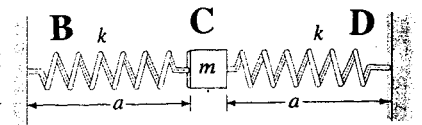


## Tfy-3.1181 Fysiikka IA tentti, 5.3. 2007

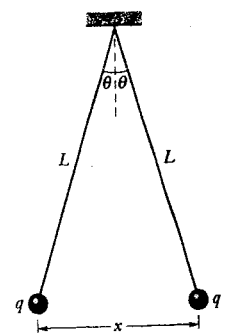
1. Moottorivene MV (hiukkanen, massa on  $m$ ) kulkee suoraviivaisesti ja aluksi vakionopeudella  $2 \text{ m/s}$  tyynessä ja liikkumattomassa vedessä, kun sen moottori sammutetaan hetkellä  $t = 0$ . Nopeuteen suoraan verrannollinen väliaineen (Stokesin) vastusvoima (verrannollisuuskerroin on  $b$ ) hidastaa MV:n liikettä. a) Laske MV:n nopeus ajan funktiona  $v(t)$  (ja  $m$ :n ja  $b$ :n avulla). Hetkellä  $t = 2,98 \text{ s}$  MV:n nopeus on pudonnut puoleen alkunopeudesta. b) Laske liikkeen aikavakio  $m/b$ . c) Kuinka pitkän matkan MV pääsee vedessä etenemään moottori sammutettuna? Tiedetään, että vastusvoimavakio on  $b = 46,52 \text{ N/s}$ . d) Paljonko termistä hukkaenergiaa (vastusvoimatyötä) kaikkiaan matkalla syntyy?
  
2. Vaunu AB (hiukkanen, massa on  $180 \text{ kg}$ , pituus  $AB = 18 \text{ m}$ ) liikkuu suoraviivaisesti vaakatasossa vakionopeudella  $3 \text{ m/s}$ . Mukana perässä A seisoo mies (hiukkanen, massa on  $90 \text{ kg}$ ), joka lähtee yhtäkkiä kävelemään etupäätä B kohti (AB:n liikesuuntaan) nopeudella  $u$  AB:n suhteen. a) Millä nopeudella  $u$  miehen olisi lähdettävä liikkeelle, jotta AB pysähtyisi? b) Laske työ, jonka mies tekee liikkeellelähdössään. c) Laske miehen lähdössä saama impulssi.
  
3. Vaunut I ja II (hiukkasia) pääsevät liikkumaan  $x$ -akselilla. Vaunun I massa on  $m = 10\,000 \text{ kg}$  ja se törmää nopeudella  $25 \text{ m/s}$  massaltaan tuntemattomaan liikkumattomaan vaunuun II, josta vaunu I kimmauttaa kimmoisasti nopeudella  $5 \text{ m/s}$  takaisin tulosuuntaansa vastaan. Laske vaunun II törmäyksen jälkeinen a) liike-energia ja b) nopeus sekä c) vaunun II massa. d) Laske kahden vaunun joukon massakeskipisteen nopeus ennen ja jälkeen törmäyksen. e) Laske kummankin vaunun törmäyksessä saama impulssi (suuruus ja suunta). f) Laske vaunujen välillä vaikuttava keskimääräinen impulsiivinen voima, kun törmäyksen kesto on  $0,01 \text{ s}$ .

4. Kaksi samanlaista homogeenista tasapaksua vaakasauvaa on tuettu symmetrisesti kiinteisiin seiniin B ja D ja lisäksi keskeltä C toisiinsa hiukkasella (massaltaan)  $m$ . Kummankin sauvan poikkipinta-ala on  $A$ , kimmokerroin  $E$  ja pituus alussa venymättömänä  $a$  ( $= BC = CD$ ). Sauvat ovat oleellisesti massattomia ja niitä voidaan pitää (Hooken) lineaarisina jäykkinä jousina. a) Laske yhtä sauvaa vastaava jousivakio  $k$ . Hiukkasen  $m$  päästetään vapaasti värähtelemään vaakasuunnassa. Laske värähtelyn b) kulmataajuus ja c) värähdysaika (periodi). d) Millaisia ajan funktioita tukivoimat (tukireaktiot) B:ssä ja D:ssä ovat värähtelyn aikana, kun värähtelyn (hiukkasen  $m$  paikan) amplitudi on  $x_m$ ?



Kuva 4

5. Kaksi pientä (pistemäistä) identtistä johdepalloa (varaus  $q$  ja massa  $m$ ) riippuu paikoillaan pystysuorassa gravitaatiokentässä  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$  (johtamattomien) narujen (pituus  $L$ ) varassa kuvan mukaisesti siten, että kumpikin naru muodostaa kulman  $\theta$  pystysuoran suhteen. Laske johdepallojen välinen vaakaetäisyys  $x$  pienen kulmapoikkeaman approksimaatiossa, eli kun voidaan olettaa, että poikkeamakulma  $\theta$  on niin pieni, että tavanomaiset trigonometrian lineaariset likimääräiskaavat ovat voimassa (tangenti on likimain sini jne). Laske pallojen varaus, kun  $L = 120 \text{ cm}$ ,  $m = 10 \text{ g}$  ja  $x = 5,0 \text{ cm}$ . Oletetaan, että toinen pallo yhtäkkiä menettää varauksensa. Mitä tapahtuu fysikaalisesti? Kun varaus on uudelleenjakautunut pallojen kesken (miten?), asettuvat pallot uuteen vaakaetäisyyteen  $x$ . Laske uusi  $x$ .



Kuva 5

$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$ ,  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ ,  $1 \text{ atm} = 1,013 \text{ bar} = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa} = 760 \text{ torr}$ ,  $1 \text{ cal} = 4,186 \text{ J}$ ,  $1 \text{ kWh} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ J}$ ,  
 $1 \text{ eV} = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ ,  $c = 2,998 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ ,  $k = 1/4\pi\epsilon_0 = 10^{-7} \cdot \text{c}^2 = 8,99 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$ ,  $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}$ ,  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ H/m}$ ,  
 $e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

*Opiskelijanumero (myös kirjain), nimi, koulutusohjelma, opintojakson koodi ja kokeen päivämäärä jokaiseen suorituspaperiin.*