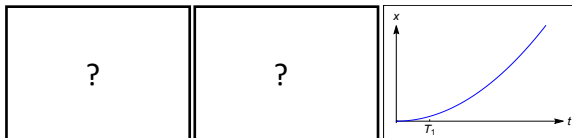


Kokeessa saa käyttää laskinta, mutta ei taulukkokirjaa eikä tietokonetta. Tehtäviä on neljä, ja jokaisessa tehtävässä on alakohtia. Tehkään niin monta kuin ennätätte. Jokaisen osion lopussa on pistemäärä, jonka osiosta voi saada. Onnea kilpailuun!

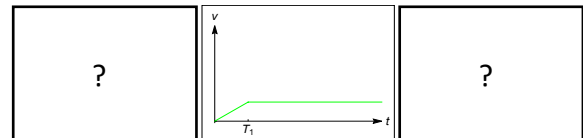
Tehtävä 1)

A) Alla on kuvaajia, jotka kuvaavat kappaleen liikettä. Oletetaan, että ennen hetkeä $t = 0$, kappaleeseen ei vaikuta voimia, ja että ainoa voima, joka kappaleeseen mahdollisesti myöhemmillä hetkillä kohdistuu, on yhteen suuntaan vaikuttava voima F . Valitsemme koordinaatiston siten, että voima osoittaa x -akselin suuntaan, ja että koordinaatisto pysyy paikallaan pisteessä, jossa kappale on hetkellä $t = 0$. x ja v ovat kappaleen paikka ja nopeus. Täydennä kuvasarjat (voima, nopeus, paikka) fysikaalisesti järkeviksi. Riittää, että merkitset vastauspaperiin, mitkä kuvista a)-o) täydentävät kuvasarjan. (4p)

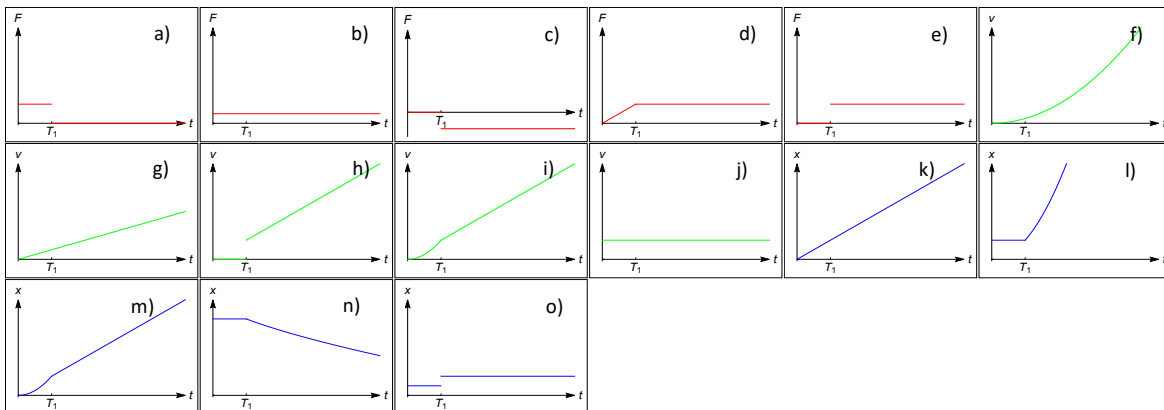
Kuvasarja 1: Voima, Nopeus, Paikka



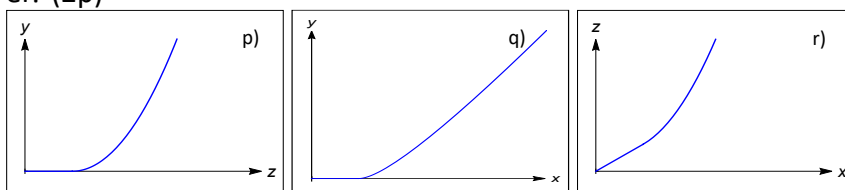
Kuvasarja 2: Voima, Nopeus, Paikka



Vaihtoehdot:



B) Oletetaan nyt, että ennen hetkeä $t = 0$ kappaleella on positiivisen x -akselin suuntainen alkunopeus $v_0 = \text{vakio}$ ja siihen vaikuttaa samansuuntainen voima yllä olevan kuvan e) mukaisesti. Oletetaan lisäksi, että hetkellä $t = 0$ kappale alkaa yhtäkkiä liikkua myös positiivisen z -akselin suuntaan vakionopeudella v_0 ja edelleen, että hetkellä $t = T_1 (> 0)$ kappaleeseen alkaa vaikuttaa myös positiivisen y -akselin suuntainen voima, joka on saman suuruinen kuin voima kuvassa e) kun $t > T_1$. Tarkastellaan kappaleen kulkemaa reittiä eri tasoissa (kuten kuvassa q) x - y -tasossa). Mikä kuvista **El** voi kuvata kappaleen reittiä ja miksi ei? (2p)



