

2024 简量期末

by [Arthals](#) / 夏日晴空 / 鲸岛

blog: [Arthals' ink](#)

1. 请选出正确的选项

- (a) 玻色在写给爱因斯坦的第一封信里明确表明光子是全同粒子
- (b) 德布罗意利用波粒二象性成功解释了氢原子的光谱
- (c) 埃弗里特提出的多世界理论得到了玻尔的支持
- (d) 旧量子理论可以成功解释氢分子的光谱

2. 请选出正确的选项

- (a) 量子通信
- (b) 半导体芯片
- (c) 量子波动阅读
- (d) 核磁共振成像

3. 请选出正确的选项

- (a) 质子是费米子
- (b) 氢原子是玻色子
- (c) 光子是玻色子
- (d) 电子是玻色子

注：一个氢原子由一个质子和一个电子组成。

4. 请选出正确的选项

- (a) 电子没有大小
- (b) 氢原子的体积等于质子的体积加上电子的体积
- (c) 只有量子纠缠态是能被克隆的，量子直积态可以被克隆
- (d) 在电子双缝干涉实验中，每一个电子都同时通过了两条缝

5. 请选出正确的选项

- (a) 量子隐形传态利用了量子纠缠，因此可以超光速
- (b) 经典通信不可以传递量子信息
- (c) BB84 是一种分发密码的量子通信方案
- (d) 量子信息的载体可以不是光子

6. 请选出正确的选项

- (a) 退相干曾经是建造经典计算机时碰到过的技术困难
- (b) 量子计算机只有一个普适逻辑门
- (c) 弗雷德金门是可逆经典计算机的普适逻辑门

(d) 量子计算机能快速破解 RSA 密码

7. 请选出正确的选项

(a) 对于一副手套，左手套和右手套之间的关联是量子纠缠

(b) 所有的经典关联都不是超距的

(c) 量子纠缠违反贝尔不等式否定了隐变量理论

(d) 当自旋 1 和自旋 2 纠缠时，自旋 1 不再具有确定的自旋态

8. 请选出正确的选项

(a) 海森堡不确定性关系的根源是矩阵乘法的不可交换性

(b) 根据多世界理论，地球现在处于多个状态的叠加，在某些状态中地球上还没有生命

(c) 波包塌缩是一种幺正变换

(d) 对于一个质量 1 千克的宏观物体，它的所有性质可以用经典物理解释

9. 在二维希尔伯特空间里有两个向量

$$|\psi_1\rangle = \frac{1}{5} \begin{pmatrix} 3i \\ 4 \end{pmatrix}, \quad |\psi_2\rangle = \frac{1}{5} \begin{pmatrix} 4 \\ 3i \end{pmatrix}, \quad |\psi_3\rangle = \frac{1}{17} \begin{pmatrix} 15 \\ 8i \end{pmatrix} \quad (1)$$

(a) 计算内积 $\langle\psi_1|\psi_2\rangle$ 与 $\langle\psi_1|\psi_3\rangle$

(b) 判断哪两个量子态相互正交

10. 给定一个自旋态

$$|\psi\rangle = \frac{7}{25}|u\rangle - \frac{24}{25}i|d\rangle \quad (2)$$

问测得

(a) 自旋沿 z 方向向上的几率是多少？

(b) 自旋沿 x 负方向（对应 $\hat{\sigma}_x$ 的本征值为 -1）的几率是多少？

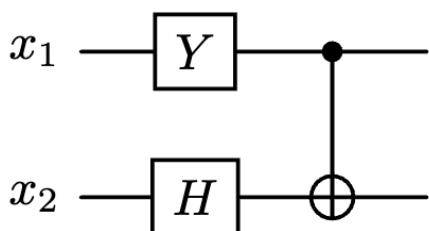
11. 现在有两个矩阵

$$M_1 = \begin{pmatrix} 1 & 1+i \\ 1-i & -4 \end{pmatrix}, \quad M_2 = \begin{pmatrix} 3 & 2-2i \\ 1+2i & -2 \end{pmatrix} \quad (3)$$

