

# Quantum Mechanics Mid Term: LiLin Yang<sup>1</sup>

Jinzhao Sun

## 一、概念理解 (20)

- 1、如果粒子零时刻波函数  $\psi(x,0)$ ，那么 t 时刻波函数为？
- 2、Griffiths 书 P22. 如何求波函数分解后的系数？ 答案即：  $c_n = \int \psi^* \psi dx$
- 3、广义统计诠释

## 二、Ehrenfest 定理推导，波函数的微分运算 (20)

- 1、计算位置的期待值，  $\frac{d\langle x \rangle}{dt}$ ，与动量期待值
- 2、计算  $\frac{d\langle p \rangle}{dt}$
- 3、如果测量粒子的位置，那么将会得到什么，粒子的位置如何

## 三、如果谐振子的初始态 $\Psi(x,0) = A[3\psi_0(x) + 4\psi_1(x)]$ (30)

- 1、求 A
- 2、计算 t 时刻波函数和概率  $|\psi(x,t)|^2$
- 3、计算  $\langle x \rangle$ ,  $\langle p \rangle$ , t 时刻验证 Ehrenfest 定理，写出角频率、振幅
- 4、测量粒子能量，有哪些，出现概率分别是多少？
- 5、求  $\sigma_x, \sigma_p$
- 6、还有一些小问

## 四、Square barrier potential, $V(x < 0) = 0, V(x > 0) = V_0$ , (20)

- 1、求波函数，反射率是多少？
- 2、色散问题。一束高斯波包（或者平面波包）射入，会有什么情况？ 较难，参见曾谨言习题解答

## 五、如果限制谐振子在 $x > 0$ 区域，即 $V(x < 0)$ 趋于正无穷（半谐振子势），求谐振子第

一、二激发态能量，第一、二激发态波函数。(10)

本质上要求会利用算符算出最普通谐振子的第三激发态波函数，平均势能。

---

<sup>1</sup> Email: [Sunjinzhao9@gmail.com](mailto:Sunjinzhao9@gmail.com) Wechat: 18901094062

# Quantum Mechanics Final: LiLin Yang<sup>2</sup>

Jinzhao Sun

一、连续测量问题 (Griffiths P84, 3.27) (20)

二、对自旋 $\frac{3}{2}$ 粒子, 求 $S_x$ , 以及本征值等问题 (20)

三、Spin-orbital Coupling Problems (Griffiths P129, 4.55) (20)

四、无限深方势阱放入两个全同玻色子, 两者势场 $V(x_1, x_2) = -aV_0\delta(x_1 - x_2)$  (20)

- 1、忽略相互作用, 求基态、第一激发态, 波函数和能量
- 2、利用微扰计算第一激发态
- 3、可能有一个小问

五、(20)

- 1、写出氢原子径向薛定谔方程 (好像老师的提示为 $u = \sqrt{r}R(r)$ )
- 2、量子散射理论考察

---

<sup>2</sup> Email: [Sunjinzhao9@gmail.com](mailto:Sunjinzhao9@gmail.com) Wechat: 18901094062

## Quantum Mechanics Final: Guangshan Tian

第一题是电子偶素，给了氢原子能级公式，写电子偶素能级。再说明为什么正负电子湮灭至少产生两个光子。

第二题给你一个波函数，是几个球谐函数之和，问可能的角动量测量值以及概率

第三题推  $\delta$  函数的动表象 schrodinger 方程，再告诉你只有一个束缚态，求解

第四题已知哈密顿量  $H = -J(\sigma_{1x}\sigma_{2x} + \sigma_{1y}\sigma_{2y})$ ，让你解本征函数和本征值

第五题证明对于自旋为 1 的粒子，Z 方向自旋算符的三次方等于它自己，再证明自旋升算符的三次方等于 0

第六题均匀磁场+谐振子势，让你用柱函数写出哈密顿量，并写出能级

第七题定态微扰，挺简单的

第八题球方势，用玻恩近似公式解散射截面

第九题给你一个算符的和已知算符的对易关系，让你分析在什么条件下这个算符的非对角矩阵元非 0

第十题好像是无限深方势阱，长度突然变成两倍，然后证明一些东西