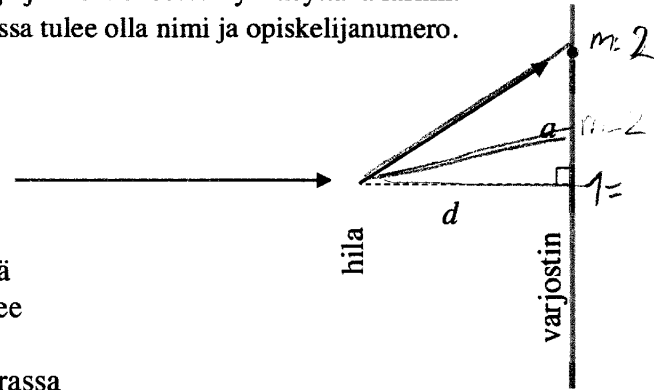


Vahteri Sira

**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 arkkimuistiinpanoja ja YO-kokeessa hyväksyttävä laskin.
- Muistiinpanoarkki palautetaan tenttipaperin välissä ja sen yläreunassa tulee olla nimi ja opiskelijanumero.



1. Vastaa kolmeen alakohtaan

Valaiset punaisella laserilla hilaa ja havaitset, että hilan takana olevalla suurella varjostimella näkyy kolme valoraitaa. Yksi niistä näkyy kohdassa, johon oheiseen kuvaan on piirretty punainen piste. Raita sijaitsee etäisyydellä  $a = 35 \text{ cm}$  varjostimen keskipisteestä, joka puolestaan sijaitsee paikassa, johon valonsäde osuisi, jos hila poistetaan. Hilan ja varjostimen välinen etäisyys on  $d = 45 \text{ cm}$ . Hila on kohtisuorassa tulevaa lasersädettä vastaan ja siinä on 1500 viivaa/mm.

- a) Määritä käytetyn valon aallonpituus. (5p)
- b) Missä kaksi muuta valoraitaa näkyvät? (2p)

Laser vaihdetaan röntgenlähteeseen, joka emittoi kuparin  $K\alpha$  -säteilyä ( $\lambda = 0,1542 \text{ nm}$ ) ja hilan paikalle asetetaan kvartsilevy.

- c) Varjostimella havaitaan 1. kertaluvun intensiteettimaksimi etäisyydellä  $a = 14 \text{ cm}$  varjostimen keskipisteestä. Määritä tämän perusteella kvartsin hilavakio. (3p)
- d) Määritä kuparin  $K\alpha$  -säteilyn energia. (2p)  $E = hf$

2. Vastaa viiteen alakohtaan (a 2p).

Selitä lyhyesti, mitä tarkoittavat seuraavat kurssilla esiintyneet käsitteet. Ilmiöön tai käsitteeseen liittyvästä pelkästä kaavasta ei saa pisteitä.

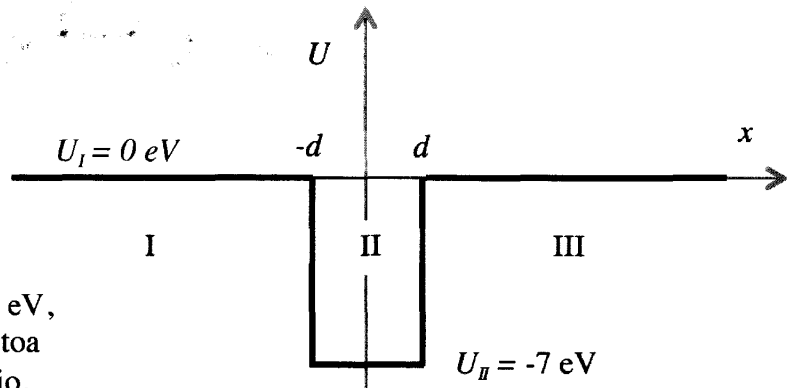
- a) Epätarkkuusperiaate
- b) Fermi-energia
- c) Itseispituus
- d) Paulin kieltoääntö
- e) Nollapiste-energia
- f) Tunneloituminen

$h = 10^{-9}$   
 $= 10^6$   
M

Vakioita:	
Atomimassayksikkö	$1,6605388 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
Avogadron vakio	$6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Bohrin säde	53 pm
Bolzmännin 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 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 fm

3. Vastaa kolmeen alakohtaan.

Tarkastellaan elektronia, jonka potentiaalienergia paikan funktiona on piirretty oheiseen kuvaan punaisella. Kuvassa  $d = 0,55$  nm.



Kun elektronin kokonaisenergia on  $-6,7$  eV, elektronia kuvaa alueessa I ( $x < -d$ ) muotoa  $\psi(x) = Ae^{kx} + Be^{-kx}$  oleva aaltofunktio.

- a) Mitä voit sanoa vakioista  $A$  ja  $B$  määrittämättä niiden arvoja? (3p)
- b) Osoita, että aaltofunktio on Schrödingerin yhtälön ratkaisu alueessa I. (5p)

Tarkastellaan elektronia alueessa II ( $-d < x < d$ ). Elektroni on ensimmäisellä viritetyllä tilalla ja sen liikeenergia on  $2,0$  eV.

- c) Määritä elektronin kokonaisenergia. (2p)
- d) Elektroni absorboi UV-fotonin, jonka aallonpituus on  $150$  nm ja pääsee karkaamaan alueelle I. Määritä elektronin aallonpituus alueella I. (6p)

$$E = hf = \frac{h\nu}{\lambda}$$

$$\lambda = \frac{h}{mv}$$

4. Vastaa kohtaan a) sekä joko kohtaan b tai c.

Lineaarikiihdyttimellä ammutaan  $1,8$  GeV:n protoneita  $^{55}\text{Mn}$ -kohtioon ja saadaan syntymään  $^{52}\text{Fe}$ -isotooppia. Syntyvän isotoopin puoliintumisaika on  $8,276$  h. Isotooppia on valmistuksen loputtua  $1,0$  nmol.

- a) Määritä millaisella nopeudella protonit törmäävät  $^{55}\text{Mn}$ -kohtioon. (4p)
- b) Määritä  $^{52}\text{Fe}$ -isotoopin määrä  $12$  h kuluttua. (2p)
- c) Määritä  $^{52}\text{Fe}$ -isotoopista aiheutuva aktiivisuus  $24$  h kuluttua valmistuksesta. (4p)

$$E = mv^2$$

$$10^6 = M$$

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										