

第三届“量旋杯”公开组竞赛试题

《九章算术》是中国古代数学的一部重要著作，成书大约在公元前 1 世纪至公元 1 世纪之间，归纳了先秦至汉初的数学成就。全书分为“方田”、“粟米”、“补不足”、“少广”、“商功”、“均输”、“盈不足”、“方程”及“勾股”九章，涉及了土地测量、物资调配、工程计算、天文算法等多个方面。在数学史上有着极为重要的地位。九章算术“方程”章中有这样一个题目：

“今有卖牛二、羊五，以买一十三豕，有余钱一千；卖牛三、豕三，以买九羊，钱适足；卖六羊，八豕，以买五牛，钱不足六百。问：牛、羊、豕价各几何？”

答曰：牛价一千二百，羊价五百，豕价三百。”

翻译成现代汉语就是

“现卖牛 2 头、羊 5 只，买猪 13 头，余下 1000 钱；卖牛 3 头、猪 3 头，买羊 9 只，钱正好足够；卖羊 6 只、猪 8 头，买牛 5 头，还差 600 钱。问：牛、羊、猪各多少钱？”

答：牛价格 1200，羊价格 500，猪价格 300。”

请设计一个量子算法，并按照对门的限制，写出这个算法对应的量子线路，对该问题进行求解。

允许使用的量子门：

单比特门可以使用 X 门，Z 门，Hadamard 门，T 门，S 门以及绕 x, y, z 轴的任意角度旋转门；

多比特门仅可以使用 CNOT 门；

答题要求：

- 1、求解该问题的算法必须是一个量子算法，用经典算法求解的将被视为无效作答；
- 2、请提交一个文档，详细描述你使用的量子算法。这个描述应该包括算法的设计思路，和具体过程，以及最终得到结果的方式。由于这是一个给出具体数值的问题，你的解中应该明确给出具体的量子门和测量值。
- 3、请用 OpenQASM 2.0 的格式提交该算法对应的量子线路。量子线路中的门应该严格限制在允许使用的量子门当中。使用超出允许的门将根据实际情况酌情扣分直至取消评分资格。
- 4、在量子线路中，所有量子比特都应该被初始化在 0 态上。

- 5、如果你使用的是变分量子算法，你还要提供你的变分量子线路模型，详细指出优化的参数和测量的比特。你应该给出优化后的量子线路以及达到这次优化对应的参数的初始值。
- 6、考虑到目前的量子计算机仍然存在噪声，且多比特门的噪声比单比特门的严重。请控制你使用的量子门的数目。

评分标准：

- 1、解的精确性将被优先考虑；
- 2、在相同的精确性下，使用更少的量子门得分更高。
- 3、我们假设所有的门是没有噪声的，但是如果你能分析噪声的影响，将会有额外的得分。

2024-05-31