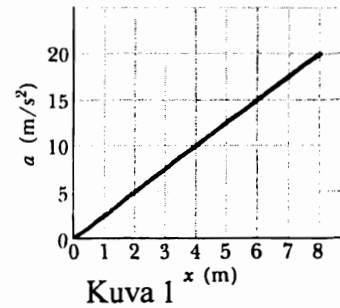


Tfy-3.1181 Fysiikka IA tentti, 9.3.2009

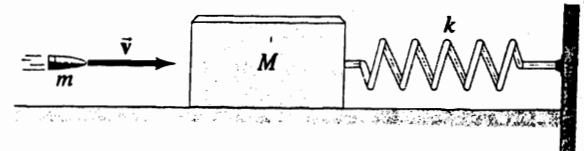
1. Kappale (massa on)  $m = 6,4 \text{ kg}$  liikkuu x-akselin positiiviseen suuntaan. Alussa  $m$  on (liikkeessä) origossa, josta  $m$  etenee (pyörimättä) kuvan mukaisella kiihtyvyydellä voiman vaikuttaessa positiiviseen suuntaan. Lopussa  $m$  on siirtynyt pisteeseen  $x = +8 \text{ m}$ , jossa  $m$ :n liike-energia on  $800 \text{ J}$ . Laske a) siirrossa voiman tekemä työ, b)  $m$ :n liike-energia origossa ja c) siirrossa voiman  $m$ :lle antama kokonaisimpulssi.



2. Insinööri IN kokeilee x-akselilla kimmoista jousitörmäystä kahdella kappaleella  $m_1 = 2 \text{ kg}$  ja  $m_2 = 6 \text{ kg}$ , joiden nopeudet alkutilassa AT ovat (oikealle)  $v_1 = 12 \text{ m/s}$  ja  $v_2 = 4 \text{ m/s}$  ( $m_1$ :n ottaessa  $m_2$  kiinni).  $m_2$ :n perässä on kimmoisa Hooken lineaarinen jousi (jousivakio on  $2400 \text{ N/m}$ ), joka puristuu lyhimmilleen puristustilassa PT. Lopputilassa LT jousi oikenee ja  $m_1$  irtaantuu. IN huomaa, että LT:ssa  $m_1$  on levossa ja  $m_2$  jatkaa vapaasti matkaansa vauhdilla  $u_2$  oikealle. a) Osoita, että  $u_2 = 8 \text{ m/s}$ . Laske kappaleiden yhteinen kokonaisliike-energia b) AT:ssa, c) PT:ssa ja d) LT:ssa. Laske PT:ssa jousen e) sitoma energia ja f) puristuma.



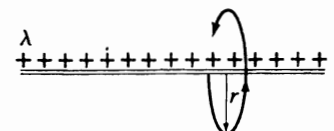
3. Insinööri IN mittaa nopeudella  $v$  vapaasti tulevan kappaleen (massa on)  $m = 50 \text{ g}$  liikettä antamalla  $m$ :n nopeasti tunkeutua ja pysähtyä alussa levossa olevaan kappaleeseen (massa on)  $M = 6,2 \text{ kg}$ . Molemmat alkavat yhdessä värähdellä (ominais)kulmataajuudella  $\omega$  pienillä värähtelyillä seinään kiinnitetyn jäykän Hooken lineaarisen jousen varassa. Jousena IN käyttää kevyttä (oleellisesti massatonta) homogeenista tasapaksua alumiinisauvaa AS, jonka pituus on  $0,35 \text{ m}$ , poikkileikkauksen (vakio)pinta-ala on  $0,2 \text{ cm}^2$  ja kimmokerroin on  $E = 70 \cdot 10^9 \text{ N/m}^2$  (Youngin moduuli). IN mittaa jousen suurimmaksi puristumaksi  $2 \text{ mm}$  (mitattuna törmäys/tasapainokohdasta). a) Osoita, että AS:n jousivakio on noin  $k = 4 \cdot 10^6 \text{ N/m}$ . Laske b)  $\omega$ , c) jousen puristuessa esiintyvä suurin hidastuvuus (kiihtyvyyks) sekä d) laske  $v$ .



