

Omtentamen. Tisdag 18 april 2017, kl 8.00 – 11.00, Sparta:C

Skrivningen består av 8 uppgifter med varierande poäng per uppgift (se uppgifterna), sammanlagt 52 poäng. *Läs alla uppgifterna och börja sedan med de uppgifter som du känner dig säkrast på.*

Tillåtna hjälpmedel består av miniräknare och det utdelade bladet 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.

- 1 En foton med våglängden 93,0 nm infaller mot en metall och slår ut en elektron. Metallens utträdesarbete är 4,94 eV.
 - a) Vilken är den maximala kinetiska energi som elektronen kan ha?
[4 poäng]
 - b) Bestäm elektronens de Broglie-våglängd. **[3 poäng]**

- 2 Laserkylning.
 - (a) Förklara **kortfattat** hur laserkylning fungerar. Ta hänsyn till både absorption och emission av fotoner. **[5 poäng]**
 - (b) En gas av Na atomer (atommassa 23 u) befinner sig vid rumstemperatur. Uppskatta den genomsnittliga hastigheten v hos Na atomerna. **[3 poäng]**
 - (c) Atomerna absorberar fotoner från en ljuskälla med våglängd 579 nm. Uppskatta minsta antalet fotoner en atom måste absorbera för att bromsas ner till $v \approx 0$ m/s. **[4 poäng]**

- 3 Beräkna sannolikheten att ett tillstånd som ligger 0.0830 eV över Fermi energin är ockuperad vid temperaturen $T = 293$ K. **[3 poäng]**

- 4 Lysdioder.
 - a) Beskriv hur en lysdiod fungerar. Utgå ifrån en ritning som tydligt visar ledningsband, valensband, energikälla, och energin hos det emitterade ljuset. **[4 poäng]**
 - b) Hur kan man använda sig av en kvantbrunn för att ändra färgen hos det emitterade ljuset utan att byta halvledarmaterial? Förklara och definiera med hjälp av en ritning den nya emissionsenergin. **[3 poäng]**

5 Vid en viss tidpunkt ges vågfunktionen för en partikel av

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

- (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]

6 Vad är en qubit och varför är man intresserad av kvantdatorer? Förklara kortfattat. [3 poäng]

7 En elektron med energi $0 < E < V_0$ stöter från vänster mot följande potentialbarriär

$$V(x) = \begin{cases} 0 & x < 0 \\ V_0 & 0 < x < a \\ 0 & x > a \end{cases}.$$

- (a) Rita (kvalitativt, utan beräkning) realdelen hos elektronernas vågfunktion. Det skall tydligt framgå (i) var vågfunktionen oscillerar, (ii) om våglängden är längre eller kortare i ett visst område, (iii) om amplituden är högre eller lägre i ett visst område, (iv) samt vågfunktionens utseende då $x \rightarrow \pm\infty$. [4 poäng]
(b) Vågfunktionen i området $0 < x < a$ kan förenklat skrivas som $\varphi(x) = C \exp(-\kappa x)$. Härled ett uttryck för κ med utgångspunkt från Schrödingerekvationen. Du behöver inte använda passningsvillkor. [3 poäng]
(c) Uppskatta transmissionssannolikheten (transmittansen) för $E = 0.98$ eV, $V_0 = 1.00$ eV och $a = 1.00$ nm. Använd ett approximativt uttryck för transmittansen. Ingen härledning behövs. [3 poäng]

8 Energierna hos tillstånden i en oändlig kvantbrunn kan skrivas som $E_n = E_0 n^2$. Fem elektroner skall placeras i brunnen. Vad är systemets grundtillståndsenergi? Antag att den potentiella energin för en elektron inne i brunnen är noll. Förklara hela ditt resonemang. [3 poäng]

The end.