

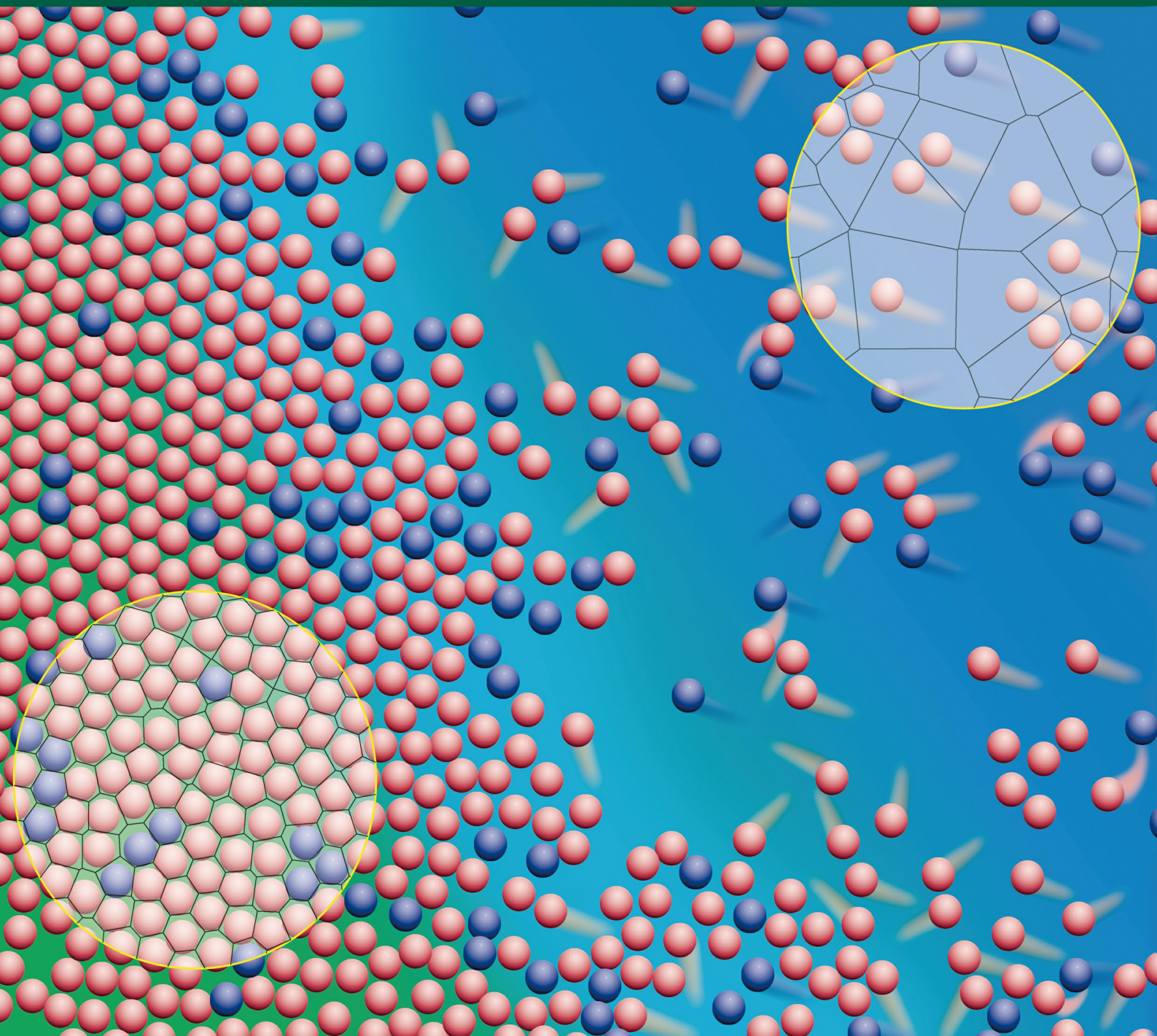
# 物理学报

Acta Physica Sinica

# 19

2023 Vol.72

ISSN 1000-3290



中国物理学会 | 中国科学院物理研究所

Chinese Physical Society | Institute of Physics, Chinese Academy of Sciences

万方数据

# 物 理 学 报

第 72 卷 第 19 期 2023 年 10 月 5 日

## 目 次

### 专题: 阿秒物理

- 193201 高电荷态离子阿秒激光光谱研究展望 ..... 张大成 葛韩星 巴雨璐 汶伟强 张怡 陈冬阳 汪寒冰 马新文  
198701 费曼路径积分强场动力学计算方法 ... 刘希望 张宏丹 贲帅 杨士栋 任鑫 宋晓红 杨玮枫

### 综述

- 193301 强场原子电离响应时间的研究进展 ..... 车佳殷 陈超 李卫艳 李维 陈彦军

### 总论

- 190501 低惯性与高惯性活性粒子混合体系中的相分离现象 ..... 王晶 焦阳 田文得 陈康  
190502 一个具有共存吸引子的四阶混沌系统动力学分析及 FPGA 实现 ..... 全旭 邱达 孙智鹏 张贵重 刘嵩  
190701 4 K 大冷量 GM 型脉冲管制冷机 ..... 刘旭明 潘长钊 张宇 廖奕 郭伟杰 俞大鹏  
190702 50 mK 多级绝热去磁制冷机的实验研究 ..... 李珂 王亚男 刘萍 禹芳秋 戴巍 沈俊

### 核物理学

- 192501 低横动量  $\Upsilon(1S)$  介子在强子气体中的分布 ..... 丁慧强 戴婷婷 程鸾 张卫宁 王恩科

### 原子和分子物理学

- 193202 椭偏激光场中原子次序双电离的离子动量分布 ..... 廖健颖 贺佟佟 苏杰 刘子超 李盈宾 余本海 黄诚  
193203 镱原子自电离态的共振电离谱 ..... 张钧尧 熊静逸 魏少强 李云飞 卢肖勇

