

量子信息手写笔记问题（默写版）

Contents

1	基、基变换与酉矩阵	2
1.1	基向量与基变换矩阵	2
1.2	算符的基变换	2
2	本征方程与对角化	2
3	单比特态与 Bloch 球	2
4	密度矩阵	2
5	Bell 态与最大纠缠	2
6	量子超密编码	2
7	量子隐形传态	3
8	发展史与里程碑（背诵）	3
9	实验装置与关键技术（背诵）	3
10	计算类背诵要点（导论/作业常考）	3
11	张量积与纠缠（背诵）	3
12	密度矩阵与偏迹（背诵）	3
13	贝尔不等式与量子相关（背诵）	3
14	不可克隆定理（背诵）	3
15	量子密钥分发 QKD（背诵）	4
16	量子计算类型与平台（背诵）	4
17	量子通信与网络（背诵）	4
18	常见量子门（简表）	4

1 基、基变换与酉矩阵

1.1 基向量与基变换矩阵

1. 两组基向量 $\{|e_i\rangle\}$ 与 $\{|f_j\rangle\}$ 的矩阵 E, F 如何定义？
2. 基变换矩阵 U_{ij} 的定义式是什么？
3. 写出新基向量 $|f_j\rangle$ 在旧基下的展开式。
4. 写出矩阵形式 $F = EU$ 。
5. 写出态 $|\psi\rangle$ 在两组基下的展开，并给出系数列向量的变换关系。
6. 正交归一基时， U 的性质是什么？

1.2 算符的基变换

1. 写出矩阵元 $A_{ij}^{(E)}$ 的定义。
2. 写出算符在新基下的矩阵表示公式。

2 本征方程与对角化

1. 写出本征方程与特征多项式条件。
2. 厄米矩阵的本征值与本征向量有什么性质？
3. 写出厄米矩阵的酉对角化形式及其物理含义。

3 单比特态与 Bloch 球

1. 写出任意单比特纯态在 Bloch 球参数化的表达式，并说明 θ, φ 的范围。

4 密度矩阵

1. 写出密度矩阵的定义与三条基本性质。
2. 写出纯态与混态的判据 (ρ^2 与 $\text{tr}(\rho^2)$)。
3. 写出混态的一般分解形式及酉对角化形式。

5 Bell 态与最大纠缠

1. 写出四个 Bell 态。
2. 写出对 $|\Phi^+\rangle$ 施加 I, X, Z, iY 的对应结果。

6 量子超密编码

1. 写出超密编码的时间顺序流程 ($t_0 \sim t_3$)。
2. 写出编码映射 00, 01, 10, 11 对应的局部操作。
3. 写出 Bob 的 Bell 测量步骤与四种测量结果对应的 Bell 态。
4. 写出超密编码的结论 (资源消耗与信息量)。

7 量子隐形传态

1. 写出隐形传态的时间顺序流程 ($t_0 \sim t_3$)。
2. 写出 Bob 的纠正操作 $X^{M_2}Z^{M_1}$ 。
3. 写出该过程不违反不可克隆与超光速通信的原因。

8 发展史与里程碑（背诵）

1. 写出超密编码与隐形传态的重要年份与事件（列出要点）。

9 实验装置与关键技术（背诵）

1. 写出纠缠源、Bell 态制备、Bell 基测量的关键要点。
2. 写出经典信道与退相干/损耗的要点。

10 计算类背诵要点（导论/作业常考）

1. 写出 CNOT 的作用规则。
2. 写出 Bell 测量映射（经 CNOT+H 后）。
3. 写出超密编码映射。
4. 写出隐形传态纠正操作。
5. 写出超密编码与隐形传态的资源消耗与互为对偶关系。

11 张量积与纠缠（背诵）

1. 写出复合系统的张量积空间表示。
2. 写出张量积基向量与内积规则。
3. 写出可分态与纠缠态的定义，并说明 Bell 态的约化密度矩阵性质。

12 密度矩阵与偏迹（背诵）

1. 写出 ρ 的性质与纯/混态判据。
2. 写出约化密度矩阵与期望值公式。
3. 写出酉变换下的迹不变性。

13 贝尔不等式与量子相关（背诵）

1. 写出 CHSH 经典上界与 Tsirelson 上界。
2. 写出违反 CHSH 的物理含义。

14 不可克隆定理（背诵）

1. 写出不可克隆定理的陈述与线性性原因。
2. 写出其物理含义。

15 量子密钥分发 QKD（背诵）

1. 写出 QKD 的基本思想与关键点。

16 量子计算类型与平台（背诵）

1. 写出两类量子计算及量子线路模型要点。
2. 写出通用门集与典型算法。
3. 写出主要硬件平台。

17 量子通信与网络（背诵）

1. 写出量子通信与网络的典型任务与代表性网络。

18 常见量子门（简表）

1. 写出常见单比特门 $X, Z, H, S, T, R_\alpha(\theta)$ 的矩阵形式。
2. 写出 CNOT 的作用与矩阵表示，及常用通用门集。