

MAOL-Pisteitysohjeet

Fysiikka kevät 2004

Tyypillisten virheiden aiheuttamia pistemenetyksiä (6 pisteen skaalassa):

- pieni laskuvirhe		-1/3 p
- laskuvirhe, epämielekäs tulos,	vähintään	-1 p
- vastauksessa yksi merkitsevä numero liikaa		-0 p
- karkeampi pyöristysvirhe		-1 p
- laskuissa käytetty pyöristettyjä välituloksia		-2/3 p
- kaavassa virhe, joka ei muuta dimensiota		-1 p
- kaavavirhe, joka johtaa väärään dimensioon,	vähintään	-2 p
- lukuarvosijoitukset puuttuvat		-1 p
- yksiköt puuttuvat lukuarvosijoituksissa		-1 p
- yksikkövirhe lopputuloksessa,	vähintään	-1 p
- täysin kaavaton esitys, yleensä		-3 p

"Solverin" käyttö ei hyväksyttävää \Rightarrow

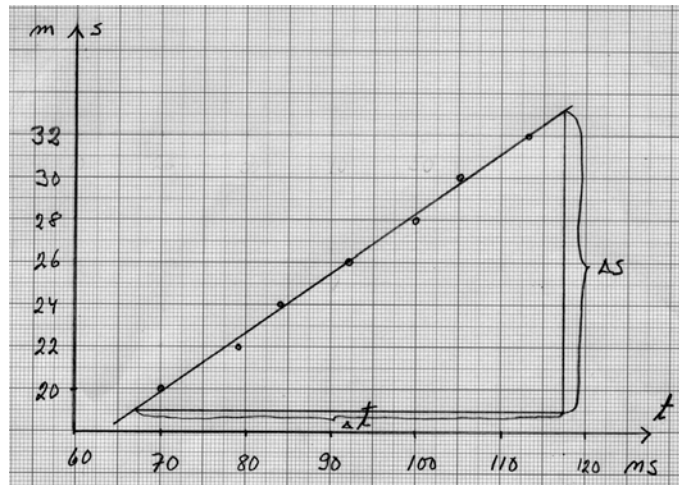
Suureyhtälö on ratkaistava kysytyn suureen suhteen, lukuarvot yksikköineen sijoitetaan vasta saatuun lausekkeeseen.

Graafiset esitykset

- puutteet koordinaatistossa (akselit, symbolit, yksiköt, jaotus),	vähennys	0,5 - 2 p
- graafinen tasoitus puuttuu		-1 p
- suoran kulmakertoimen määrittäminen yksittäisistä havaintopisteistä (eivät suoralla)		-1 p
- koko, tarkkuus, yleinen huolimattomuus, vähennys		0,5 - 1 p

1. a) ionisoiva säteily irroittaa atomeista elektroneja 1 p
 - hiukkassäteilyä α ja β 1 p
 - lyhytaaltoista sähkömagneettista säteilyä γ ja röntgen (UV) 1 p
- b) - sisäilman radon: Uraanin hajoamisketjussa syntyvä radioaktiivinen kaasu siirtyy maaperästä huoneilmaan (α -aktiivinen). 1 p
 - lääketieteellinen käyttö: Röntgensäteilyä käytetään röntgenkuvauksissa ja sädehoidossa. Radioaktiivisia isotooppeja käytetään sädehoidossa ja isotooppitutkimuksissa. 1 p
 - ulkoinen säteily maaperästä: γ -säteily maaperästä (uraani, thorium ja kalium). sisätiloissa rakennusmateriaaleista. 1 p
 - ulkoinen säteily avaruudesta: Kosminen säteily auringosta ja avaruudesta esim. protonit ja γ ja ^{14}C :n synty. 1 p
 - luonnon radioaktiiviset aineet kehossa: Ruuasta ja juomasta saadaan esim. kalium-40 isotooppia. 1 p
 - Tsernobyli: Ympäristöön päässeistä radioaktiivisista isotoopeista on jäljellä Cs-137, elimistöön ruuasta. 1 p
 max 6 p

2.



