

分类号 O123

密 级 公开

学 号 B12345

陕西师范大学

SHAANXI NORMAL UNIVERSITY

博士学位论文

题 目 陕西师范大学博士论文 L^AT_EX 模板

PhD thesis L^AT_EX template of Shaanxi Normal University

作 者 杨玉坤

指 导 教 师 张松斌 教授

一级学科名称 物理学

二级学科名称 原子与分子物理

提 交 日 期 二〇二二年五月

学位论文原创性声明

本人声明所呈交的学位论文是我在导师指导下进行的研究工作所取得的研究成果。尽我所知，除本文中已经注明引用的内容和致谢的地方外，本论文不包含其他个人或集体已经发表或撰写过的研究成果，也不包含本人或他人已申请学位或其他用途使用过的成果。对本文的研究做出重要贡献的个人和集体，均已在文中做了明确说明并表示谢意。

本学位论文若有不实或者侵犯他人权利的，本人愿意承担一切相关的法律责任。

作者签名：_____

日期：_____年__月__日

学位论文知识产权及使用授权说明书

本人在导师指导下所完成的学位论文及相关成果，知识产权归属陕西师范大学。本人完全了解陕西师范大学有关保存、使用学位论文的规定，允许本论文被查阅和借阅，学校有权保留学位论文并向国家有关部门或机构送交论文的纸质版和电子版，有权将本论文的全部内容编入有关数据库进行检索，可以采用任何复制手段保存和汇编本论文。本人保证毕业离校后，发表本论文或使用本论文成果时署名单位仍为陕西师范大学。

保密论文解密后适用本声明。

作者签名：_____

日期：_____年__月__日

摘要

这里是中文摘要

第一章，介绍了本论文研究的背景，概述了……

第二章，……

第三章，……

第四章，……

第五章，……

第六章，总结了作者博士期间的工作，并对后续可能的研究做了展望。

关键词：光解离，共振态，散射截面，围道变形法，避免交叉

Abstract

This is English Abstract.

In Chapter 1,

In Chapter 2,

In Chapter 3,

In Chapter 4,

In Chapter 5,

Finally, the conclusions of this thesis and the research plans in future are given in Chapter 6.

Keywords: photodissociation, resonance, cross section, CDM, avoided crossing

目录

摘要	I
Abstract	III
目录	i
符号列表	vii
第 1 章 绪论	1
1.1 简介	1
第 2 章 公式的使用	3
2.1 简单行间和行内公式	3
2.2 进阶对齐环境	3
第 3 章 图片的使用	5
3.1 简单图片	5
3.2 进阶拼图	5
第 4 章 表格的使用	7
4.1 简单三线表格	7
4.2 进阶旋转缩放表格	7
第 5 章 罗列环境的使用	9
5.1 普通罗列环境	9
5.2 进阶罗列环境	9
第 6 章 总结与展望	11
参考文献	13
附录 A 附录	15
致谢	17
攻读博士学位期间研究成果	19

图目录

图 3.1	绝热和非绝热表示中的典型势能曲线	5
图 3.2	势形共振和 Feshbach 共振示意图	5

表目录

表 4.1	Child-Lefebvre 模型 V_{22}^d 势能曲线束缚态能量	7
表 4.2	H ₂ -Ar 系统 Lennard-Jones 势 $\ell = 7$ 分波共振参数	8

符号列表

h	普朗克常数
\hbar	约化普朗克常数
μ	折合质量
ℓ	轨道角动量量子数

第 1 章 绪论

1.1 简介

本模板为陕师大物理学院毕业生个人制作的的非官方博士/硕士学位论文 \LaTeX 模板。对于一切可能发生问题，一切后果用户自负，模板作者不承担任何责任。

本模板写作过程，得到了 \LaTeX 工作室论坛及其 QQ 群内的多名网友帮助。本模板也参考了国内众多高校的 \LaTeX 模板，在未完全填充内容之前，暂不一一列出。

用户使用本模板，需致谢本模板或作者。

本模板暂时由作者个人维护，用户如果遇到 bug，或者发现与学校《写作指南》的要求不一致，可以尝试以下办法：

1. 将模板升级到最新；
2. 在 GitHub Issues 中按照说明报告 bug；
3. 直接联系作者：yykphy@gmail.com

第 2 章 公式的使用

2.1 简单行间和行内公式

行内公式 $E = mc^2$ 。

简单行间公式:

$$\sigma^{fi}(E_{ph}) = 2\pi^2\alpha \frac{df^{fi}}{dE_{ph}}. \quad (2.1)$$

2.2 进阶对齐环境

再复杂一点的:

$$\left\{ \frac{d^2}{dR^2} \mathbf{I} + \mathbf{K}^2 - \frac{J(J+1)}{R^2} \mathbf{I} - 2\mu \mathbf{V}^a(R) + \mathbf{B}(R) \right\} \chi^a(R) + 2\mathbf{A}(R) \frac{d}{dR} \chi^a(R) = 0. \quad (2.2)$$