### 电磁学、光学、声学、传热学、经典力学和流体动力学

- 194101 基于序列二次规划算法的超小尺寸微纳波长分束器的逆向设计 ..... 李家祥 王慧琴 徐和庆 张华 冯艳 董美彤  
194201 准分子激光器预电离过程影响分析 ..... 王倩 范元媛 赵江山 刘斌 亓岩 颜博霞 王延伟 周密 韩哲 崔惠绒  
194202 神光 II 升级激光装置基频输出能力提升 ..... 谢静 王利 刘崇 张艳丽 刘强 汪涛 柴志豪 夏志强 杨琳 张攀政 朱宝强  
194701 密度扰动的类 Richtmyer-Meshkov 不稳定性增长及其与无扰动界面耦合的数值模拟 ..... 孙贝贝 叶文华 张维岩  
194702 基于分形理论的亚毫米间隙正负极性流注放电特性 ... 邵茁凯 孙志 刘坤 王宸 周盈旭 孙伟峰  
194703 具有传质传热及扩散效应的双气泡的相互作用 ..... 乌日乐格 那仁满都拉

### 气体、等离子体和放电物理

- 195201 He/Ar/Kr 光泵稀有气体激光介质中的 Ar-Kr 共振能量转移 ... 沈元毅 雷鹏 王新兵 左都罗  
195202 静态气压下平行轨道加速器电流分布与等离子体速度特性 ... 刘帅 徐涛 刘康琪 张永鹏 杨兰均

195203 针对微尺寸 X 射线源的非相干全息层析成像.....  
..... 陈纪辉 王峰 理玉龙 张兴 姚科 关赞洋 刘祥明

### 凝聚物质: 结构、力学和热学性质

196101 斜切蓝宝石衬底上 GaN 薄膜的位错降低机制 .....  
..... 徐爽 许晟瑞 王心颖 卢灏 刘旭 贡博祥 张雅超 张涛 张进成 郝跃  
196102 S 型异质结 MoSi<sub>2</sub>N<sub>4</sub>/GeC 电子及光学特性的第一性原理研究.....  
..... 赵娜娜 王佳敏 袁志浩 崔真 任聪聪  
196801 表面活性剂液滴过渡沸腾的 Marangoni 效应与二次液滴形成 .....  
..... 唐修行 陈泓樾 王婧婧 王志军 臧渡洋

