

## Extra uppgifter kvantmekanik

- 1 En foton med våglängden 78 nm infaller mot en metall. Utträdesarbete = 4.84 eV. Vilken är den maximala kinetiska energi som en elektron vilken slagits ut ur metallen kan ha? Bestäm även deBroglie-våglängden för elektronens vågfunktion.
- 2 Man observerar interferensmönster när en ljus med fotonenergin 1.1 keV träffar en kristall. Vilken energi ska elektroner ha för att man ska få samma interferensmönster om man gör motsvarande experiment med en elektronstråle?
- 3 En jämn ström av elektroner kommer in från vänster mot potentialen  $V(x)$  givna nedan. Rita potentialen! Skissera hur transmittansen beror av den infallande partikelns energi. Om något särskilt inträffar vid en viss partikelenergi ska detta förklaras. 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 gränsvärdet då  $x \rightarrow \infty$ .

$$V(x) = \begin{cases} 0, & x < 0 \\ 2V_0, & 0 < x < a \\ V_0 & x > a \end{cases}$$

- 4 Vid en viss tidpunkt ges vågfunktionen för en partikel av

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

a Bestäm konstanten  $N$  så att vågfunktionen blir normerad.

b Vad är sannolikheten för att man vid en mätning av läget ska få ett resultat som är större än  $a/2$ ?

- 5 I en ändlig jämn potentialbrunn (dvs  $V(-x) = V(x)$ ) finns följande energinivåer  $-3.85, -3.41, -2.77, -1.94, -0.88$  eV. Man belyser provet, där kvantbrunnen finns, med ljus som har ett kontinuerligt spektrum av fotonenergier mellan 0.8 och 2.1 eV. Vilka energier kan man förvänta sig att de fotoner har som provet skickar ut efter belysningen? Det förutsätts att elektronen i kvantbrunnen befinner sig i grundtillståndet innan den träffas av fotonerna i ljuset. Bestäm även ett approximativt värde på brunnens bredd.

- 6 En partikel med massan  $m$  befinner sig i den ändliga potentialbrunnen

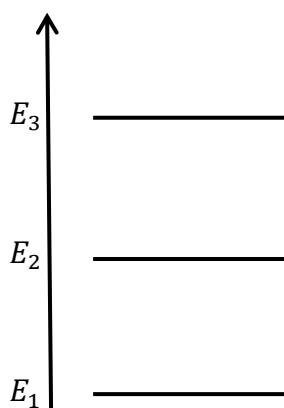
$$V(x) = \begin{cases} 0, & |x| > b \\ -V_0, & |x| < b \end{cases}$$

a Rita vågfunktionen för grundtillståndet och det första exciterade tillståndet. Figuren ska vara noggrant ritad så att relevanta egenskaper klart framgår.

b Antag att det första exciterade tillståndet har energin  $-\frac{V_0}{2}$ . Ställ upp Schrödinger-ekvationen och bestäm sambandet mellan  $b$  och  $V_0$  för att detta ska gälla.

- 7 Rita de 4 lägsta energinivåerna för en oändlig brunn med bredden  $a$ . Skissera även vågfunktionernas utseende. Man belyser kvantbrunnen med vitt ljus, dvs ljus med en kontinuerlig fördelning av våglängder, i detta fall med fotonenergies mellan  $2E_1$  och  $10E_1$ . Här är  $E_1 =$  energin för grundtillståndet. Vilka fotonenergies kan observeras i det ljus som utsänds från kvantbrunnen?

- 8 Ett kvantsystem har tre energinivåer som inte är degenererade enligt figuren.



Det gäller att  $E_1 = -\varepsilon$ ,  $E_2 = 0$  och  $E_3 = \varepsilon$ .

- a Bestäm medelenergin för systemet som funktion av temperaturen  $T$ . Systemet är i kontakt med en värmereservoar med den temperaturen.
- b Vid vilken temperatur är sannolikheten att finna systemet i grundtillståndet  $= \frac{1}{2}$ ?