第 3 章 图片的使用

3.1 简单图片

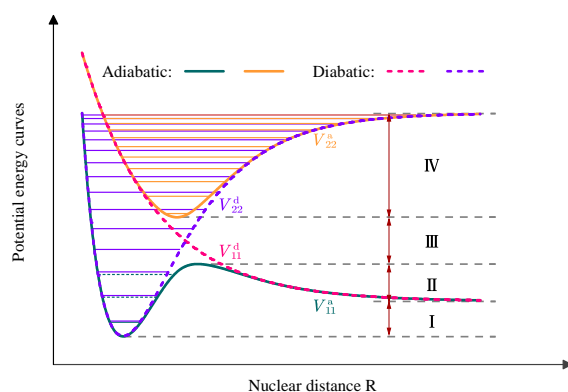
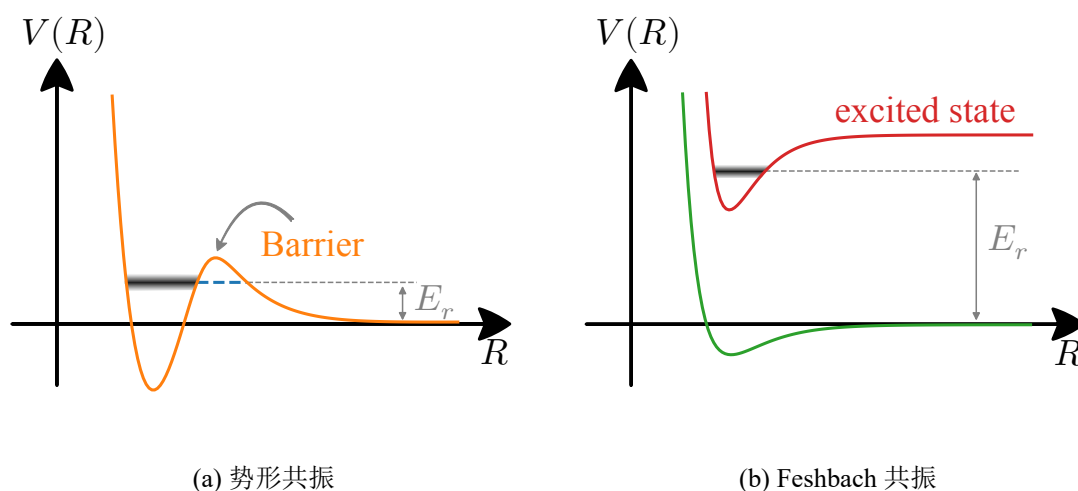


图 3.1: 绝热和非绝热表示中的典型势能曲线

Fig. 3.1: Typical potential energy curves in the adiabatic and diabatic representations

3.2 进阶拼图



(a) 势形共振

(b) Feshbach 共振

图 3.2: 势形共振和 Feshbach 共振示意图

Fig. 3.2: Schematic for shape and Feshbach resonance

第 4 章 表格的使用

4.1 简单三线表格

表 4.1: Child-Lefebvre 模型 V_{22}^d 势能曲线束缚态能量

Tab. 4.1: Bound energy for V_{22}^d of Child-Lefebvre model

ν	Bound of V_{22}^d	ν	Bound of V_{22}^d	ν	Bound of V_{22}^d	ν	Bound of V_{22}^d
0	0.0015853	9	0.0269396	18	0.0462668	27	0.0595669
1	0.0047001	10	0.0293847	19	0.0480422	28	0.0606726
2	0.0077404	11	0.0317554	20	0.0497432	29	0.0617040
3	0.0107064	12	0.0340517	21	0.0513698	30	0.0626609
4	0.0135980	13	0.0362735	22	0.0529220	31	0.0635434
5	0.0164151	14	0.0384210	23	0.0543998	32	0.0643515
6	0.0191578	15	0.0404941	24	0.0558032	33	0.0650852
7	0.0218262	16	0.0424927	25	0.0571322	34	0.0657445
8	0.0244201	17	0.0444170	26	0.0583867	35	0.0663294

4.2 进阶旋转缩放表格

表 4.2: H_2 -Ar 系统 Lennard-Jones 势 $\ell = 7$ 分波共振参数

Tab. 4.2: Resonance parameters for Lennard-Jones potential $\ell = 7$ in H_2 -Ar system.