3 p

t/ms	$2s/m$
70	20,00
79	22,00
84	24,00
92	26,00
100	28,00
105	30,00
113	32,00

$$2s = c \cdot t$$

1 p

matka $2s$ esitetään ajan funktiona ja piste joukkoon sovitetaan suora, jonka fysikaalinen kulmakerroin on c

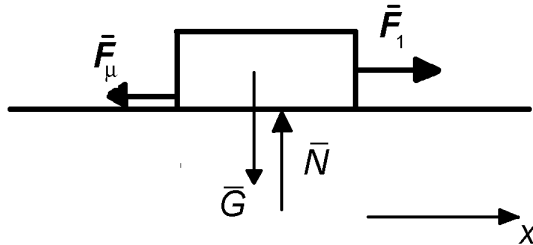
$$c = \frac{2s}{t} = \frac{14,2 \text{ m}}{50 \cdot 10^{-9} \text{ s}} \approx 2,8 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

2 p

Hyväksytään myös $2,7 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ ja $2,9 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

3. $m = 36 \text{ kg}$
 $F_\mu = 150 \text{ N}$

a)



Voimat:

Paino $G = mg$

Normaalivoima N

Kitkavoima $F_\mu = 150 \text{ N}$

Tehtävässä esitetty voima: F_1

1 + 1 p

- b) Newtonin II lain mukaan $F_1 - F_\mu = m \cdot a$

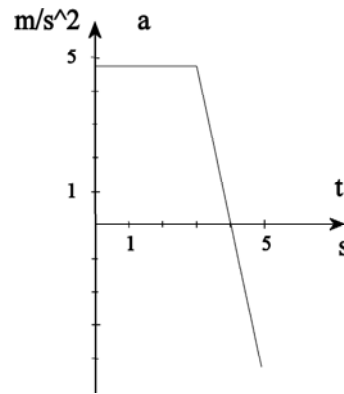
$$F_1 - F_\mu = (320 - 150) \text{ N} = 170 \text{ N}$$

Suurin kiihtyvyys:

$$a_{\max} = \frac{F_1 - F_\mu}{m} = \frac{170 \text{ N}}{36 \text{ kg}} \approx 4,722 \text{ m/s}^2$$

Pienin kiihtyvyys:

$$a_{\min} = \frac{F_\mu}{m} = \frac{-170 \text{ N}}{36 \text{ kg}} \approx -4,167 \text{ m/s}^2$$



1 p

1 p

Kuvasta 1 p

- c) Laatikon nopeus kasvaa niin kauan kun kiihtyvyys on positiivinen. Se on suurin hetkellä $t = 4,0 \text{ s}$ jolloin $a = 0$.

1 p

4. Hyötysuhde $\eta = \frac{P_a}{P_o}$

1 p

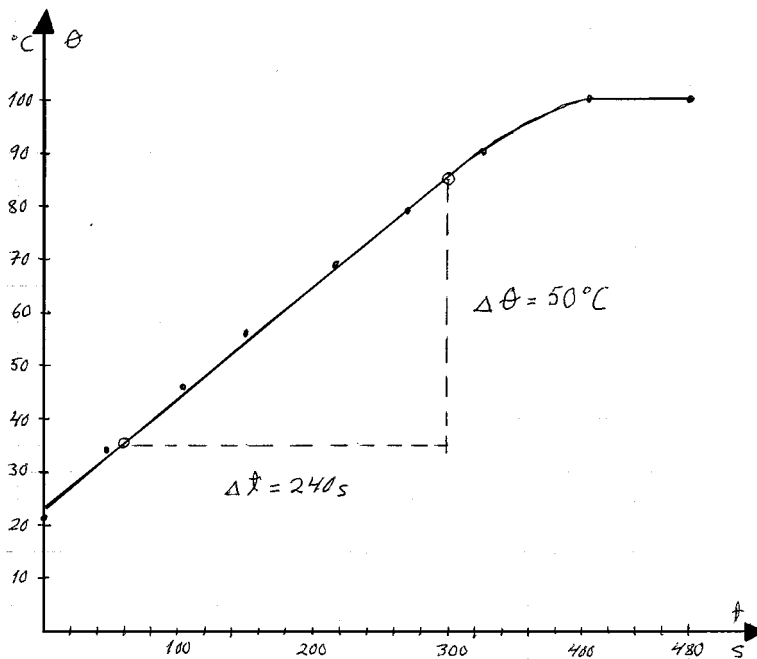
Antoteho P_a lasketaan veden lämpenemisen perusteella

$$Q = c \cdot m \cdot \Delta\theta = P_a t, \text{ jossa } \Delta\theta = \theta - \theta_o$$

$$\Rightarrow \theta - \theta_o = \frac{P_a}{cm} \cdot t \Rightarrow \theta = \theta_o + \frac{P_a}{cm} \cdot t$$