4. Moottoritie rakennetaan  $10 \text{ m}$  pitkistä betonilaatoista (concrete), jotka kiinnitetään peräkkäin tiiviisti ilman rakoja  $10^\circ \text{C}$  lämpötilassa. Lämpötila nousee  $40^\circ \text{C}$  asteeseen. a) Mikä normaalijännitys laatoissa vallitsee? b) Onko laatat mitoitettu oikein, ts. kestäkö rakenne murtumatta? c) Laattojen (päiden) kosketuspinta-ala on  $0,2 \text{ m}^2$ . Mikä voima vaikuttaa laatoissa? d) Paljonko rakoa laattoihin pitäisi jättää rakennusvaiheessa, jotta laatat eivät lämmentyään koskettaisi toisiaan? e) Montako astetta lämpötila nyt saa nousta käytettäessä aloitusrakoja, jotta laatoissa vallitsisi lopulta sama jännitys kuin a)-kohdan raottomassa rakenteessa?

Kuva 4 (kääntöpuolella)

5. Insinöörillä IN on pitkä suora ja ohut eristelanka EL, jonka vakiovaraustiheys pituusyksikköä kohden on positiivinen vakio  $\lambda = 6/29 \mu\text{C/m}$  ( $\approx 0,2069 \mu\text{C/m}$ ). Coulombin kerroin on  $k = 1/4\pi\epsilon_0 = 8,99 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$ . IN tietää, että kohtisuoralla etäisyydellä  $r$  EL:n sähkökenttä on  $r$ :n suuntainen ja muotoa  $E = 2k \lambda/r$ . a) Osoita, että kentän potentiaali on  $V \approx -3720 \ln(r) + \text{vakio}$ . Elektronin kaltainen hiukkanen  $m$  (massa on  $m = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$  ja negatiivinen varaus on  $-q < 0$ , missä  $q = e = \text{alkeisvaraus} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ ) kiertää  $r$ -säteisellä ympyräradalla EL:aa. Anna seuraavassa energiat/työt elektronivolteina (eV), missä  $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$  (= alkeisvarauksen  $e$  lukuarvo). Laske  $m$ :n b) liike-energiat, kun  $m$ :n ympyräradan säteet ovat  $r = R$  ja  $r = 2R$ .  $m$  siirretään radalta  $r = R$  radalle  $r = 2R$ . Laske ratojen välillä c) jännite-ero eli kentän potentiaalimuutos (volteissa), d)  $m$ :n liike-energian muutos, e)  $m$ :n potentiaalienergian muutos ja f) siirtoon tarvittava työ.



**TABLE 12-1** Elastic moduli

Material	Young's modulus, $E$ ( $\text{N/m}^2$ )
<i>Solids</i>	
Iron, cast	$100 \times 10^9$
Steel	$200 \times 10^9$
Brass	$100 \times 10^9$
Aluminum	$70 \times 10^9$
Concrete	$20 \times 10^9$
Brick	$14 \times 10^9$

Kuva 4

**TABLE 12-2** Ultimate strengths of materials (force/area)

Material	Tensile strength ( $\text{N/m}^2$ )	Compressive strength ( $\text{N/m}^2$ )
Iron, cast	$170 \times 10^6$	$550 \times 10^6$
Steel	$500 \times 10^6$	$500 \times 10^6$
Brass	$250 \times 10^6$	$250 \times 10^6$
Aluminum	$200 \times 10^6$	$200 \times 10^6$
Concrete	$2 \times 10^6$	$20 \times 10^6$
Brick		$35 \times 10^6$

**TABLE 17-1** Coefficients of Expansion, at 20°C

Material	Coefficient of Linear Expansion, $\alpha$ ( $^\circ\text{C}^{-1}$ )
<i>Solids</i>	
Aluminum	$25 \times 10^{-6}$
Brass	$19 \times 10^{-6}$
Copper	$17 \times 10^{-6}$
Iron or steel	$12 \times 10^{-6}$
Concrete and brick	$\approx 12 \times 10^{-6}$