### 凝聚物质: 电子结构、电学、磁学和光学性质

197101 非金属原子掺杂扶手椅型碳纳米管的磁电子性质及调控.....  
..... 韩佳凝 黄俊铭 曹胜果 李占海 张振华  
197102 外尔半金属调制的范德瓦耳斯声子极化激元色散性质 .....  
..... 顾梓恒 臧强 郑改革  
197103 自由层磁性交换偏置效应调控隧穿磁电阻磁传感单元性能 .....  
..... 丰家峰 陈星 魏红祥 陈鹏 兰贵彬 刘要稳 郭经红 黄辉 韩秀峰  
197201 光电协同调控下 HfO<sub>x</sub> 基阻变存储器的阻变特性 .....  
..... 王英 黄慧香 黄香林 郭婷婷  
197301 二维对六苯分子团簇中相干激发能量转移过程研究 .....  
..... 方德音 范旭阳 卫岸 王鹿霞  
197302 扭转单壁碳纳米管的第一性原理研究 .....  
..... 丁怡 盛雷梅

### 物理学交叉学科及有关科学技术领域

198201 反应扩散系统中交叉扩散引发的图灵斑图之间的转变 ... 孟星柔 刘若琪 贺亚峰 邓腾坤 刘富成  
198501 AlGa<sub>N</sub>/Ga<sub>N</sub> 肖特基二极管阳极后退火界面态修复技术 ... 武鹏 李若晗 张涛 张进成 郝跃  
198502 InP 衬底上的双载流子倍增雪崩光电二极管结构设计 .....  
..... 赵华良 彭红玲 周旭彦 张建心 牛博文 尚肖 王天财 曹澎  
198503 Cu 掺杂 β-Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 薄膜的制备及紫外探测性能 .....  
..... 刘玮 冯秋菊 宜子琪 俞琛 王硕 王彦明 隋雪 梁红伟  
198504 基于反铁磁的无外场辅助自旋轨道矩磁隧道结模型分析 .....  
..... 王可欣 栗傑 童良乐

### 地球物理学、天文学和天体物理学

199501 HADAR 实验对 Fermi-LAT 伽马射线源观测的预期研究 .....  
..... 孙惠英 钱祥利 陈天禄 单增罗布 冯有亮 高启 苟全补 郭义庆 胡红波  
康明铭 厉海金 刘成 刘茂元 刘伟 乔冰强 王旭 王振 辛广广 姚玉华 袁强 张毅

文章图片的彩色效果详见网刊



扫码阅读  
电子版

# ACTA PHYSICA SINICA

Vol. 72, No. 19, October 5, 2023

## CONTENTS

### SPECIAL TOPIC—Attosecond physics

- 193201 Prospect for attosecond laser spectra of highly charged ions  
*Zhang Da-Cheng Ge Han-Xing Ba Yu-Lu Wen Wei-Qiang Zhang Yi Chen Dong-Yang  
Wang Han-Bing Ma Xin-Wen*
- 198701 Feynman path-integral strong-field dynamics calculation method  
*Liu Xi-Wang Zhang Hong-Dan Ben Shuai Yang Shi-Dong Ren Xin Song Xiao-Hong  
Yang Wei-Feng*

### REVIEW

- 193301 Advances in response time of strong-field ionization of atoms  
*Che Jia-Yin Chen Chao Li Wei-Yan Li Wei Chen Yan-Jun*

