

PHYS-A1140 Aineen rakenne (SCI), Tentti (5 op) 25.5.2015

Merkitse jokaiseen suorituspaperiisi nimesi, opiskelijanumerosi, koulutusohjelmasi, kurssikoodi ja kokeen päivämäärä. Taulukkokirjojen käyttö on kielletty. Tentissä saa olla mukana ylioppi-laskirjoituksissa sallittu laskin sekä itse tehdyt muistiinpanot yhdellä keltaisella A4-arkilla.

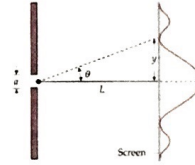
Tentin yhteydessä palautetut tenttimuistiinpanot arvostellaan (max 1 p.).

nimi \_\_\_\_\_

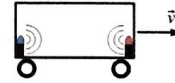
opiskelijanumero \_\_\_\_\_

Seuraavassa monivalintatehtävässä kussakin kysymyksessä vain yksi vaihtoehdoista on oikein. Oikeasta vastauksesta saa 1 pisteen, väärästä 0 pistettä. Tehtävästä voi saada max 6 p. Vastaa kussakin kohdassa ympyröimällä valitsemasi vaihtoehto ja palauta tehtäväpaperi muiden vastauspaperien välissä. Tehtävässä ei vaadita perusteita.

1. a) Sinisellä valolla, jonka aallonpituus on 400 nm, valaistetaan yksittäistä rakoja, jonka leveys on  $a$ . Sininen valo vaihdetaan punaiseksi valoksi, jonka aallonpituus on 800 nm. Mikä pitää olla raon leveys  $a'$ , jotta diffraktiokuvio ei vaihdoksessa muutu?
- A.  $a' = a/4$
  - B.  $a' = a/2$
  - C.  $a' = 2a$
  - D.  $a' = 4a$



- b) Junanvaunu kulkee suurella vakionopeudella  $v$  oikealle. Sininen valonvälähdyks kulkee vasemmalta oikealle ja punainen oikealta vasemmalle. Kummalta valolta kuluu enemmän aikaa matkaan vaunun päästä päähän radan varella olevan havaitsijan mielestä?
- A. Siniseltä valolta.
  - B. Punaiselta valolta.
  - C. Molemmilta yhtä kauan.
  - D. Ei ratkea annetuilla tiedoilla.

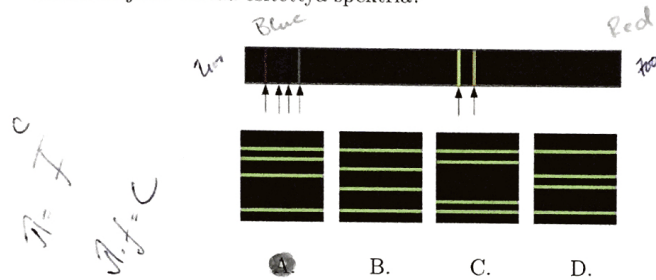


- c) Metallipintaa valaistetaan valolla, jonka aallonpituus on 500 nm, jolloin siitä irtoaa elektroneja. Jos valon intensiteettiä kasvatetaan ilman, että aallonpituus muuttuu, niin
- A. enemmän elektroneja irtoaa samassa ajassa.
  - B. vähemmän elektroneja irtoaa samassa ajassa.
  - C. irtonneiden elektronien energia on suurempi.
  - D. irtonneiden elektronien energia on pienempi.

KÄÄNNÄ

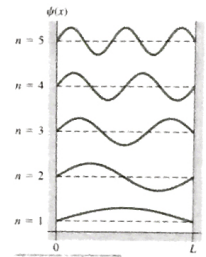
PHYS-A1140 Aineen rakenne (SCI), Tentti (5 op) 25.5.2015

1. d) Ylempässä kuvassa on atomin emissiospektri. Mikä alemman kuvan atomin energia-  
tasokuvajajista vastaa esitettyä spektriä?



- e) Kuvassa on esitetty äärettömässä potentiaaliuopassa olevan  
hiukkasen viisi alinta aaltofunktiota. Todennäköisyys löytää  
hiukkasen läheltä pistettä  $x = L/2$  on

- A. pienin tilalle  $n = 1$ .  
 B. pienin tilalle  $n = 2$  ja  $n = 4$ .  
 C. pienin tilalle  $n = 3$  ja  $n = 5$ .  
 D. kaikille sama, mutta  $\neq 0$ .



- f) Uraaniydin  $^{238}\text{U}$ , joka on levossa, hajoaa  $^{234}\text{Th}$ -ytimeksi ja  $\alpha$ -hiukkaseksi. Kummalla  
hajoamistuotteista on suurempi liikemäärä?

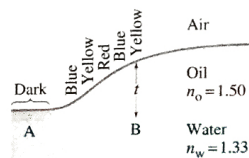
- A.  $^{234}\text{Th}$ -ytimellä.  
 B.  $\alpha$ -hiukkasella.  
 C. Molemmilla on yhtä suuri liikemäärä.  
 D. Tulos riippuu U:n ja Th:n puoliintumisajoista.

KÄÄNNÄ

PHYS-A1140 Aineen rakenne (SCI), Tentti (5 op) 25.5.2015

2. Ohut öljykalvo, jonka paksuus vaihtelee, kelluu veden pinnalla. Kun kalvoa valaistaan ylhäältä valkoisella valolla, niin heijastuneessa valossa nähdään eri värejä (ks. oheinen kuva).

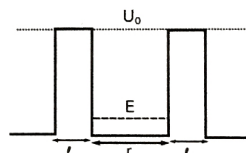
- a) Mikä on öljyn paksuus  $t$  kohdassa B, jossa nähdään keltaista väriä? Ilmassa keltaisen valon aallonpituus on 580 nm. (4 p.)  
 b) Miksi kohdassa A ei nähdä värejä vaan tumma alue? (2 p.)  
 Ilman taitekerroin  $n_a = 1,00$ , öljyn  $n_o = 1,50$  ja veden  $n_w = 1,33$ .



3. Elektroni on äärettömän syvässä yksiulotteisessa potentiaaliuopassa, jonka leveys  $\ell = 5,0 \cdot 10^{-10}$  m. Laske  
 a) elektronin perustilan energia  $E_1$ ,  
 b) elektronin pienin mahdollinen nopeus, sekä  
 c) neljä suurinta mahdollista aallonpituutta foneille, jotka systeemi voi emittoida.
4. Vastaa seuraaviin kohtiin lyhyesti muutamalla virkkeellä (saa käyttää kuvia ja yhtälöitä).  
 a) Mitä tarkoitetaan  $p$ - ja  $n$ -tyypin puolijohteilla?  
 b) Mitä tarkoitetaan puolijohdediodilla ja miten se toimii?  
 c) Mikä on LED? Jos valenssi- ja johtavuusvöiden välissä on 1,6 eV:n energia-aukko, niin laske LED:n lähettämän valon aallonpituus.

Seuraava tehtävä korvaa laskuharjoituksista saadut hyvityspisteet (parempi suoritus huomioidaan kurssin loppupisteissä). Tehtävän pisteet huomioidaan kuitenkin tarkasteltaessa tentin läpäisyn kynnysehtoa (7 p).

5. Uraanin isotooppi  $^{238}\text{U}$  hajoaa, kun  $\alpha$ -hiukkanen tunneloituu ulos ytimestä. Laske  
 a)  $\alpha$ -hiukkasen tunneloitumistodennäköisyys, (1 p.)  
 b)  $\alpha$ -hiukkasen nopeus (2 p.), ja  
 c) arvio uraaniytimen elinajalle. (3 p.)



Oletetaan, että  $\alpha$ -hiukkasen, jonka massa  $m_\alpha = 4,0026$  u, energia  $E = 4,0$  MeV ja sen on tunneloiduttava läpi vallin, jonka korkeus  $U_0 = 32,4$  MeV ja leveys  $\ell = 19$  fm. Uraaniytimen sisällä  $\alpha$ -hiukkasen potentiaalienergia on nolla ja ytimen leveys on  $r = 16$  fm.

Vakiot

Alkeisvaraus	$e = 1,60 \cdot 10^{-19}$ C
Atomimassayksikkö	$u = 1,66 \cdot 10^{-27}$ kg
Avogadron vakio	$N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$ mol $^{-1}$
Coulombin vakio	$k = 8,99 \cdot 10^9$ N·m $^2$ /C $^2$
Elektronin lepomassa	$m_e = 9,11 \cdot 10^{-31}$ kg
Gravitaativakio	$G = 6,67 \cdot 10^{-11}$ N·m $^2$ /kg $^2$
Normaali putoamiskiihtyvyys	$g = 9,81$ m/s $^2$
Planckin vakio	$h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ Js
Tyhjiön permeabiliteetti	$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ N/A $^2$
Tyhjiön permittiivisyys	$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ C $^2$ /(N·m $^2$ )
Valon nopeus tyhjiössä	$c = 3,00 \cdot 10^8$ m/s