C) Pitävätkö seuraavat väittämät paikkansa? (4p):

- i. Kirkkaalla säällä auringonlasku on punainen, sillä punainen valo siroaa ilmamolekyyleistä voimakkaimmin? Perustele vastauksesi hyvin lyhyesti. (1p)
- ii. Sukeltaja hengittää ulos ollessaan kymmenen metrin syvyydessä merenpohjassa ja ilmakuplat alkavat nousta pintaan. Ilmakuplien koko on aina suurempi pohjalla kuin pinnassa? Perustele vastauksesi hyvin lyhyesti. (1 p)
- iii. Dopplerin ilmiön mukaan, kun äänilähde loittonee havainnoijasta, havaittu ääni madaltuu? (1/2 p)
- iv. Dopplerin ilmiön mukaan, kun valonlähde loittonee havainnoijasta, näkyvän valon aallonpituudet siirtyvät systemaattisesti kohti spektrin punaista päätä? (1/2 p)
- v. Neljästä tunnetusta perusvuorovaikutuksesta sähkömagneettinen vuorovaikutus on perustana aineiden kemialle? (1/2 p)
- vi. Neljästä tunnetusta perusvuorovaikutuksesta vahva ydinvoima pitää yksittäiset neutraalit atomit koossa? (1/2 p)

Tehtävä 2)

Kappaleen pituuden muutoksen voidaan olettaa olevan suoraan verrannollinen kappaleen alkuperäiseen pituuteen ja lämpötilan muutokseen. Verrannollisuuskertointa kutsutaan lineaariseksi lämpölaajenemiskertoimeksi α (taulukko alla).

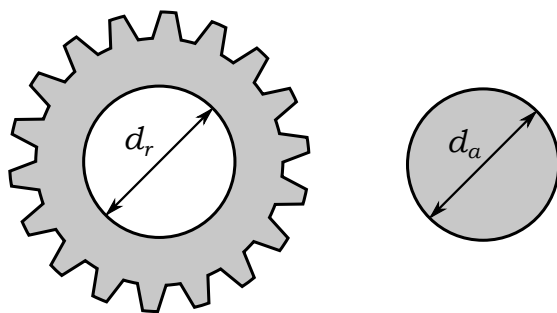
Materiaali	α
Alumiini	$23 \times 10^{-6} \text{ 1/}^\circ\text{C}$
Teräs	$12 \times 10^{-6} \text{ 1/}^\circ\text{C}$

A) Alla olevassa kuvassa 1 nähdään hammasratas ja siinä olevaan reikään tarkoitettu akseli. Jos lämpötilaa kasvatetaan, niin akselin halkaisija kasvaa, mutta kasvaako vai pieneneekö reiän halkaisija? Perustele lyhyesti. (2p)

B) Ahdistussovitteessa akselin halkaisijasta tehdään tarkoituksella reiän halkaisijaa hivenen suurempi, jolloin saadaan aikaan luja liitos. Asennuksessa voidaan käyttää hyväksi lämpölaajenemista. Jos halutaan että kuvan 1 akselin halkaisija on asennettuna 0,1 % reiän halkaisijaa suurempi lämpötilassa 20°C , mutta asennusvaiheessa 0,1 % pienempi, niin mihin lämpötilaan akseli tulee jäähdyttää asennusta varten jos osat on valmistettu teräksestä? Millä keinoin tällainen lämpötila voitaisiin saavuttaa? (3p)

C) Onnistuuko B-kohdan liitoksen irrottaminen lämpötilan avulla, jos osat on valmistettu samasta materiaalista? Entä jos ne on valmistettu eri materiaaleista? (2p)

D) Teräksinen mittanauha on kalibroitu näyttämään oikein lämpötilassa 20°C . Mittanauhalla mitataan alumiinitangon pituudeksi 12781 mm lämpötilassa 0°C . Mikä on alumiinitangon pituus lämpötilassa 20°C ? (3p)

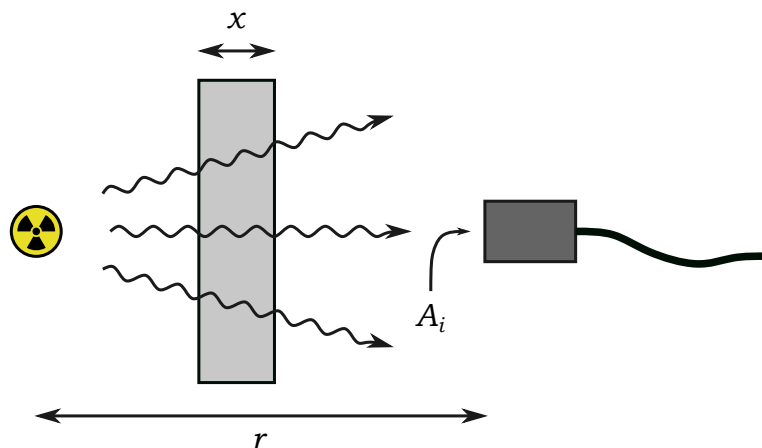


Kuva 1: Vasemmalla hammasratas ja oikealla akseli

Tehtävä 3)

