

## 09.21.54 Skammtafræði I

Þriðjudaginn 2. september 1997.

**Leyfileg hjálpargögn eru: Vasatölva, allar bækur, nótur og dæmi.**

1. Straumi agna með massa  $m$  er beint að skammseilna skotmarkinu

$$V(r) = V_0 e^{-r^2/a^2}.$$

- (a) Reiknið diffurþversniðið samkvæmt nálgun Borns og berið saman við niðurstöðurnar fyrir mætti Yukawa.
  - (b) Hvert er diffurþversnið skotmarksins fyrir  $s$ -bylgju?
  - (c) Berið saman niðurstöður þessara tveggja nálganna.
2. Til þess að leysa þetta dæmi er hægt að hugsa sér nokkrar mismunandi aðferðir sem eru miserfiðar. Veltið því aðeins fyrir ykkur hvernig þið viljið leysa dæmið áður en þið byrjið.

- (a) Sýnið að fyrir einvíðan hreintóna sveifil gildi

$$\langle 0 | e^{ikx} | 0 \rangle = e^{-k^2 \langle 0 | x^2 | 0 \rangle / 2}.$$

- (b) Reiknið  $\langle 0 | \delta(x - a) | 0 \rangle$  og túlkið niðurstöðuna.

3. Kerfi hefur aðeins tvö ástönd  $|+\rangle$  og  $|-\rangle$  með með orku  $\epsilon_+$  og  $\epsilon_-$ . Gerum ráð fyrir að væntigildi skautunarvirkjans  $qz$  sé 0 fyrir bæði ástöndin. ( $q$  er hleðsla og  $z$  er  $z$ -hnitið í staðarrúminu). Eins gerum við ráð fyrir að  $\langle + | qz | - \rangle = \mu \in \mathbf{R}$ .

- (a) Skriðið niður Hamiltonvirkja kerfisins í ytra rafsviði  $\mathbf{E} \cos(\omega t)$  með stefnu í  $z$ -átt.

- (b) Reiknið skautun kerfisins sem er upphaflega í orkulægra ástandinu áður en kveikt er á rafsviðinu klukkan  $t = 0$ . Tíðnin  $\omega$  er verulega lægri en náttúrulega tíðni kerfisins  $\omega_{+-} = (\epsilon_+ - \epsilon_-)/\hbar$  svo óhætt er að sleppa öllum liðum sem sveiflast með náttúrulegu tíðninni.
- (c) Hvernig er skautunin með línulegri nálgun í  $E$ ? Hvað getið þið sagt um eðlisfræðilega túlkun niðurstöðunnar?

4. Stífum snúði er lýst með Hamiltonvirkjanum

$$H = \frac{\hbar^2}{2\mathcal{I}}\mathbf{L}^2,$$

þar sem  $\mathcal{I}$  er hverfitregða snúðsins og  $\mathbf{L}$  er hverfiþungavirkinn.

- (a) Skrifid niður orkuróf snúðsins.
- (b) Snúðurinn verður fyrir truflun  $V = (C\hbar^2/2\mathcal{I})\cos^2(\theta)$ , þar sem  $C$  er smár stiki. Finnið fyrstastigs leiðréttingu orkustiganna og ástandanna.
- (c) Metið efri mörk  $C$  fyrir vist ástand merkt með skammtatölunni  $l$ .
- (d) Hvað breytist ef truflunin er  $V = (C\hbar^2/2\mathcal{I})\cos^2(\theta)\cos(\phi)$ ?