

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

Itse tehdyt muistiinpanot yhdellä keltaisella A4-arkilla on sallittu.

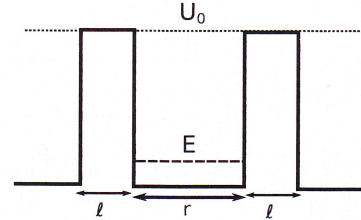
Ylioppilaskirjoituksissa hyväksytty laskin on sallittu.

Taulukkokirjojen käyttö on kielletty.

Muista aina perustella käyttämäsi kaavat sekä esittämäsi vastaukset.

- Epästabiili alkeishiukkanen syntyy hiukkastörmäyskokeessa. Synnyttyään hiukkanen etenee laboratoriossa vakionopeudella 1,00 m:n matkan ennen kuin se hajoaa toiseksi hiukkasiksi. Matka-aika on 3,40 ns laboratorikoordinaatistossa.
 - 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 potentiaaliukuopassa, jonka leveys on L . Elektronin perustilan energia on 0,50 eV. Laske
 - kuopan leveys L ,
 - elektronin pienin mahdollinen nopeus, sekä
 - neljä suurinta mahdollista aallonpituutta fotoneille, 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}U hajoaa, kun α -hiukkasen tunneloituu ulos ytimeistä. Laske
 - α -hiukkasen tunneloitumistodennäköisyys, (1 p)
 - α -hiukkasen nopeus (2 p), ja
 - arvio uraaniytimen elinajalle. (3 p)



Oletetaan, että α -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 $\ell = 19 \text{ fm}$. Uraaniytimen sisällä α -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	$c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m/s}$