Kokeessa saa käyttää laskinta, mutta ei taulukkokirjaa eikä tietokonetta. Aikaa on kaksi tuntia. 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

Ovatko seuraavat väitteet (**lihavoitu**) oikein vai väärin? Perustele vastauksesi lyhyesti.

a) Uusia fysiikan tuloksia kertyy jatkuvasti. Olemassaoleva fysiikka (tulokset, teoriat, jne) on kuitenkin aina kumoamatonta, sillä se kuvailee todellisuutta.

b) Sauvamagneetilla on aina kaksi napaa. Pallon muotoinen magneetti on puolestaan väistämättä monopoli, siis yksinapainen.

c) Herkällä vaa'alla on puolilleen vedellä täytetty lasi. Työnnät sormen veteen koskematta lasiin. Vaa'an antama lukema kasvaa.

d) Vesi voi olla nestemäistä myös alle nollan Celsiuksen lämpötiloissa.

e) Tunnettuja perusvuorovaikutuksia on neljä: sähkömagneettinen vuorovaikutus, gravitaatio, heikko vuorovaikutus sekä vahva vuorovaikutus. Näistä a heikoin on gravitaatio. Silti gravitaatio jaksaa pitää vesipisaran kiinni ikkunassa.

f) Atomi ei voi lähettää sähkömagneettista säteilyä

g) Heilurin jaksonaika riippuu heiluriin kiinnitetystä massasta.

h) Seuraava reaktio kuvaa radiumin radioaktiivista alfahajoamista: $^{226}_{88}\mathrm{Ra} \rightarrow ^{222}_{84}\mathrm{Rn} + ^{4}_{2}\mathrm{He}$

i) Valkoisen valonsäteen osuessa prismaan, punainen valo taittuu vähemmän kuin sininen valo.

j) Seisot täydellisen tasaisella ja kitkattomalla järven jäällä. Koska kitkaa ei ole, et pääse mitenkään rantaan.

Tehtävä 2

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

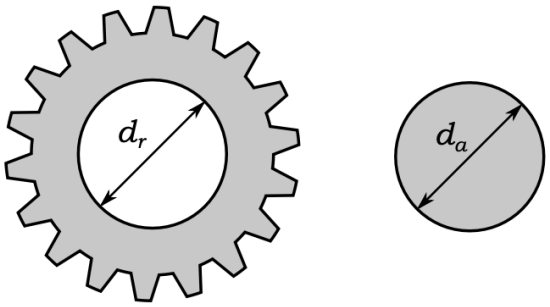
Materiaali	α
Alumiini	23×10^{-6} 1/°C
Teräs	12×10^{-6} 1/°C

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)

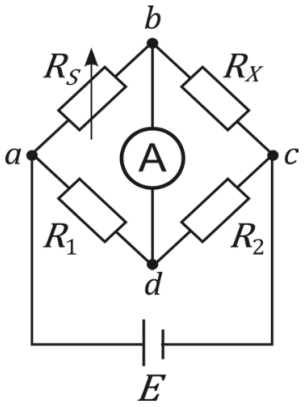
d) Teräksinen mittanauha on kalibroitu näyttämään oikein lämpötilassa 20 °C. Mittanauhalla mitataan alumiinitangon pituudeksi 12781 mm lämpötilassa 0 °C. Mikä on alumiinitangon pituus lämpötilassa 20 °C? (3p)



Kuva 1: Vasemmalla hammasratas ja oikealla akseli

Tehtävä 3

a) Tuntemattoman vastuksen resistanssi R_X voidaan määrittää oheisella Wheatstonen siltakytkennällä. Tunnettujen vastusten resistanssit ovat $R_1 = 2,00\,\mathrm{k\Omega}$ ja $R_2 = 300\,\mathrm{k\Omega}$. Piirissä on myös säätövastus. Kun sen resistanssi säädetään arvoon $R_S = 1,48\,\mathrm{k\Omega}$, niin pisteiden b ja d väliseksi potentiaalieroksi tulee $0\,\mathrm{V}$. Tällöin virtamittarin läpi ei kulje sähkövirtaa. Kuinka suuri on tuntemattoman vastuksen resistanssi R_X? (5 p)



Kuva 2: Wheatstonen siltakytkentä

b) Kuvaile mitä tapahtuu elektronin energialle ja radalle, jos magneettikenttä on elektronin liikesuunnassa. Miten tilanne muuttuu jos kenttä onkin kohtisuoraan elektronin liikesuuntaa vastaan. Mikä on elektronin ($m_e = 9.109 \times 10^{-31}$kg, $e = 1.6022 \times 10^{-19}$ C) radan suurin mahdollinen säde sen lentäessä nopeudella, joka on 10% valonnopeudesta ($c = 2,998 \times 10^8$ m/s), positiivisen x-akselin suuntaan homogeenisessa magneettikentässä ($B = 3.4 \times 10^{-4}$ T)? (5 p)

Tehtävä 4

Ystäväsi, kutsukaamme häntä tässä vaikkapa Heikiksi, on päättänyt rikastua ja lähetenyt Lappiin kaivamaan kultaa. Kaivaessaan hän huomaa eräässä maakerroksessa oudon muotoisen kappaleen. Tarkemmin katsottuna se muistuttaa hammasta. Edellisellä viikolla on sanomalehdessä kirjoitettu Suomen mammuttilöydöistä ja Heikki miettii voisiko kyseessä olla mammutin hammas. Sanomalehtiartikkelissa oli mainittu, että hiilen radioaktiivista isotooppia ^{14}C ($t_{1/2} = 5730$ a) voidaan käyttää ajoittamaan historiallisia ja esihistoriallisia esineitä. Heikkiä alkaa kiinnostaa, miten menetelmä toimii ja hän päättää soittaa kalliin satelliittipuhelun sinulle ja kysyä menetelmästä.

a) Miten selittäisit radiohiiliajoituksen (C–14-menetelmä) periaateen Heikille. (3 p)

b) Selityksesi jälkeen Heikki päättää, ottaa oletetun hampaan iästä selvää ja lähettää sen tutkittavaksi ajoituslaboratorioon. Laboratiorion tarkoilla mittalaitteilla hiilen isotooppien ^{1}4C ja ^{1}2C lukumääräsuhteeksi saadaan $8,62 \times 10^{-13}$. Mikä olisi tällöin näytteen ikä, kun tiedetään, että vastaava isotooppisuhde elävässä kudoksessa on $1,22 \cdot 10^{-12}$? (4p)

c) Pohdi millaisia epävarmuuksia radiohiiliajoittamiseen voi liittyä. (3 p)