

PHYS-A1140 Aineen rakenne (SCI) Tentti (5 op) 4.4.2017

Merkitse jokaiseen suorituspaperiisi nimesi, opiskelijanumerosi, koulutusohjelmasi, kurssikoodi ja kokeen päivämäärä.

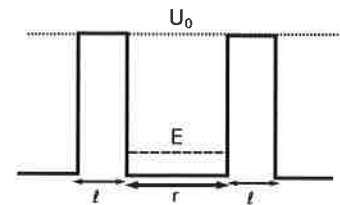
Ylioppilaskirjoituksissa hyväksytyt laskin on sallittu.

Taulukkokirjojen käyttö on kielletty. Kaavakokoelma on paperin kääntöpuolella.

Muista aina perustella käyttämäsi kaavat sekä esittämäsi vastaukset.

- Selitä lyhyesti, mihin perustuu ohuen kalvon kyky poistaa kokonaan heijastukset lasipinnasta tietyllä valon aallonpituudella.
 - Magnesiumfluoridia (taitekerroin 1,38) käytetään lasin (taitekerroin 1,50) heijastamattomissa pinnoitteissa. Kuinka ohut pinnoite riittää pienimmillään, kun kohtisuoraan lasipintaa vasten tulevan valon, jonka aallonpituus ilmassa on 550 nm, heijastukset halutaan poistaa kokonaan?
 - Miten b-kohdan pinnoitteella onnistuu valon, jonka aallonpituus ilmassa on 450 tai 650 nm, heijastusten poistaminen? Perustelut.
- Astronautti matkustaa maasta avaruusaluksellaan (nopeus $0,96c$) 4,0 vv:n päässä olevaan lähimpään tähtijärjestelmään ja tulee sieltä takaisin. Avaruusaluksen kiihdytystä ja hidastusta ei tarvitse huomioida. Valovuosi (vv) on matka, jonka valo etenee vuodessa.
 - Kuinka monta vuotta edestakainen matka kestää maassa olevan havaitsijan mielestä?
 - Kuinka monta vuotta edestakainen matka kestää astronautin mielestä?
 - Kuinka pitkä edestakainen matka on astronautin mielestä? Anna vastaus valovuosina.
- Hiilimonoksidimolekyylin (CO) värähtelyjä voidaan mallintaa harmonisella värähtelijällä.
 - Kuinka suuri on harmonisen värähtelijän perustilan energia, kun CO-molekyylillä absorboi säteilyä $4,67 \mu\text{m}$:n aallonpituudella siirtyessään perustilaltaan ensimmäiselle viritetylle tilalleen?
 - Kuinka suuri on CO-molekyylin "jousivakio"? Käytä massana molekyylin ns. redusoitua massa $\mu = m_C m_O / (m_C + m_O)$, missä massat ovat $m_C = 12,01 \text{ u}$ ja $m_O = 16,00 \text{ u}$.
- Kerro, mitä tarkoitetaan α -hajoamisella. Mainitse mielestäsi kolme tärkeintä asiaa.
 - Uraanin isotooppi ^{238}U hajoaa lähettämällä α -hiukkasen. Laske arvio uraaniytimen elinajalle.

Ohje: Oleta, että α -hiukkasen, jonka massa $m_\alpha = 4,0026 \text{ u}$ ja energia $E = 4,0 \text{ MeV}$, tunneloituu 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 $r = 16 \text{ fm}$. Ks. oheinen kuva. Laske ensin α -hiukkasen tunneloitumistodennäköisyys ja nopeus ja näitä apuna käyttäen arvio uraanin elinajalle.



Vakiot

Alkeisvaraus	$e = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
Atomimassayksikkö	$u = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
Avogadron vakio	$N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Elektronin lepomassa	$m_e = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$
Planckin vakio	$h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$
Valonnopeus tyhjiössä	$c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m/s}$

KÄÄNNÄ