1 p

Lämpötilan kuvaaja on lineaarinen n. 90 C :een asti, sen jälkeen lämpöenergiaa kuluu myös höyrystymiseen, jolloin kuvaaja kaareutuu.



2 p

P_a

Suoran fysikaalinen kulmakerroin $\frac{\Delta\theta}{\Delta t} = 0,208 \frac{\text{C}}{\text{s}}$

1 p

$$\frac{P_a}{\text{cm}} = \frac{\Delta\theta}{\Delta t} \Rightarrow P_a = \text{cm} \frac{\Delta\theta}{\Delta t} = 4,19 \frac{\text{J}}{\text{g C}} \cdot 580\text{g} \cdot 0,208 \frac{\text{C}}{\text{s}} = 505 \text{ W}$$

1 p

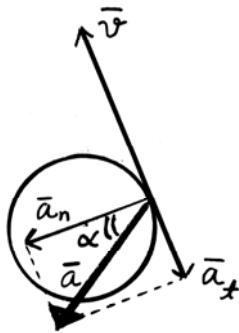
$$\eta = \frac{P_a}{P_o} = \frac{505 \text{ W}}{1000 \text{ W}} = 0,505 \approx \underline{51\%}$$

5. a) - seisova aaltoliike syntyy, kun kaksi samanlaista vastakkaisiin suuntiin etenevää aaltoa interferoi. 1 p
- kupukohdat, solmukohdat
- esimerkiksi:
- molemmista päistään kiinnitetyn soittimen kielen värähtely
 - puhallinsoittimen sisällä olevan ilmapatsaan värähtely
- 1 p
- b) - Aaltolähteen ja havaitsijan liike toistensa suhteen aiheuttaa sen, että aallon taajuus (aallonpituus) havaitaan erilaiseksi kuin, jos aaltoliike ja havaitsija olisivat levossa toistensa suhteen. 1 p
- esimerkiksi:
- hälytysajoneuvon sireenin äänen korkeus muuttuu sen ajaessa ohi
 - tähtien valon punasiirtymä
- 1 p
- c) - Valo voi polarisoitua heijastuessaan tai läpäistessään polarisoivan aineen 1 p
- Jos sähkömagneettinen aaltoliikkeen kentät värähtelevät koko ajan vain tietyssä suunnassa, aallon sanotaan olevan polarisoitunut. Polarisaatiosuunnaksi on sovittu sähkökentän värähtelysuunta.
- esimerkiksi:
- polarisoivat aurinkolasit
 - heijastunut valo

- nestekidenäytöt
- taivaan sini

1 p

6.



$$\vec{a} = \vec{a}_n + \vec{a}_t$$

$$\text{tasainen hidastuvuus: } v_k = \frac{v_1 + v_2}{2}$$

$$t = \frac{s}{v_k} = \frac{\frac{1}{2} \cdot 2\pi r \cdot 2}{v_1 + v_2} = \frac{2\pi \cdot 34 \text{ m}}{(2,5 + 2,5) \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 14,235$$

$$a_t = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{-10 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{14,23 \text{ s}} = -0,7027 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$a_n = \frac{v^2}{r} = \frac{(7,5 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{34 \text{ m}} = 1,654 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

2 p

1 p

Kuva 1 p

$$a = \sqrt{a_n^2 + a_t^2} = \sqrt{(1,654 \frac{\text{m}}{\text{s}^2})^2 + (-0,7027 \frac{\text{m}}{\text{s}^2})^2} = 1,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

1 p

$$\tan \alpha = \frac{|a_t|}{|a_n|} = \frac{0,7022 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{1,654 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}$$

$$= 23^\circ$$

nopeusvektorin ja kiihtyvyyksvektorin välinen kulma = 113°

1 p

7. Van de Graaffin kiihdyttimellä sähkökentän α -hiukkaseen tekemä työ on yhtä suuri kuin α -hiukkasen kineettisen energian muutos

1 p

$$Q_\alpha U = \frac{1}{2} m_\alpha v^2$$

$$v = \sqrt{\frac{2Q_\alpha \cdot U}{m_\alpha}}$$

1 p

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot 2 \cdot 1,602 \cdot 10^{-10} \text{ C} \cdot 2,1 \cdot 10^6 \text{ V}}{6,64476 \cdot 10^{-27} \text{ kg}}} \approx 14230863 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Koska $\vec{v} \perp \vec{B}$, on magneettikentän α -hiukkasiin kohdistama voima $F_B = QvB$

Tästä aiheutuu normaalikiihtyvyys $a_n = \frac{v^2}{r}$

1 p

$$\text{N II} \quad F_B = ma_n$$

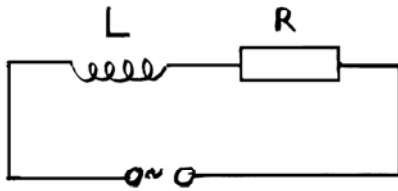
1 p

$$QvB = m \cdot \frac{v^2}{r}$$

$$B = \frac{m_\alpha v}{Q \cdot r} = \sqrt{\frac{2m_\alpha U}{Q \cdot r^2}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 6,64474 \cdot 10^{-27} \text{ kg} \cdot 2,1 \cdot 10^6 \text{ V}}{2 \cdot 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot (1,0 \text{ m})^2}} \approx 0,30 \text{ T}$$

2 p

8.



$$u = 230 \text{ V}$$

$$f = 50 \text{ Hz}$$

$$i = 0,50 \text{ A}$$

$$P = 55 \text{ W}$$

Tehoa kuluu vain resistanssissa

1 p

$$P = RI^2 \rightarrow R = \frac{P}{I^2} = 220 \Omega$$

1 p

Käämin impedanssi

$$Z = \frac{U}{I} = \sqrt{R^2 + (\omega L)^2} = 460 \Omega$$

2 p

$$Z^2 = R^2 + (\omega L)^2, \quad \omega = 2\pi f$$

$$L = \frac{1}{\omega} \sqrt{Z^2 - R^2} = \frac{1}{2\pi f} \sqrt{Z^2 - R^2} = \frac{1}{2\pi \cdot 50 \text{ s}^{-1}} \sqrt{(460^2 - 220^2)} \Omega \approx \underline{1,3 \text{ H}}$$

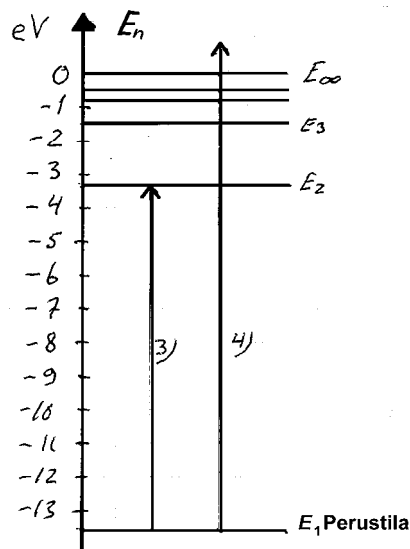
2 p

9. a) Vetyatomien kokonaisenergiat ovat:

n	1	2	3	4	5	6	∞
E_n / eV	-13,6	-3,40	-1,51	-0,85	-0,54	-0,38	0

1 p

Energiatasokaavio



2 p

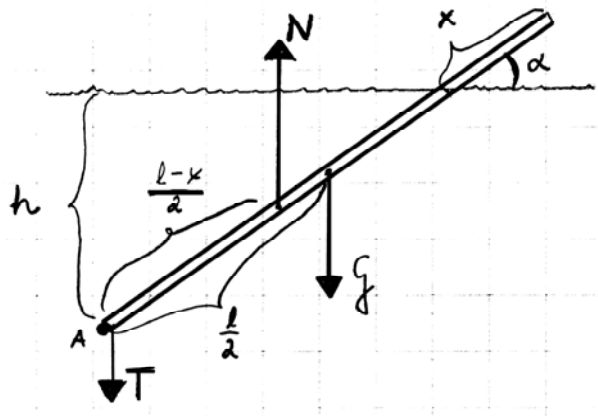
- b) 1) Kvantin energia = 1,89 eV ei tapahdu mitään }
 2) Kvantin energia = 3,40 eV ei tapahdu mitään }
 3) Kvantin energia = 10,2 eV = $E_2 - E_1$ atomi virittyy }
 4) Kvantin energia = 15,6 eV atomi ionisoituu }

1 p

1 p

1 p

10.



1½ p

Sauvan paino $G = mg = \rho_p A l g$

Noste $N = \rho_v V g = \rho_v A \cdot (l-x) g$

1 p

Tasapainoehto $\Rightarrow M_A = 0$

½ p

$$N \cdot \left(\frac{l-x}{2}\right) \cos \alpha = G \cdot \frac{l}{2} \cdot \cos \alpha$$

$$\rho_v A (l-x) g \cdot \left(\frac{l-x}{2}\right) \cos \alpha = \rho_p A l g \cdot \frac{l}{2} \cos \alpha$$

1 p

$$\rho_v (l-x)^2 = \rho_p l^2$$

$$x = l \cdot \left(1 - \sqrt{\frac{\rho_p}{\rho_v}}\right) = 2,5 \text{ m} \left(1 - \sqrt{\frac{680 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}{1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}}\right)$$

$$\approx 0,438 \text{ m}$$

1 p

Lankku muodostaa vedenpinnan kanssa kulman $\sin \alpha = \frac{1,50 \text{ m}}{2,50 \text{ m} - 0,438 \text{ m}}$,

josta $\alpha \approx 46,7$

1 p

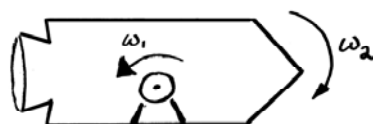
- Jos tukivoima T puuttuu

- 1 p

11. a) Ulkoisten voimien impulssi on yhtä suuri kuin systeemin liikemäärän muutos. Törmäyksessä ulkoisten voimien impulssi $F_{\text{ulk}} \cdot \Delta t$ on pieni verrattuna törmäysvoimien impulssiin.

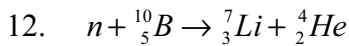
2 p

b) Aluksen kääntyminen johtuu pyörimismäärän $L = J\omega$ säilymisestä.



2 p

- c) Pyörimismäärä säilyy, koska ei ole ulkoisia voimia, joiden momentit muuttaisivat pyörimisnopeutta tai pyörimisakselin suuntaa. 2 p



Massavaje $\Delta m = m_n + m_B - (m_{Li} + m_{He})$ voidaan laskea atomin massoille, koska elektronien massat kumoutuvat.

$$\Delta m = 1,0086650u + 10,012937u - (7,016003u + 4,0026033u) = 0,0029957u$$

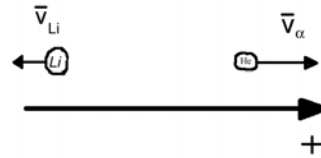
Reaktiossa vapautuva energia

$$E = \Delta m \cdot c^2$$

$$E = 0,0029957u \cdot 931,49 \text{ MeV}/u = 2,790 \text{ MeV} \quad 2 \text{ p}$$

