

# Atom- és kvantumfizika gyakorlat

(2011/2012 őszi félév)

## 9. Beadandó feladatsor

1. Mutassuk meg, hogy az  $\hat{x}\hat{a}\hat{a}^\dagger\hat{p}$  operátorszorzat várhatóértéke a harmonikus oszcillátor  $k$ -edik sajátállapotában lineárisan függ  $k$ -tól!
2. Számoljuk ki a  $[\hat{p}, (\hat{a}^\dagger)^n]$  kommutátort!
3. Normáljuk azt az állapotot melynek hullámfüggvénye  $\Psi(x) = A \frac{d}{dx} \Psi_0(x)$ , ahol  $A$  a normáláskor meghatározandó konstans,  $\Psi_0(x)$  pedig a harmónikus oszcillátor alapállapotának hullámfüggvénye! Normálás után számoljuk ki az energia várhatóértékét ebben az állapotban!