### GENERAL

- 190501 Phase separation phenomenon in mixed system composed of low- and high-inertia active particles  
*Wang Jing Jiao Yang Tian Wen-De Chen Kang*
- 190502 Dynamic analysis and FPGA implementation of a fourth-order chaotic system with coexisting attractor  
*Quan Xu Qiu Da Sun Zhi-Peng Zhang Gui-Zhong Liu Song*
- 190701 4 K GM-type pulse tube cryocooler with large cooling capacity  
*Liu Xu-Ming Pan Chang-Zhao Zhang Yu Liao Yi Guo Wei-Jie Yu Da-Peng*
- 190702 Experimental research on a 50 mK multi-stage adiabatic demagnetization refrigerator  
*Li Ke Wang Ya-Nan Liu Ping Yu Fang-Qiu Dai Wei Shen Jun*

### NUCLEAR PHYSICS

- 192501 Distribution of low- $p_T$   $\Upsilon(1S)$  in hadron gas  
*Ding Hui-Qiang Dai Ting-Ting Cheng Luan Zhang Wei-Ning Wang En-Ke*

### ATOMIC AND MOLECULAR PHYSICS

- 193202 Ion momentum distributions from sequential double ionization of Ar in elliptically polarized laser fields  
*Liao Jian-Ying He Tong-Tong Su Jie Liu Zi-Chao Li Ying-Bin Yu Ben-Hai  
Huang Cheng*
- 193203 Resonance ionization spectrum of autoionization states of lutetium atom  
*Zhang Jun-Yao Xiong Jing-Yi Wei Shao-Qiang Li Yun-Fei Lu Xiao-Yong*

### ELECTROMAGNETISM, OPTICS, ACOUSTICS, HEAT TRANSFER, CLASSICAL MECHANICS, AND FLUID DYNAMICS

- 194101 Reverse design of ultracompact micro-nano wavelength beam splitter based on quadratic programming algorithm  
*Li Jia-Xiang Wang Hui-Qin Xu He-Qing Zhang Hua Feng Yan Dong Mei-Tong*
- 194201 Analysis of preionization effect of excimer laser  
*Wang Qian Fan Yuan-Yuan Zhao Jiang-Shan Liu Bin Qi Yan Yan Bo-Xia  
Wang Yan-Wei Zhou Mi Han Zhe Cui Hui-Rong*

(Continued)

- 194202 Improvement of fundamental frequency performance of SGII-UP laser facility  
*Xie Jing Wang Li Liu Chong Zhang Yan-Li Liu Qiang Wang Tao Chai Zhi-Hao  
 Xia Zhi-Qiang Yang Lin Zhang Pan-Zheng Zhu Bao-Qiang*
- 194701 Numerical simulation study on growth of Richtmyer-Meshkov-like instability of density perturbation and its coupling with unperturbed interfaces  
*Sun Bei-Bei Ye Wen-Hua Zhang Wei-Yan*
- 194702 Discharge characteristics of positive and negative polarity streamers with submillimeter gap based on fractal theory  
*Shao Zhuo-Kai Sun Zhi Liu Kun Wang Chen Zhou Ying-Xu Sun Wei-Feng*
- 194703 Interaction of two bubbles with mass transfer heat transfer and diffusion effects  
*Wurilege Naranmandula*

#### PHYSICS OF GASES, PLASMAS, AND ELECTRIC DISCHARGES

- 195201 Ar-Kr resonance energy transfer in He/Ar/Kr optically pumped rare gas laser medium  
*Shen Yuan-Yi Lei Peng Wang Xin-Bing Zuo Du-Luo*
- 195202 Current distribution and plasma velocity characteristics of parallel-plate accelerator under static pressure  
*Liu Shuai Xu Tao Liu Kang-Qi Zhang Yong-Peng Yang Lan-Jun*
- 195203 Tomographic incoherent holography for microscale X-ray source  
*Chen Ji-Hui Wang Feng Li Yu-Long Zhang Xing Yao Ke Guan Zan-Yang Liu Xiang-Ming*