Reaktiossa liikemäärä säilyy

Neutronin kineettinen energia mitätön, $v_n \approx 0$, $p_n \approx 0$ 1 p



Kuvasta 1 p
1 p

$$0 = m_\alpha v_\alpha - m_{Li} v_{Li}$$

$$v_{Li} = + \frac{m_\alpha v_\alpha}{m_{Li}}$$

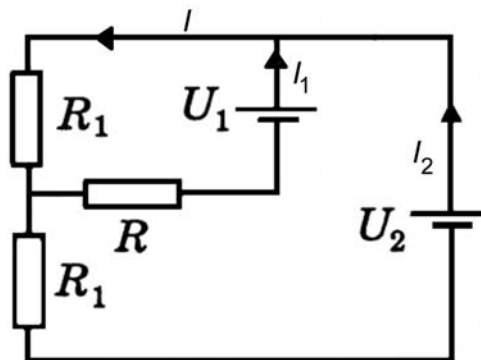
$$\frac{1}{2} m_{Li} v_{Li}^2 + \frac{1}{2} m_\alpha v_\alpha^2 = E$$

$$\frac{1}{2} m_{Li} \cdot \frac{m_\alpha^2 v_\alpha^2}{m_{Li}^2} + \frac{1}{2} m_\alpha v_\alpha^2 = E$$

$$\frac{1}{2} m_\alpha v_\alpha^2 \left(\frac{m_\alpha}{m_{Li}} + 1 \right) = E \quad E_{Li} = 2,790 \text{ MeV} - 1,78 \text{ MeV} \approx 1,01 \text{ MeV} \quad 1 \text{ p}$$

$$\frac{1}{2} m_\alpha v_\alpha^2 = \frac{E}{\frac{m_\alpha}{m_{Li}} + 1} = \frac{2,790 \text{ MeV}}{\frac{4,003 \text{ u}}{7,016 \text{ u}} + 1} \approx 1,78 \text{ MeV}$$

13. $U_1 = 30 \text{ kV}$
 $U_2 = 25 \text{ kV}$
 $R_1 = 40 \text{ M}\Omega$
 $I_2 = 0$
 $R = ?$



Koff I $I = I_1 + I_2$

Koff II $\Rightarrow \begin{cases} U_1 - R_1(I_1 + I_2) - RI_1 = 0 & (2) \quad I_2 = ? \\ U_2 - R_1(I_1 + I_2) - R_1I_2 = 0 & (3) \end{cases}$

3 p

(2+3) $U_1 - U_2 - RI_1 + R_1I_2 = 0 \quad (4)$

(3) $U_2 - R_1I_1 - 2R_1I_2 = 0 \Rightarrow I_1 = \frac{U_2}{R_1} - 2I_2$

$U_1 - U_2 - \frac{R}{R_1}U_2 + 2RI_2 + R_1I_2 = 0$

$I_2(2R + R_1) = \frac{R}{R_1}U_2 + U_2 - U_1$

1 p

$I_2 = \frac{\frac{R}{R_1}U_2 + U_2 - U_1}{2R + R_1} > 0$

1 p

$R \frac{U_2}{R_1} + U_2 - U_1 > 0 \quad R \frac{U_2}{R_1} > U_1 - U_2$

$\underline{R} > R_1 \frac{U_1 - U_2}{U_2} = 40 \text{ M}\Omega \frac{30 \text{ kV} - 25 \text{ kV}}{25 \text{ kV}} = \underline{8 \text{ M}\Omega}$

1 p

14. a) Linssiyhtälö: $\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}, \quad (f > 0)$

1 p

Viivasuurennos $= m = \frac{b}{a} \Rightarrow \frac{1}{a} = \frac{m}{b} \quad (b > 0)$

1 p

$\Rightarrow \frac{m}{b} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{m+1}{b} = \frac{1}{f}$

$\Rightarrow b = fm + f$

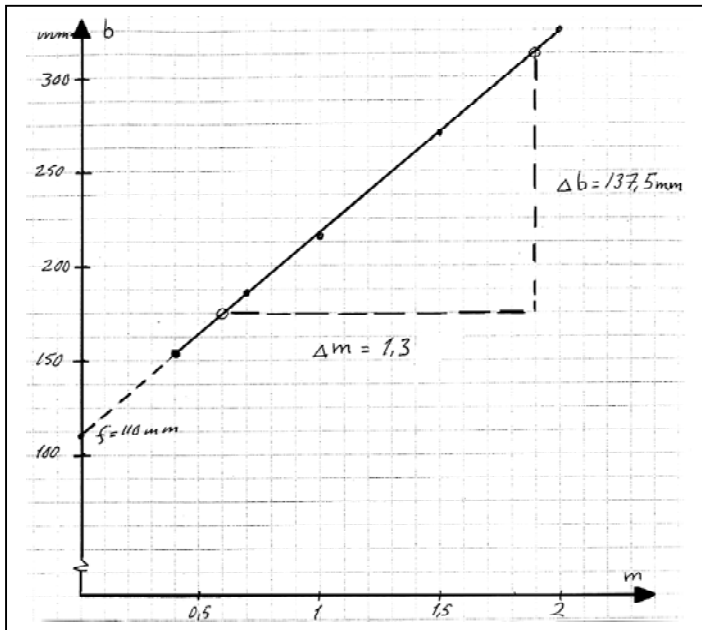
1 p

b) Esineen korkeus $= e = 15,0 \text{ mm}$

Kuvan korkeus $= h \Rightarrow$ suurennus $= m = \frac{h}{e}$

m	0,40	0,70	1,0	1,5	2,0
b / mm	154	185	214	270	325

1 p



1 p

Suoran fysikaalinen kulmakerron $\frac{\Delta b}{\Delta m} = f \Rightarrow f = \frac{137,5 \text{ mm}}{1,3} = 105,7... \text{ mm} \approx \underline{110 \text{ mm}}$

1 p

Myös suoran ja b-akselin leikkauspiste = $f \approx 110 \text{ mm}$

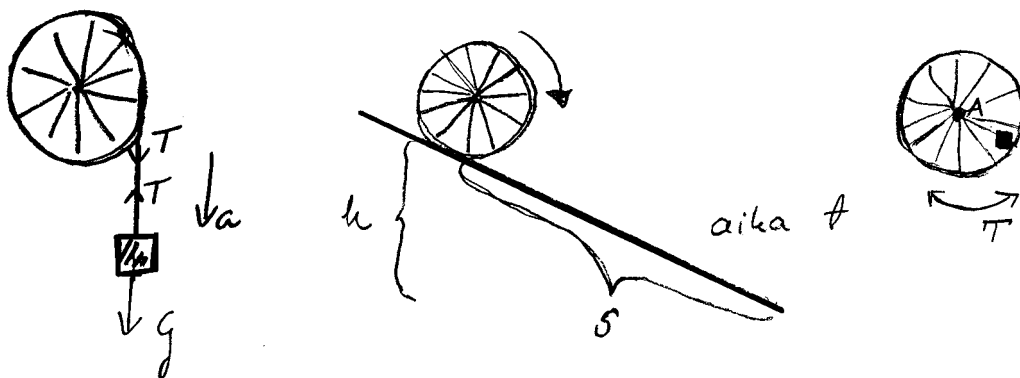
- vastaukset väliltä 100 mm - 120 mm hyväksytään.

15. - Selitetään, mitä mitataan (suureet)
 - Selitetään koejärjestelyt
 - Selitetään tarvittavat suureyhtälöt

3 p

3 p

Esimerkkejä koejärjestelyistä



16. Mekaaninen kone

- yksinkertaiset mekaaniset koneet: vivut, kalteva taso, talja
- esim. vipu muuttaa lihasenergiaa potentiaalienergiaksi, kitkahäviöt ja muodonmuutosvähiöt.
- vesiratas ja tuuliratas muuttavat liike-energiaa pyörimisenergiaksi hyötysuhde vesiturbiinilla $\approx 95 \%$

0 - 4 p

Lämpövoimakone

- lämpövoimakone muuttaa lämpöenergiaa mekaaniseksi energiaksi
- esimerkkinä polttomoottorit, höyryturbiinit ym.

- termien hyötysuhde $\eta = \frac{W}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1}$
- toinen pääsääntö \Rightarrow maksimaalinen hyötysuhde, ideaalitapaus $\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$
- lisäksi lämpövuodot ja kitkahäviöt 0 - 4 p

Sähköenergian siirto

- sähköenergia on virtapiirin avulla siirrettyä energiaa
 - suurin häviö siirtojohdoissa tapahtuva lämpöhäviö
 - siirto korkeilla jännitteillä lämpöhäviöiden vähentämiseksi \rightarrow muuntajan merkitys energian siirrossa 0 - 4 p
- maksimi 9 p