(a) 计算 M_1M_2 和 M_2M_1 ，它们相等吗？

(b) M_1 和 M_2 中哪个是厄密矩阵？

12. 有一个量子计算机程序，它作用在两个量子比特 x_1 和 x_2 上：先对 x_1, x_2 分别进行一个 Y 门和一个哈达玛门操作，最后是一个 CNOT 门操作（见图）。我们用 $|x_1, x_2\rangle$ 表示两个量子比特的状态，比如 $|01\rangle$ 表示第一个量子比特 x_1 处于状态 $|0\rangle$ ，第二个量子比特 x_2 处于状态 $|1\rangle$ 。



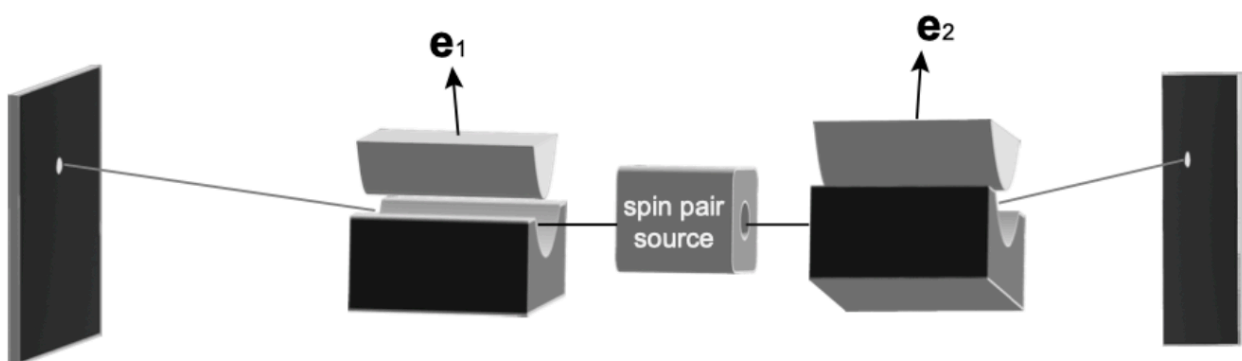
- (a) 如果输入态是 $|00\rangle$ ，请问输出态是什么？
- (b) 如果输入态是 $|10\rangle$ ，请问输出态是什么？输出态是纠缠态吗？如果是，请证明。
- (c) 如果输入态是 $(4|00\rangle - 3i|10\rangle)/5$ ，请问输出态是什么？
- (d) 上一问的输入态是量子纠缠态吗？请给出理由

13. 给定一个自旋态 $|\phi\rangle = \sqrt{\frac{2}{5}}|u\rangle + \sqrt{\frac{3}{5}}i|d\rangle$

- (a) 计算关于 $\hat{\sigma}_x$ 测量的不确定度 $\Delta\sigma_x^2$
- (b) 计算关于 $\hat{\sigma}_z$ 测量的不确定度 $\Delta\sigma_z^2$

14. 在下图的双施特恩 - 盖拉赫实验中双自旋处于如下量子态

$$|\Psi\rangle = \frac{1}{3}|uu\rangle - \frac{2i}{3}|du\rangle + \frac{2}{3}|dd\rangle \quad (4)$$



- (a) 计算 $\langle\Psi|\hat{\sigma}_x \otimes \hat{\tau}_z|\Psi\rangle$
- (b) 假设两边的磁场都是沿 z 方向，列出所有可能的测量结果
- (c) 同上一问，两边的磁场都是沿 z 方向。左检测屏离粒子源更远，所以右检测屏刚刚出现斑点的时候，向左的自旋依然在飞行中。如果右检测屏上方刚刚出现斑点，左侧自旋处于什么状态？
- (d) 假设左边的磁场是沿 x 方向，右边的磁场是沿 z 方向，粒子源发射 1000 对这样的自旋，那么右边检测屏上两个斑点各有大约多少粒子？