#### CONDENSED MATTER: STRUCTURAL, MECHANICAL, AND THERMAL PROPERTIES

- 196101 Dislocation reduction mechanism of GaN films on vicinal sapphire substrates  
*Xu Shuang Xu Sheng-Rui Wang Xin-Hao Lu Hao Liu Xu Yun Bo-Xiang Zhang Ya-Chao  
 Zhang Tao Zhang Jin-Cheng Hao Yue*
- 196102 First principles study of electronic and optical properties of S-type heterostructures MoSi<sub>2</sub>N<sub>4</sub>/GeC  
*Zhao Na-Na Wang Jia-Min Yuan Zhi-Hao Cui Zhen Ren Cong-Cong*
- 196801 Marangoni effect of surfactant droplet in transition boiling and formation of secondary droplet  
*Tang Xiu-Xing Chen Hong-Yue Wang Jing-Jing Wang Zhi-Jun Zang Du-Yang*

#### CONDENSED MATTER: ELECTRONIC STRUCTURE, ELECTRICAL, MAGNETIC, AND OPTICAL PROPERTIES

- 197101 Magneto-electronic property and strain regulation for non-metal atom doped armchair arsenene nanotubes  
*Han Jia-Ning Huang Jun-Ming Cao Sheng-Guo Li Zhan-Hai Zhang Zhen-Hua*
- 197102 Dispersion properties of van der Waals phonon polaritons modulated by Weyl semimetals  
*Gu Zi-Heng Zang Qiang Zheng Gai-Ge*
- 197103 Key performance of tunneling magnetoresistance sensing unit modulated by exchange bias of free layer  
*Feng Jia-Feng Chen Xing Wei Hong-Xiang Chen Peng Lan Gui-Bin Liu Yao-Wen  
 Guo Jing-Hong Huang Hui Han Xiu-Feng*
- 197201 Resistive switching characteristics of HfO<sub>x</sub>-based resistance random access memory under photoelectric synergistic regulation  
*Wang Ying Huang Hui-Xiang Huang Xiang-Lin Guo Ting-Ting*
- 197301 Coherent excitation energy transfer processes in two-dimensional para-sexiphenyl molecular clusters  
*Fang De-Yin Fan Xu-Yang Wei An Wang Lu-Xia*
- 197302 First-principles study of torsional single-walled carbon nanotubes  
*Ding Yi Sheng Lei-Mei*

(Continued)

## INTERDISCIPLINARY PHYSICS AND RELATED AREAS OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

- 198201 Cross-diffusion-induced transitions between Turing patterns in reaction-diffusion systems  
*Meng Xing-Rou Liu Ruo-Qi He Ya-Feng Deng Teng-Kun Liu Fu-Cheng*
- 198501 Interface-state suppression of AlGa<sub>N</sub>/Ga<sub>N</sub> Schottky barrier diodes with post-anode-annealing treatment  
*Wu Peng Li Ruo-Han Zhang Tao Zhang Jin-Cheng Hao Yue*
- 198502 Structural design of dual carrier multiplication avalanche photodiodes on InP substrate  
*Zhao Hua-Liang Peng Hong-Ling Zhou Xu-Yan Zhang Jian-Xin Niu Bo-Wen Shang Xiao Wang Tian-Cai Cao Peng*
- 198503 Preparation and ultraviolet detection performance of Cu doped  $\beta$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> thin films  
*Liu Wei Feng Qiu-Ju Yi Zi-Qi Yu Chen Wang Shuo Wang Yan-Ming Sui Xue Liang Hong-Wei*
- 198504 Analysis of spin-orbit torque magnetic tunnel junction model without external magnetic field assistance based on antiferromagnetism  
*Wang Ke-Xin Su Li Tong Liang-Le*

