

# KVANTNA MEHANIKA

Treći kolokvij 13. 6. 2023.

## ZADATAK 1

Razmotrite vremenski ovisan hamiltonijan  $H = H_0 + H'(t)$  gdje je

$$H'(t) = U \exp(-t/T)$$

Operatori  $H_0$  i  $U$  su vremenski neovisni, a  $T$  je konstanta. Kolika je vjerojatnost, u najnižem redu po  $U$ , da će smetnja uzrokovati prijelaz iz svojstvenog stanja  $|n\rangle$  za  $H_0$  u različito svojstveno stanje  $|m\rangle$  za  $H_0$  tijekom vremenskog intervala  $t = 0$  i  $t \gg T$ ?

## ZADATAK 2

Neka je čestica A u vezanom stanju opisanom valnom funkcijom  $\phi_A(\mathbf{r}')$ . Na čestici A raspršuje se snop čestica B opisanih ravnim valom. Svaka čestica snopa interagira s česticom B. Odgovarajuća potencijalna energija je  $W(\mathbf{r} - \mathbf{r}')$ , gdje su  $\mathbf{r}'$  položaji čestice A,  $\mathbf{r}$  čestica u snopu B.

(a) Pod pretpostavkom da čestica A ne mijenja kvantno stanje tijekom raspršenja, izračunajte matrični element

$$\langle \phi_A, \mathbf{k}' | W(\mathbf{r} - \mathbf{r}') | \phi_A, \mathbf{k} \rangle$$

gdje  $\mathbf{k}$  i  $\mathbf{k}'$  valni vektori koji označavaju početno i konačno stanje upadnih čestica B. Ravnne valove ne treba normalizirati.

(b) Izračunajte amplitudu raspršenja i diferencijalni udarni presjek u Bornovoj aproksimaciji upotrijebivši rezultat pod (a) tako da zamijenite Fourierov transformat potencijala u formuli (22.10) u Pregledu formula s matričnim elementom izračunatim pod (a). Dobiveni diferencijalni udarni presjek sastoji se od produkta dva člana: jedan koji opisuje raspršenje na potencijalu  $W(\mathbf{r})$  u Bornovoj aproksimaciji, a drugi član, form faktor, karakterizira stanje  $\phi_A(\mathbf{r})$ .

(c) Razmotrite raspršenje čestice na vezanom sustavu, na primjer, elektronu u atomu, koji je opisan valnom funkcijom

$$\phi_A(\mathbf{r}') = a \exp\left(-\frac{r'^2}{\beta^2}\right)$$

gdje su  $a$  i  $\beta$  konstante. Ako je interakcija upadnih čestica i sustava dana potencijalom

$$W(\mathbf{r} - \mathbf{r}') = \lambda \delta(\mathbf{r} - \mathbf{r}')$$

izračunajte diferencijalni udarni presjek u Bornovoj aproksimaciji, odnosno, koristite formulu koju ste izveli pod (b).