

Tentamen. 18 december 2012, kl 8.00 – 11.00, Eden

Skrivningen består av 8 uppgifter med varierande poäng per uppgift (se uppgifterna), totalt 49 poäng. *Läs alla uppgifter och börja med de uppgifterna som du känner dig säkrast på.*

Jag rekommenderar att senast kl 9.30 börja med uppgift 7 och 8.

Tillåtna hjälpmedel är miniräknare och utdelat blad med utvalda formler och konstantvärden.

Ange ditt namn och uppgift på varje blad.

Allt material, inklusive formelblad och uppgiftsblad skall lämnas in tillsammans med skrivningen.

Lösningarna till uppgifterna ska motiveras (visa alla steg) och alla fysikaliska storheter ska ha enhet. Alla konstanter är reella och positiva om inte annat anges.

Resultatet kommer via email senast den 2 januari 2013.

- 1 En metallyta belyses med ljus med våglängden 100 nm. En ström av elektroner träder ur metallen. Experimentet upprepas med samma intensitet (lika mycket energi per tidsenhet och yta), men med våglängden 90 nm. Med 90-nm ljuset händer följande:
 - a) fler elektroner emitteras per tidsenhet.
 - b) färre elektroner emitteras per tidsenhet.
 - c) elektronerna har mer kinetisk energi.
 - d) elektronerna har mindre kinetisk energi.

Identifiera rätt svar (ett eller flera) och ge en *kortfattad* förklaring. **[6 poäng]**

- 2 Uppskatta hastigheten hos en elektron som har ungefär samma våglängd som synligt ljus (det räcker med att betrakta en våglängd) **[4 poäng]**.
- 3 Argon (Ar) atomer ($m = 40.00$ u) rör sig med en hastighet $v = v_x = 700.0$ m/s direkt mot en laserstråle med våglängd 103.0 nm. Anta att det går att bromsa ner atomer till $v = 0$.
 - a) Hur många gånger behöver en atom absorbera en foton för att uppnå detta? **[4 poäng]**
 - b) Varje gång en atom *emitterar* en foton så får atomen en rörelsemängd. Varför går det ändå att kyla atomerna till nästan $T = 0$? **[3 poäng]**

Vänd.

- 4 En jämn ström av elektroner kommer in från vänster mot följande potential:

$$V(x) = \left\{ \begin{array}{ll} 0, & x < 0 \\ -V_0, & 0 < x < a \\ 2V_0 & x > a \end{array} \right\}$$

- (a) Rita potentialen
(b) Skissera hur transmittansen beror av den infallande partikelns energi. Om något särskilt inträffar vid en viss partikelenergi ska detta förklaras.
(c) Rita vågfunktionen (endast realdelen) om energin $E = 3V_0/2$. Det ska klart framgå var vågfunktionen oscillerar, om våglängden är längre eller kortare i ett visst område samt utseende då $x \rightarrow \infty$.

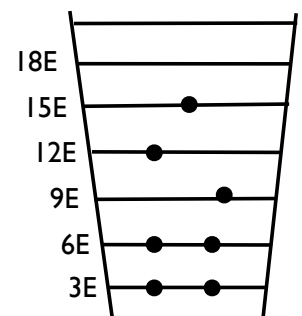
[Totalt 10 poäng]

- 5 Betrakta ett dubbelspaltsexperiment.

- (a) Experimentet genomförs med en kontinuerlig laser. Rita (kvalitativt) intensitetsfördelningen man detekterar med en rumsupplösande ljusdetektor (t.ex. ett kamerachip). **[3 poäng]**
(b) Laserintensiteten förminsкас så kraftigt att bara enstaka fotoner träffar på spalten, en och en. Vad observerar man nu, som funktion av tid? **[4 poäng]**

- 6 En kvantprick har tillstånd med energierna $3E, 6E, 9E, \dots$ etc. Vid en viss tidpunkt ockuperas tillstånden av elektroner så som visas i figuren.

- (a) Uppskatta Fermi energin. Motivera ditt svar. **[3 poäng]**



Vänd.

7 Energierna hos tillstånden i en oändlig kvantbrunn kan skrivas som $E_n = E_0 n^2$. Härled ett uttryck för E_0 genom att betrakta grundtillståndet ($n = 1$). Visa alla steg. **[5 poäng]**

8 Vid en viss tidpunkt ges vågfunktionen för en partikel av

$$\varphi(x) = \begin{cases} 0, & x < 0 \\ Nx^2 \cdot e^{ikx}, & 0 < x < a \\ 0, & x > a \end{cases}$$

(a) Bestäm konstanten N så att vågfunktionen blir normerad. a och k är positiva, reella konstanter. **[4 poäng]**

(b) Vad är sannolikheten för att man vid en mätning av läget ska få ett resultat som ligger mellan 0 och $a/2$? **[3 poäng]**