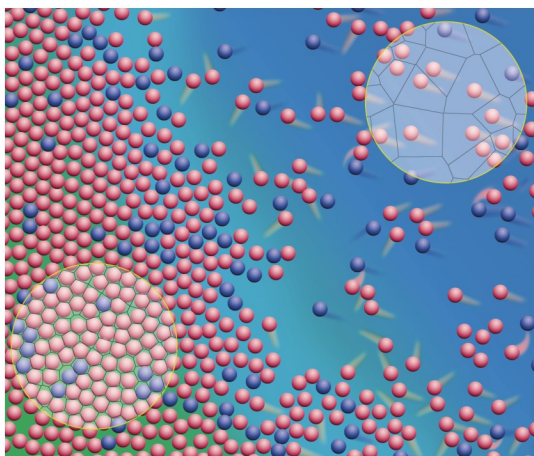
## GEOPHYSICS, ASTRONOMY, AND ASTROPHYSICS

- 199501 Expectation on observations of Fermi-LAT gamma-ray sources using the HADAR experiment  
*Sun Hui-Ying Qian Xiang-Li Chen Tian-Lu Danzengluobu Feng You-Liang Gao Qi Gou Quan-Bu Guo Yi-Qing Hu Hong-Bo Kang Ming-Ming Li Hai-Jin Liu Cheng Liu Mao-Yuan Liu Wei Qiao Bing-Qiang Wang Xu Wang Zhen Xin Guang-Guang Yao Yu-Hua Yuan Qiang Zhang Yi*

Color figures can be viewed in the online issue.



Online issue



### 封面文章

低惯性与高惯性活性粒子混合体系中的相分离现象

王晶, 焦阳, 田文得, 陈康

物理学报, 2023, 72: 190501

Phase separation phenomenon in mixed system composed of low- and high-inertia active particles

Wang Jing, Jiao Yang, Tian Wen-De, Chen Kang

*Acta Phys. Sin.*, 2023, 72: 190501

在中等密度下, 在大量低惯性粒子与少量高惯性粒子组成的混合体系中, 由于受到高惯性粒子的撞击, 低惯性粒子的速度增加, 这有利于粒子的聚集, 从而发生相分离。

## 公 告

为实现录用稿件的提前在线全文出版, 本刊采用单篇论文给定编码的目录方案, 编码的设定规则是: 期号 + 文章第一个 PACS 代码的前两位数字 + 序号 (按同一类代码文章录用时间的先后排序)。

《物理学报》已加入“中国知网”优先数字出版, 录用文章将先于印刷版期刊在中国知网 [www.cnki.net](http://www.cnki.net) 在线优先发布, 如果作者不愿优先出版可在版权协议里补充说明, 如无补充说明, 编辑部将视为同意授权。

《物理学报》编辑部

物 理 学 报 (WULI XUEBAO)

(半月刊, 1933 年创刊)

2023 年 10 月 5 日 第 72 卷 第 19 期

版 权 所 有

ACTA PHYSICA SINICA

(Semimonthly, First Published in 1933)

Vol. 72 No. 19 October 5, 2023

© 2023 Chinese Physical Society

编辑出版 《物理学报》编辑部  
(北京 603 信箱 邮政编码 100190)

主 编 高鸿钧

主 管 中 国 科 学 院

主 办 中 国 物 理 学 会

中国科学院物理研究所

(北京 603 信箱 邮政编码 100190)

印刷装订 北京科信印刷有限公司

总发行处 北京报刊发行局

订购处 全国各邮电局

国外总发行处 中国国际图书贸易总公司

(北京 399 信箱 邮政编码 100044)

Edited by the Editorial Office of  
ACTA PHYSICA SINICA

Editor-in-Chief: Gao Hong-Jun

Published by Chinese Physical Society  
and Institute of Physics,

Chinese Academy of Sciences

Distributed by China International  
Book Trading Corporation

P.O. Box 399, Beijing 100044, China

Editorial Office:

P.O. Box 603, Beijing 100190, China

E-mail: [apsoffice@iphy.ac.cn](mailto:apsoffice@iphy.ac.cn)

<http://wulixb.iphy.ac.cn>

ISSN 1000-3290

CN 11-1958/O4

国内邮发代号: 2-425

国外发行代号: M52 定价: 120 元

公 开 发 行

