

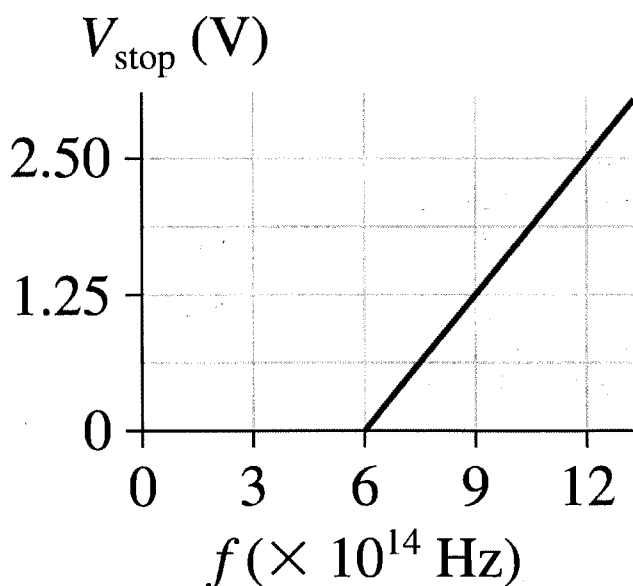
Loppukokeessa on kuusi samanarvoista tehtävää

1) (Knight Problem 37.58) Maata ohittava avaruusalus lähettää liikkeelle sondin, jonka vauhti avaruusaluksen suhteen on  $0,95c$ . Maan pinnalla havaitaan, että sondin vauhti Maan suhteen on  $0,90c$ . Mikä on avaruusaluksen vauhti Maan suhteen?

2) (Knight Problem 39.41) Oheisessa kuvassa on esitetty pysäytysjännite  $V_{\text{stop}}$  valon taajuuden  $f$  funktiona valosähköistä ilmiötä tutkittaessa käytetylle fotokatodille. Katodia valaistetaan seuraavaksi  $10 \mu\text{W}$  teholla  $300 \text{ nm}$  valolla. Fotonit tuottavat elektroneja  $10\%$  tehokkuudella.

a) Mikä on virta  $I$ , kun anodin potentiaali on suurempi kuin katodin potentiaali?

b) Piirrä käyrä, joka näyttää virran  $I$  potentiaalieron  $\Delta V$  funktiona alueella  $-3 \text{ V} \leq \Delta V \leq 3 \text{ V}$ . Merkitse akseleille numeeriset asteikot.



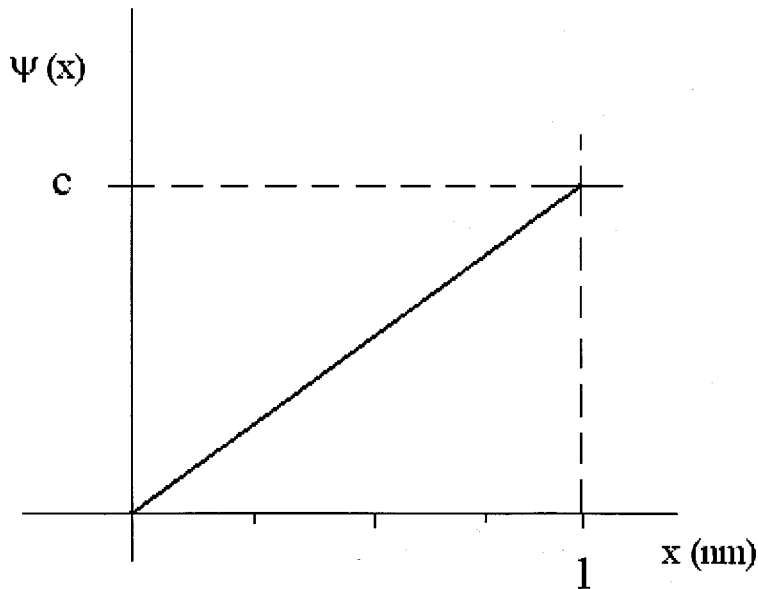
3) (Knight Problem 40.34) Kuvassa on aaltofunktio  $\psi(x)$  hiukkaselle, jonka liike on rajoittunut alueeseen  $0 \leq x \leq 1$  nm. Tämän alueen ulkopuolella aaltofunktion arvo on 0.

a) Määritä kuvan vakion  $c$  arvo.

b) Piirrä todennäköisyystiheys alueella  $0 \leq x \leq 1$  nm.

c) Millä todennäköisyydellä hiukkanen on alueella  $0 \leq x \leq 0,30$  nm?

d) Jos havaitaan 10000 hiukkasta, kuinka monen odotetaan löytyvän alueelta  $0 \leq x \leq 0,75$  nm?



4) Vastaa seuraaviin kysymyksiin hyvin lyhyesti.

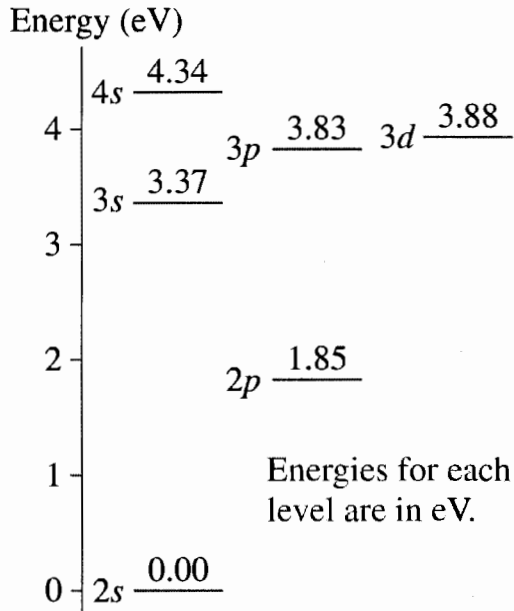
a) Mitä tarkoitetaan valintasäännöllä?

b) Mikä on Paulin kieltoääntö?

c) Mitä tarkoitetaan tunneloitumisella?

d) Mikä on kvanttimekaanisen harmonisen värähtelijän kahta alinta viritystilaa perustilalle purkavien siirtymien energioiden suhde  $E_{2 \rightarrow 0} / E_{1 \rightarrow 0}$ ?

5) (Knight Problem 42.41) a) Mitkä energiassa alaspäin vievät (emissio)siirtymät ovat sallittuja litiumatomissa (kuva alla)? b) Mikä on kussakin sallitussa siirtymässä fotonin aallonpituus  $\lambda$ ? Mitkä siirtymät ovat näkyvän valon alueella (400-700 nm)? Tilojen energiat on annettu eV-yksiköissä tason kohdalla. c) Mitkä siirtymät näkyvät myös absorptiospektrissä?



6) a) Mitä tarkoitetaan ytimen sidosenergialla  $B$ ? b) Tärkeä suure on myös ytimen sidosenergia nukleonia kohti eli  $B/A$ , missä  $A$  on ytimen massaluku. Tarkastele alfahajoamista  ${}^A\text{X} \rightarrow {}^{A-4}\text{Y} + {}^4\text{He}$ , missä  $X$  kuvaa emoydintä ja  $Y$  tytärydintä. Vastaavat sidosengiat nukleonia kohti ovat  $(B/A)_X$ ,  $(B/A)_Y$  ja  $(B/A)_{\text{He}}$ . Kirjoita lauseke tässä alfahajoamisessa vapautuvalle energialle  $\Delta E$ . c) Kirjoita lauseke alfahiukkasen saamalle liike-energialle. (Vihje: liikemäärä säilyy; oletta, että atomin massa on suoraan verrannollinen massalukuun.) d) Mikä muu kuin energiaehto säätelee alfahajoamista, erityisesti sen todennäköisyyttä?

\*\*\*\*\*

$$h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$$

$$c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

$$e = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

$$\text{Lorenz-muunnokset: } u' = (u - v)/(1 - uv/c^2); x' = \gamma(x - vt); \gamma = 1/(1 - v^2/c^2)^{1/2}$$