

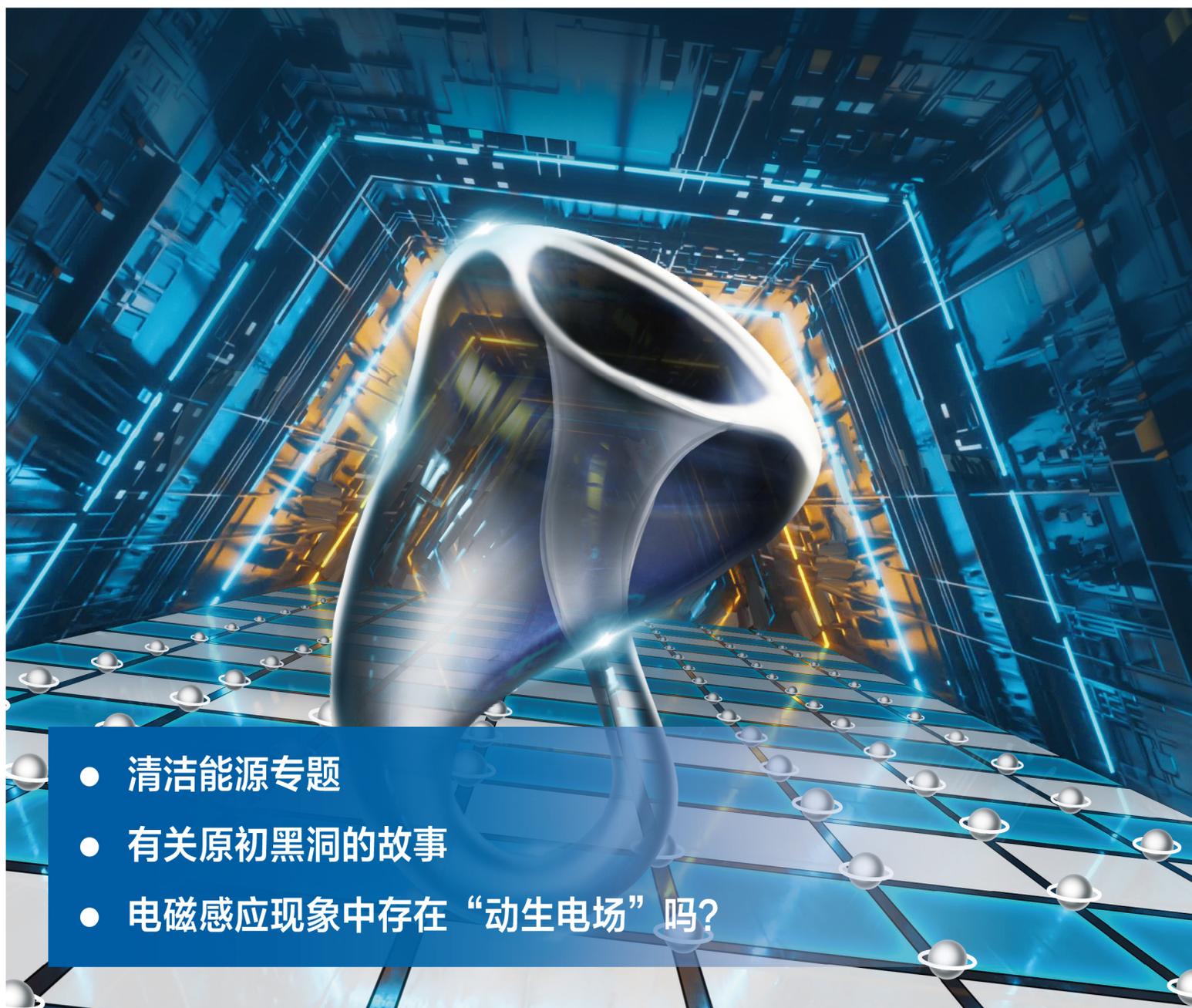
# PHYSICS

ISSN 0379-4148

CN 11-1957/O4

# 物理

第 51 卷 第 6 期 2022



- 清洁能源专题
- 有关原初黑洞的故事
- 电磁感应现象中存在“动生电场”吗？



中国物理学会 主办  
中国科学院物理研究所

# 物理

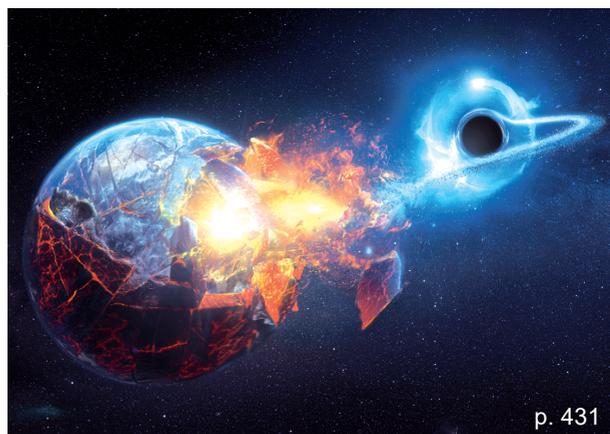
(WULI)

月刊 · 1972年创刊  
出版日期 2022年6月12日  
2022年第51卷第6期

国家科技部“中国科技论文统计源期刊”  
(中国科技核心期刊)  
国家自然科学基金委员会数理学部资助  
中国科协精品科技期刊工程资助

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  
协 办 国家自然科学基金委员会数理科学部  
中国工程物理研究院  
主 编 朱邦芬  
副主编 杜江峰 胡江平 欧阳颀  
孙昌璞 张双南  
主 任 王海霞  
出 版 《物理》编辑部  
地 址 北京市中关村南三街8号中科院物理所  
邮 编 100190  
电 话 010-82649029, 82649277  
广告业务 010-82649277  
Email: physics@iphy.ac.cn  
Http: www.wuli.ac.cn

印刷装订 北京科信印刷有限公司  
国内统一刊号 CN11-1957/O4  
国内邮发代号 2-805  
国内定价 20.00元  
总 发 行 北京报刊发行局  
订 购 处 全国各地邮局  
国际标准刊号 ISSN0379-4148  
国外代号 M51  
国外总发行 中国国际图书贸易总公司  
(北京399信箱 100044)  
广告发布登记文号 京海工商广登字  
20170113号  
©2022版权所有



p. 431

## 清洁能源专题

### 373 一代材料，一代电池：正极材料研究 推动锂离子动力电池的升级换代

黄留斌 武怿达 朱永明 黄学杰

