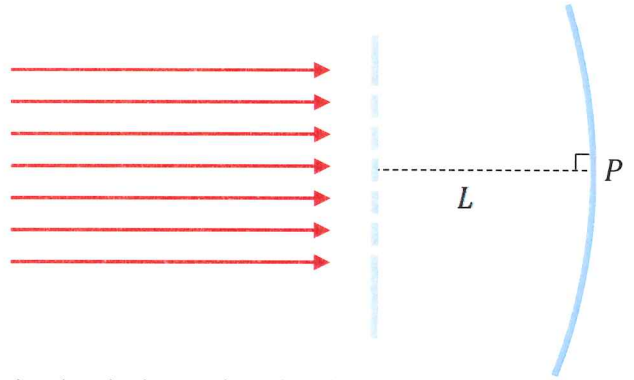


Yleisiä ohjeita tenttiin

- Merkitse jokaiseen vastauspaperiin nimesi, opiskelijanumerosi, kurssin nimi ja koodi.
- Ratkaise jokainen tehtävä (1, 2, 3 ja 4) omalle sivulleen; tehtävän alakohdat samalle sivulle.
- Lyhyet perustelut ratkaisuille vaaditaan, ellei tehtävässä toisin mainita.
- Jos vastaat useampaan alakohtaan kuin on sallittu, viimeiset alakohdat jätetään arvostelematta.
- Tentissä saa olla mukana yksi vaaleankeltainen arkki muistiinpanoja ja YO-kokeessa hyväksyttävä laskin.
- Muistiinpanoarkki palautetaan tenttipaperin välissä ja sen yläreunassa tulee olla nimi ja opiskelijanumero.

1. Vastaa kahteen alakohtaan

Tarkastelet koherentin punaisen valonsuihkun (aallonpituus 650 nm) kulkemista kuuden kapean, tasavälisen raon läpi rakojen takana olevalle kaarevalle varjostimelle, jonka kaarevuussäde ja etäisyys raoista on $L = 1,00$ m. Jokaisen raon leveys on $0,73 \mu\text{m}$ ja raon keskeltä seuraavan raon keskelle on $2,19 \mu\text{m}$. Valo tulee kohtisuoraan rakolevyä vastaan oheisen kuvan mukaan.



Kuvan mittasuhteet eivät ole oikein.

- Selitä lyhyesti, millainen kuvio havaitaan ja miksi varjostin ei ole tasaisesti valaistu. (4p)
- Mittaat pienikokoisella ilmaisimella valon intensiteettiä varjostimella pisteessä P ja siitä ylöspäin. Hahmottele intensiteettijakauma, jonka odotat saavasi mittauksen tuloksena. Käytä hyväksesi annettuja lukuarvoja. (8p)
- Jos valo vaihdetaan siniseksi, miltä osin havaittu kuvio muuttuu ja miltä osin pysyy ennallaan? (4p)

2. Vastaa kolmeen alakohtaan.

Vesikäärmeen tähdistön galaksista NGC 4993 tulleesta signaalista havaittiin aiemmin tänä vuonna kahden neutronitähden törmäys. Tällaisissa törmäyksissä vapautuu runsaasti energiaa ja neutronitähkien törmäyksiä pidetään raskaiden alkuaineiden syntypaikkoina. Tarkastellaan törmäysalueelta ulos lentänyttä kuvitteellista materiaalikappaletta (mikrometeoroidia), jonka on onnistunut etenemään avaruudessa suoraan kohti Maata nopeudella $0,80$ c. Mikrometeoroidissa on ^{235}U -isotooppia, jonka puoliintumisaika on 704 miljoonaa vuotta. Saapuessaan Maan läheisyyteen mikrometeoroidin aktiivisuudeksi mitataan Maan järjestelmässä $2,5$ kBq. Maan järjestelmässä NGC 4993 on 130 miljoonan valovuoden päässä Maasta.

- Kuinka pitkän matkan mikrometeoroidi kulkee omassa järjestelmässään lentäessään galaksista Maan läheisyyteen? (2p)
- Kuinka kauan mikrometeoroidin matka Maahan kestää sen omassa järjestelmässä? (2p)
- Kuinka suuri mikrometeoroidin aktiivisuus Maan järjestelmässä oli sen lähtiessä matkalle? (5p)
- Kuinka monta ^{235}U -ydintä mikrometeoroidissa on sen saapuessa Maan läheisyyteen? (4p)

3. Vastaa kahteen alakohtaan.

Tarkastellaan elektronia äärettömän syvässä yksiulotteisessa potentiaaliuopassa, joka ulottuu origosta pisteeseen $L = 2,2$ nm. Elektronia kuvaa aaltofunktio $\psi(x) = A \cos(kx) + B \sin(kx)$.

- Osoita sijoittamalla, että aaltofunktio on Schrödingerin yhtälön ratkaisu. (4p)
- Nimeä aaltofunktiossa olevat parametrit, selvitä miten voisit määrittää niiden arvot ja määritä ne, jotka saat kynällä ja paperilla tehtyä. (8p)
- Kuopassa on neljä elektronia. Määritä elektronien energiat, kun systeemi on alimmalla mahdollisella energiatilallaan. (4p)

4. Vastaa molempiin alakohtiin.

Valaistaan monokromaattisella valolla, jonka aallonpituutta voidaan muuttaa välillä 300 nm ... 700 nm, kahta erilaista materiaalia.

- a) Valon osuessa puolijohdekappaleeseen havaitaan sähkönjohtavuuden kasvavan, kun valon aallonpituus on 680 nm tai vähemmän. Selvitä, mitä tässä tapahtuu ja määritä kuinka suuri on puolijohteen energia-aukon suuruus. (5p)
- b) Valon osuessa kaksiatomisista molekyyleistä koostuvaan kaasuun havaitaan, että valoa absorboituu aallonpituudella 680 nm. Selvitä, mitä tässä tapahtuu ja määritä millainen on molekyylin värähtelytilojen perustilan energia. Millä muulla aallonpituudella valo absorboituu tähän kaasuun. (5p)

Vakioita:	
Atomimassayksikkö	$1,6605388 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
Avogadron vakio	$6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Bohrin säde	53 pm
Bolzmannin vakio	$1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$
Coulombin vakio	$8,99 \cdot 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2}$
Elektronin massa	$9,109382 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$
Elektronin varaus	$1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
Kaasuvakio	$8,314 \text{ J/K}$
Neutronin massa	$1,6749272 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
Planckin vakio	$6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$
Protonin massa	$1,6726216 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
Stefan-Boltzmanin vakio	$5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4} \text{ m/s}^2$
Tyhjön peramiabilitetti	$8,854 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2}$
Valon nopeus tyhjiössä	$2,9979 \cdot 10^8 \text{ m/s}$
Ytimen kokovakio	$1,2 \text{ fm}$

1 H																	2 He									
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne									
11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar									
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr									
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe									
55 Cs	56 Ba											72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra											104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Uub	113 Uut	114 Fl	115 Uup	116 Lv	117 Uus	118 Uuo
Lantanoidit		57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu										
Aktinoidit		89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr										