

PHYS-A1140 Aineen rakenne (SCI), Tentti (5 op) 8.4.2016

Itse tehdyt muistiinpanot yhdellä keltaisella A4-arkilla on sallittu.

Ylioppilaskirjoituksissa hyväksytyt laskin on sallittu.

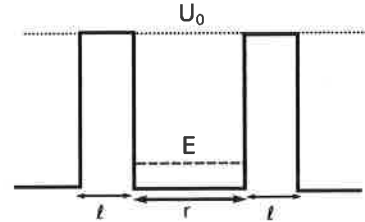
Taulukkokirjojen käyttö on kielletty.

Muista aina perustella käyttämäsi kaavat sekä esittämäsi vastaukset.

- Epästabiili alkeishiukkanen syntyy hiukastörmäyskokeessa. Synnyttyään hiukkanen etenee laboratoriossa vakionopeudella 1,00 m:n matkan ennen kuin se hajoaa toisiksi hiukkasiksi. Matka-aika on 3,40 ns laboriokoordinaatistossa.
  - Mikä on hiukkasen nopeus (valonnopeuden  $c$  avulla esitettynä)? (1 p)
  - Mikä on hiukkasen elinaika (omassa koordinaatistossaan)? (3 p)
  - Kuinka pitkän matkan hiukkanen liikkuu omassa koordinaatistossaan ennen hajoamistaan? (2 p)
- Elektroni on äärettömän syvässä yksiulotteisessa potentiaaliuopassa, jonka leveys on  $L$ . Elektronin perustilan energia on 0,50 eV. Laske
  - kuopan leveys  $L$ ,
  - elektronin pienin mahdollinen nopeus, sekä
  - neljä suurinta mahdollista aallonpituutta foneille, jotka systeemi voi emittoida.
- Kerro lyhyesti (muutamalla virkkeellä), mitä fysiikassa tarkoitetaan interferenssillä.
  - Kerro, miten interferenssiä sovelletaan, kun halutaan mitata hyvin ohuen näytteen paksuus.

- Uraanin isotooppi  $^{238}\text{U}$  hajoaa, kun  $\alpha$ -hiukkanen tunneleutuu ulos ytimestä. Laske

- $\alpha$ -hiukkasen tunneloitumistodennäköisyys, (1 p)
- $\alpha$ -hiukkasen nopeus (2 p), ja
- arvio uraaniytimen elinajalle. (3 p)



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

### Vakiot

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