Säteilyfysiikan tärkeimpiä yhtälöitä ovat radioaktiivisten ytimien lukumäärän aikariippuvuuden antava hajoamislaki $N = N_0 e^{-\lambda t}$ ja gammasäteilyn intensiteetin vaimenemista materiaalisissa kuvaava vaimennuslaki $I = I_0 e^{-\mu x}$. Näissä yhtälöissä λ on hajoamisvakio, t on aika, μ on materiaalin vaimennuskerroin ja x on materiaalin paksuus. Alla olevassa kuvassa 2 nähdään ^{137}Cs -säteilylähde, jonka aktiivisuus mittaushetkellä (01.11.2019) oli 33,2 MBq. Lähteestä etäisyydellä r on gammafotoneita laskeva ilmaisimien, jonka pinta-ala $A_i = 20,0 \text{ cm}^2$. Lähteen ja ilmaisimen välissä on paksuudeltaan x oleva alumiinilevy, jonka vaimennuskerroin ^{137}Cs :n emittoimalle 662 keV:n gammasäteilylle on $\mu = 0,201/\text{cm}$. Ilman alumiinilevyä ja 100,0 cm:n etäisyydellä ilmaisimella mitataan pulssinopeudeksi 3310 gammafotonia sekunnissa. Gammasäteilyn absorptioon ilmassa voi olettaa merkityksettömän pieneksi.

- A)** Minä vuonna säteilylähteen aktiivisuus oli 40,0 MBq kun tiedetään että ^{137}Cs :n puoliintumisaika on 30,2 vuotta? (3p)
- B)** Mikä on alumiinilevyn paksuus, jos 50,0 cm:n etäisyydellä mitataan 7740 gammafotonia sekunnissa? (3p)
- C)** Todelliset ilmaisimet eivät kykene mittaamaan kaikkia ilmaisimeen osuneita gammafotoneita. Mikä on tehtävän ilmaisimen hyötysuhde, kun säteilylähteen ^{137}Cs hajoamisista 85,1 % emittoi 662 keV:n gammafotonin? (Vinkki: pallon pinta-ala on $A = 4\pi r^2$) (3p)
- D)** Voidaanko gammasäteilyn läpäisyä (I/I_0) kasvattaa käyttämällä aktiivisempaa ^{137}Cs -säteilylähdettä tai siirtämällä ilmaisinta lähemmäksi lähdettä? (1p)



Kuva 2: Säteilylähde, alumiinilevy ja säteilyilmaisim

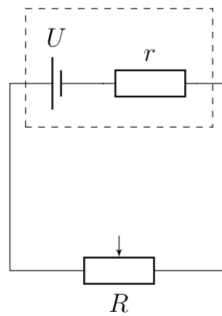
Tehtävä 4)

Tarkastellaan alla olevan kuvan 3 mukaista kytkentäkaaviota. Kaavioon on hahmoteltu katkoviivalla piirretyn laatikon sisään todellinen jännitelähde, jonka lähdejännite on U ja sisäinen resistanssi on r . Jännitelähde on kytketty säätövastukseen R . Nimensä mukaisesti säätövastuksen resistanssin R arvoa voi muuttaa.

A) Millä säätövastuksen resistanssin arvolla R säätövastuksen energiankulutus eli teho on maksimissa? Perustele vastauksesi. (6p)

B) Säätövastuksen teho voidaan mitata esimerkiksi mittaamalla vastuksen läpi kulkeva virta. Todellisella virtamittarilla on jokin sisäinen resistanssi r_m . Kun virtamittari on kytketty kuvan 3 mukaiseen virtapiiriin, millä säätövastuksen resistanssin arvolla R säätövastuksen teho on maksimissa? Onko tämä resistanssin arvo suurempi vai pienempi verrattuna (A)-kohdan tulokseen? Perustele vastauksesi. (4p)

Lisäkommentti: Ideaalisen virtamittarin sisäinen resistanssi olisi nolla, koska tällöin se ei vaikuttaisi virtapiirin toimintaan. Yleensä ottaen mittaukset pyritään tekemään siten, että itse mittaus vaikuttaa tutkittavan kohteen toimintaan mahdollisimman vähän.



Kuva 3: KytKentäkaavio, jossa jännitelähde ja säätövastus