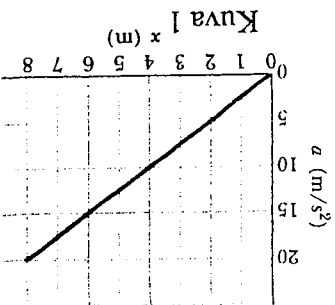
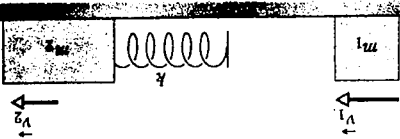


1. Kappale (massa on) $m = 6,4 \text{ kg}$ liikkuu x-akselin positiiviseen suuntaan. Alussa m on (liikkeessä) origossa, josta m etenee (pyörimättä) kuvan mukaisella kihtyvyydellä voiman vaikuttaessa positiiviseen suuntaan. Lopussa m on siirtynyt pisteeseen $x = +8 \text{ m}$, jossa m :n liike-energia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



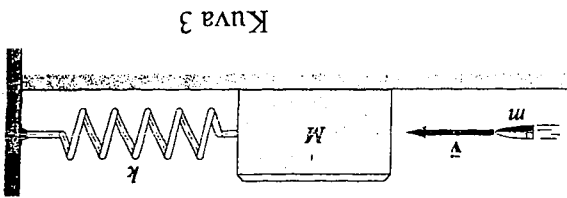
2. Insinööri IN kokeilee x-akselilla kimmoista jousivälikettä kahdella kappaleella $m_1 = 2 \text{ kg}$ ja $m_2 = 6 \text{ kg}$, joiden nopeudet alkutilassa AT ovat (oikealle) $v_1 = 12 \text{ m/s}$ ja $v_2 = 4 \text{ m/s}$ (m_1 :n otaessa m_2 kiinni). m_2 :n perässä on kimmoisa Hooke'n lineaarinen jousi (jousivakio on 2400 N/m), joka puristuu lyhimmillään puristuslissa 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. Laske PT :ssa jousen e) sitoma energia ja f) puristuma.

Kuva 2



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 ω pienillä värähtelyillä seinään kiinnitetyn jäykkän Hooke'n 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 kimmoikerroin on $E = 70 \cdot 10^9 \text{ N/m}^2$ (Youngin moduuli). IN mittaa jousen suurimmaksi puristumaksi 2 mm (mitattuna törmäys/tasapainokohdasta). a) Osoita, että AS :n jousivakio on noin $k = 4 \cdot 10^6 \text{ N/m}$. Laske b) ω , c) jousen puristuksessa esiintyvä suurin hidastuvuus (kihtyvyyys) sekä d) laske v .

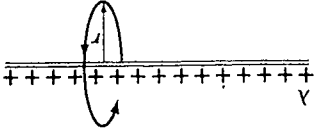
4. Moottorite rakennetaan 10 m pitkiä betonilaatoista (concrete), jotka kiinnitetään peräkkäin tiivistä ilman rakojia 10° C lämpötilassa. Lämpötila nousee 40° C asteeseen. a) Mikä normaaliijännitys laatoissa vallitsee? b) Onko laatat mitoitettu oikein, ts. kestäväkö rakenne murtumatta? c) Laattojen (päiden)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



Kuva 3

5. Insinööri IN on pitkä suora ja ohut eristelaan EL , jonka vakiovaraus tiheys pituusyksikköä kohden on positiivinen vakio $\lambda = 6/29 \text{ } \mu\text{C/m}$ ($\approx 0,2069 \text{ } \mu\text{C/m}$). 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 $q = e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$) kiertää r -säteisellä ympyrätaradalla EL :aa. Anna seuraavassa energia/työt elektronivoiteina (eV), missä

b) liike-energiat, kun m :n ympyrätaradan säteet ovat $r = R$ ja $r = 2R$.
 c) jännite-ero eli kentän potentiaalin muutos (volteissa), d) m :n liike-energian muutos, e) m :n potentiaalienergian muutos ja f) siirtoon tarvittava työ.



Kuva 5

TABLE 12-1 Elastic moduli

Material	Young's modulus, E (N/m^2)
Solids	
Iron, cast	100×10^9
Steel	200×10^9
Brass	100×10^9
Aluminum	70×10^9
Concrete	20×10^9
Brick	14×10^9

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

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

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

Material	Coefficient of Linear Expansion, α ($^{\circ}C$) ⁻¹
Solids	
Aluminum	25×10^{-6}
Brass	19×10^{-6}
Copper	17×10^{-6}
Iron or steel	12×10^{-6}
Concrete and brick	$\approx 12 \times 10^{-6}$