A generation of materials, a generation  
of batteries: cathode materials can  
upgrade lithium-ion power batteries  
BEN Liu-Bin WU Yi-Da ZHU Yong-Ming  
HUANG Xue-Jie

### 384 锂电池中的计算物理学

任元 罗亚桥 施思齐

Computational physics in lithium  
batteries  
REN Yuan LUO Ya-Qiao SHI Si-Qi

### 397 压缩空气储能——让电能穿越时空

刘畅 徐玉杰 陈海生

Compressed air energy storage enables  
electricity to travel through time and  
space  
LIU Chang XU Yu-Jie CHEN Hai-Sheng

### 405 铜锌锡硫硒薄膜太阳能电池

尹康 李冬梅 孟庆波

Copper-zinc-tin-sulfur-selenium thin film  
solar cells  
YIN Kang LI Dong-Mei MENG Qing-Bo

## 漫话麦克斯韦方程组

- 413** 电磁感应现象中存在“动生电场”吗?  
陈昊 沙威 戴希

## 物理学史钩沉

- 422** 黑体辐射公式的多种推导及其在近代物理构建中的意义(VIII)  
曹则贤  
Derivations of black-body radiation formula and their implication to the formulation of modern physics  
CAO Ze-Xian

## 研究快讯

- 428** 对称性投影表示导致的布里渊克莱因瓶  
陈至奕 杨声远 赵宇心



## 物理撷英

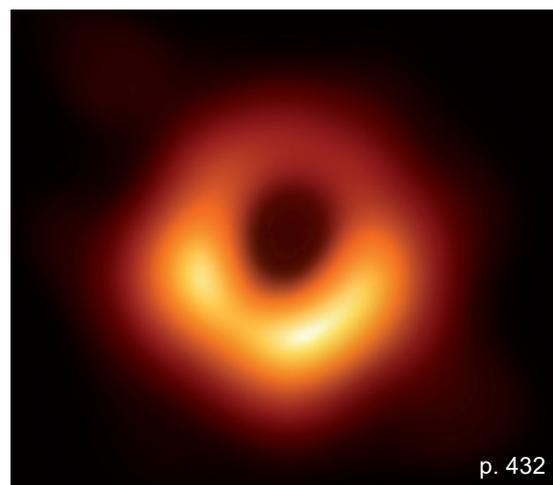
- 431** 有关原初黑洞的故事  
Concerning primordial black holes  
邓舒夏 苟利军 译