Methods	Nicolaidēs <i>et al.</i> , ECS ^[1]			Connor <i>et al.</i> , CSM ^[2]			Present CDM		
State	$E_{\ell=7}$ (a.u.)	$\Gamma_{\ell=7}$ (a.u.)		$E_{\ell=7}$ (a.u.)	$\Gamma_{\ell=7}$ (a.u.)		$E_{\ell=7}$ (a.u.)	$\Gamma_{\ell=7}$ (a.u.)	
$D_e = 40 \text{ cm}^{-1}$	4.99465×10^{-5}	1.11721×10^{-5}		5.00103×10^{-5}	1.13134×10^{-5}		4.99944×10^{-5}	1.12902×10^{-5}	
$D_e = 45 \text{ cm}^{-1}$	4.13396×10^{-5}	4.68847×10^{-6}		4.13305×10^{-5}	4.72036×10^{-6}		4.13146×10^{-5}	4.71076×10^{-6}	
$D_e = 50 \text{ cm}^{-1}$	3.18078×10^{-5}	1.18784×10^{-6}		3.18032×10^{-5}	1.18647×10^{-6}		3.17882×10^{-5}	1.18265×10^{-6}	
$D_e = 55 \text{ cm}^{-1}$	2.10047×10^{-5}	9.04888×10^{-8}		2.10047×10^{-5}	9.04888×10^{-8}		2.09882×10^{-5}	9.00267×10^{-8}	
$D_e = 60 \text{ cm}^{-1}$	8.78917×10^{-6}	1.93872×10^{-10}		8.78917×10^{-6}	2.00980×10^{-10}		8.77337×10^{-6}	1.98465×10^{-10}	

第 5 章 罗列环境的使用

5.1 普通罗列环境

- 大漠孤烟直
- 长河落日圆

1. 从散射理论出发。
2. 从将共振态视为复哈密顿量本征值出发。
3. 从共振态与呈指数衰减的波函数有关的观点出发（含时理论）。

5.2 进阶罗列环境

势形共振 势形共振是指隧穿势垒的共振，通常特指发生在单个通道。势能曲线有两个极点：一个极小点（平衡点），一个极大点（势垒）。形成这个势垒的原因有多种。例如，高分波离心势项 $\frac{\hbar\ell(\ell+1)}{2\mu R^2}$ 会使有效势 $V_{\text{eff}}(R, \ell)$ 在较大核间距处出现一个离心势垒。

Feshbach 共振 Feshbach 共振又称成为 Fano 共振，或者 Fano-Feshbach 共振，是以物理学家 H. Feshbach 和 U. Fano 的名字命名^[3-5]，但是 E. Majorana 才是第一个观测到这种现象的人^[6]。

第 6 章 总结与展望

参考文献

- [1] NICOLAIDES C A, GOTSIS H, CHRYSOS M, et al. Resonances and exterior complex scaling[J]. Chemical Physics Letters, 1990, 168(6): 570-574.
- [2] CONNOR J, SMITH A. Quantum complex rotation and uniform semiclassical calculations of complex energy eigenvalues[J]. The Journal of Chemical Physics, 1983, 78(10): 6161-6172.
- [3] FESHBACH H. Unified theory of nuclear reactions[J]. Annals of Physics, 1958, 5(4): 357-390.
- [4] FANO U. Effects of Configuration Interaction on Intensities and Phase Shifts[J]. Physical Review, 1961, 124: 1866-1878.
- [5] CHIN C, GRIMM R, JULIENNE P, et al. Feshbach resonances in ultracold gases [J]. Reviews of Modern Physics, 2010, 82(2): 1225-1286.
- [6] VITTORINI-ORGEAS A, BIANCONI A. From Majorana Theory of Atomic Autoionization to Feshbach Resonances in High Temperature Superconductors[J]. Journal of Superconductivity and Novel Magnetism, 2009, 22(3): 215-221.

附录 A 附录

这里是附录。

致谢

致谢

致谢通常控制在一页以内。

杨玉坤

二〇二二年三月十九日

攻读博士学位期间研究成果

第一作者发表论文

- [1] **Y. K. Yang** and S. B. Zhang, “XXX XXX XXX” *XXX*, 11, 11111 (2022).
- [2] **Y. K. Yang** and S. B. Zhang, “XXX XXX XXX” *XXX*, 11, 11111 (2021).
- [3] **Y. K. Yang** and S. B. Zhang, “XXX XXX XXX” *XXX*, 11, 11111 (2020).
- [4] **Y. K. Yang** and S. B. Zhang, “XXX XXX XXX” *XXX*, 11, 11111 (2019).

获奖情况

- [1] 2021 年 12 月, 陕西师范大学博士一等积奖学金
- [2] 2020 年 12 月, 陕西师范大学博士二等积奖学金
- [3] 2019 年 12 月, 陕西师范大学博士一等积奖学金
- [4] 2019 年 08 月, 第二十届全国原子与分子物理学术会议优秀海报奖

参与学术会议情况

- [1] 2021 年 09 月 24 日——2021 年 09 月 27 日
第二十一届全国原子与分子物理学术会议·大连 口头报告 & 墙报报告
- [2] 2019 年 08 月 16 日——2019 年 08 月 20 日
第二十届全国原子与分子物理学术会议·洛阳 墙报报告
- [3] 2019 年 07 月 07 日——2019 年 07 月 12 日
2019 年清华大学低维量子物理国家重点实验室暑期学校·北京
- [4]