

## 湖南大学

### 毕业论文（设计）原创性声明

本人郑重声明：所呈交的论文（设计）是本人在导师的指导下独立进行研究所取得的研究成果。除了文中特别加以标注引用的内容外，本论文不包含任何其他个人或集体已经发表或撰写的成果作品。对本文的研究做出重要贡献的个人和集体，均已在文中以明确方式标明。本人完全意识到本声明的法律后果由本人承担。

学生签名：

日期：2024 年 月 日

### 毕业论文（设计）版权使用授权书

本毕业论文（设计）作者完全了解学校有关保留、使用论文（设计）的规定，同意学校保留并向国家有关部门或机构送交论文（设计）的复印件和电子版，允许论文（设计）被查阅和借阅。本人授权湖南大学可以将本论文（设计）的全部或部分内容编入有关数据库进行检索，可以采用影印、缩印或扫描等复制手段保存和汇编本论文（设计）。

本论文（设计）属于

1、保 密 ☐，在\_\_\_\_\_年解密后适用本授权书。

2、不保密 ☐。

（请在以上相应方框内打“√”）

学生签名：

日期：2024 年 月 日

导师签名：

日期：2024 年 月 日

## 目录

## 一些约束体系量子哈密顿中算符次序问题

### 摘 要

根据微分几何中的曲面论，用两个变量就可以完全参数化一个二维曲面。也就是，当一个粒子约束在曲面上运动时，只需要两个独立的变量就可以完全刻画粒子的运动。由于粒子的运动可以在笛卡儿坐标下分解为三个互相正交的方向，动能算符和三个笛卡儿动量的关系似乎为：

其中为厄密算符。事实上，在量子力学中，除非粒子是在自由空间中运动或在经典极限下，此式是不正确的。在存在约束时，上式应代之以

其中是非平凡的函数。本文用圆环面，旋转抛物面，旋转单叶双曲面，磁场中的荷电平面转子，球面转子等体系中的量子运动说明函数是存在的。在不同的矢势下，荷电粒子的力学动量从而动能的表达式是不同的。本文研究了它们之间和量子规范相因子的关系，发现规范相因子会自然出现在动能算符中。

**关键词：**量子力学；算符次序；厄密算符；正则量子化；规范变换

# **The operator ordering problem in quantum Hamiltonian for some constraint systems**

## **Abstract**

According to surface theory in differential geometry, the two-dimensional surface is parameterized by two variables. This is, when a particle moves on the surface, only two variables suffice to describe the motion of the particle. However, when examining the same problem in the physical point of view, the motion of the particle can also be described in the three-dimensional Cartesian coordinates. Explicitly, the relation between kinetic energy and Hermitian Cartesian momentum is speciously

which holds either for the system being free of constraint or for the system in classical limit. Moreover, under constraint, above expression should be replaced by,

where are the non-trivial functions. This paper utilizes quantum motions on the torus surface, paraboloid of revolution, hyperboloid of revolution of one sheet, charged planar and spherical rotator etc., to demonstrate the existence of the function . Since different vector potentials lead to different kinetic energies, the relationship between these kinetic energies and the gauge phase factors, are studied. Results show that the gauge phase factor can appear in the kinetic operator naturally.

**Key Words:** quantum mechanics; operator ordering; Hermitian operator; canonical quantization; gauge transformation

## 1 摘要

计划骨结核

### 1.1 客户收到 JF

巴萨接电话 • 1

## 2 杀猪刀

啊手动阀