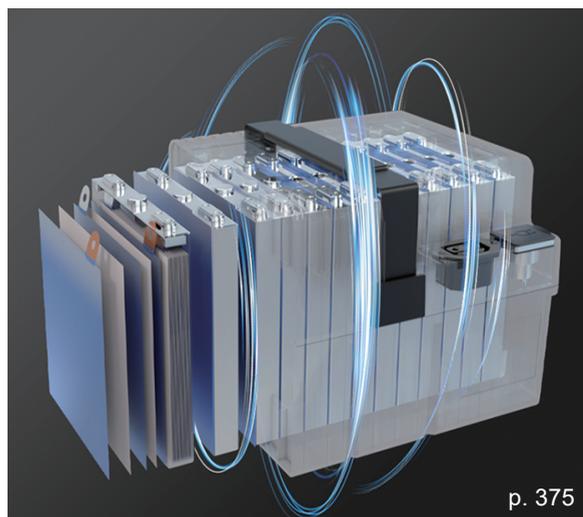
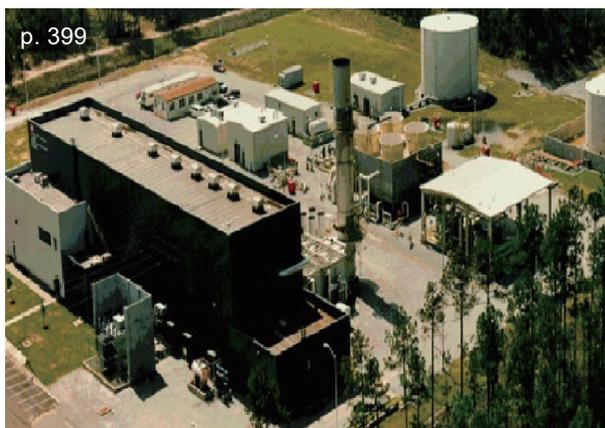
## 物理学漫谈

- 433** 第三代半导体的自画像  
陆敏

## 物理思想进课堂

- 439** 理解物理图像, 善用类比思想  
强艳 陈征





## 读者和编者

- 383** 《物理》有奖征集封面素材  
**441** 悟理小言:安德森的电子物理学士学位

## 招生招聘

- 442** 南京大学物理学院诚聘海内外优秀人才  
半导体超晶格国家重点实验室诚聘英才  
中科院物理所 2022 年面向全球高薪诚聘  
岗位博士后研究人员

## 广告

Zurich Instruments(封二) 北京飞斯科科技有限公司(封三) 北京鼎信优威光子科技有限公司(封底) 费勉仪器科技(上海)有限公司(插1) Stanford Research Systems(插2) 埃地沃兹贸易(上海)有限公司(插3) CAEN Electronic Instrumentation(第 421、441 页) 大连齐维科技发展有限公司(第 430 页) 北京欧普特科技有限公司(第 438 页) 北京飞斯科科技有限公司(第 444 页)



**封面故事** 布里渊区是凝聚态物理中最基本的概念。其在拓扑的意义上等价于一个类似甜甜圈的环面，这个特点在很多物理现象中都起着决定性的作用。比如在拓扑物态的研究中，我们现今所发现的各种拓扑相本质上是定义在这个环面布里渊区舞台上的一些奇异结构。可以想象，假如这个舞台被改变，那么上面所产生的物理现象也一定会有翻天覆地的变化。近期，南京大学赵宇心研究组和新加坡科技与设计大学杨声远合作发现，当晶格中存在规范场时，晶体对称性的投影表示会导致基本的布里渊区单元发生根本性的变化，从环面变为克莱因瓶。这彻底改变了相应物理系统的拓扑相分类，产生了一种奇特的克莱因瓶绝缘体。这一发现刷新了我们对于布里渊区这一基本概念的认识，打开了通往一个崭新物理世界的通道。该工作发表于 *Nature Communications*, 2022, 13: 2215。