

# 物理学一级学科博士研究生培养方案

(专业代码：0702)

## 一、学科简介

### 1. 学科内涵

物理学科是研究物质的结构、相互作用、运动规律及其实际应用的一门基础学科。它不仅是自然科学的基础，而且还是科学技术的主要源泉。在物理学的研究过程中形成和发展起来的力、热、电、磁、光、时间、空间、能量、原子、原子核、基本粒子及物质结构等基本概念，经典物理学及相对论、量子力学等基本理论，时间、空间、能量等物理量的基本实验手段和精密测量方法，构成了物理学的理论与知识基础及研究方法。

### 2. 学科概况

哈尔滨师范大学物理学科建设，始终坚持党的教育方针，落实立德树人根本任务，锚定国内一流学科标准，以师资队伍建设为“长度”，人才培养为“宽度”，科学研究为“高度”。物理学科聚焦物理学国际前沿和国家地方重大战略需求，服务地方经济主战场，围绕物理学、材料科学等领域开展基础和应用基础研究，始终以培养信念执着、基础扎实、实践能力强、富有创新精神的一流物理学人才为目标。哈尔滨师范大学物理学科是黑龙江省属高校物理学科唯一重点学科，凝聚态物理学科入选省级领军人才梯队“535工程”第二层次培养对象，是黑龙江省内高校中唯一入选的物理学二级学科，凝聚态物理团队是黑龙江省教育厅首批科技创新团队。物理学一级博士学位授权点于2018年获批建设；2019年物理学专业获批“双万工程”国家首批一流本科专业建设点。学科现有专任教师67人，其中教授24人，副教授14人，博士生导师15人，硕士生导师33人，具有博士学位的教师52人，博士后4人。拥有国家级优秀中青年专家1人、教育部新世纪优秀人才1人，龙江学者1人，省杰出青年基金获得者3人，省级名师2人，省模范教师2人，享受国务院政府特殊津贴2人、省政府特殊津贴1人。学科拥有优异的科研平台，包括哈师大唯一一个教育部重点实验室——光电带隙材料教育部重点实验室，2个黑龙江省重点实验室——先进功能材料与激发态、低维体系与介观物理黑龙江省重点实验室以及1个黑龙江省实验教学示范中心。光电带隙材料教育部重点实验室于2019年以良好成绩顺利通过教育部评估。以物理学科作为主要支撑的相关交叉学科进步突出，其中材料科学学科，化学学科分别于2018年、2019年进入ESI前1%排名，近年来名次稳中有升，材料科学与工程学科进入“2021软科世界一流学科排名”，以物理学科作为支撑的工程科学学科ESI前1%接近度已达到63.88%。充分发挥物理理论对实验科学的前瞻性和指导性的作用，注重与化学、材料科学、工程科学交叉融合，致力于物理学在功能材料与器件、高效清洁能源及存储、光电子材料与器件等热门领域的基础与应用基础研究。将学科方向逐步凝练为功能材料理论研究及应用、新能源材料与器件、新型光电材料与器件三个主要研究方向，形成了特色鲜明的科研体系。近年来，学院教师荣获省部级科学

技术奖一、二、三等奖共 8 项；特别是近五年来，承担各类项目 72 项，其中国家级科研项目 24 项，省部级科研项目 27 项；发表 SCI 收录论文 600 余篇，ESI 高被引论文 38 篇，热点论文 8 篇，中科院二区以上 SCI 论文 450 篇，一些标志性的科研成果相继发表在物理学顶级期刊《Physics Review Letters》、材料学顶级期刊《Advanced Materials》和 Nature 子刊《Nature Communications》上，实现了我校在上述国际顶级期刊零的突破。

### 3. 学科范围

(1) 凝聚态物理：该学科方向依托光电带隙材料教育部重点实验室，围绕超薄二维纳米材料设计、合成、性质优化及器件制作这一主线，在清洁能源材料物理机制、绿色污染处理技术以及高效能量转换和存储等国际前沿领域开展研究。

(2) 光学：该学科方向研究光场与物质相互作用的新物理、新效应和新应用等关键科学问题。着重研究光子晶体、表面等离激元、光学微腔、超材料与超表面等纳微结构调控光场的产生、传输与操控等。

(3) 理论物理：该学科方向围绕低维纳米材料结构、性质及应用等关键科学问题开展研究，解释实验中观察到的现象。系统探索光电带隙材料的微观结构、电子结构、磁学性质、电子输运性质及界面性能。

(4) 原子与分子物理：该学科方向致力于介观体系原子分子与光谱设计研究工作，着重探索白光 LED 用荧光粉材料的原子分子设计和发光性质研究，以及纳米材料中稀土离子类原子光谱在光学温度传感材料领域的应用。

## 二、培养目标

培养具有良好综合素质和较强开拓创新能力的物理学高级专门人才，能够胜任高等院校、科研机构和相应的产业部门教学、科研、高新技术开发及管理工作。学位获得者应掌握坚实宽广的基本理论和系统深入的专业知识，熟练运用先进实验方法与技术，了解物理的研究前沿与动态；具有良好的科学素养和独立从事物理科学研究、教学或担负专业技术工作的能力；熟练掌握一门外国语，熟练运用计算机与现代信息工具。

## 三、质量标准

### 1. 获取知识能力

对物理学科相关领域的学术研究前沿动态把握比较准确，有能力获得在物理学学科任一研究领域开展工作所需的专业知识和先进的研究方法，并能够透彻理解和灵活应用。

### 2. 学术鉴别能力

博士研究生应具备通过文献阅读对“研究问题、研究过程、已有成果”等进行准确的价值判断，有意识地考虑文献的全面性和系统性。

### 3. 科学研究能力

能够发现并提出有价值的科学问题，针对问题能够独立设计合理的研究方案。对所取得的数据能够进行恰当的处理和分析并形成结论。将所取得的研究成果发表。

#### 4. 学术创新能力

博士生应具备在所从事的研究领域内开展创新性思考、创新性研究和取得创新性学术成果的能力。积极开展具有原始创新意义的探索性研究工作。

#### 5. 学术交流能力

博士生应具备在研讨班、国际和国内会议中熟练地进行学术交流、表达学术思想、展示学术成果的专业能力。

#### 6. 团队合作能力

应具有团队精神和与他人合作的能力。在学习过程中应有意识地培养自己尊重他人，与他人平等相处，相互信任、合作共事的能力。

### 四、学制与学分

1. 实行弹性学制（3~6年）。基本学制为3年，学习年限（含休学等中断学习的时间）最长不超过6年。研究生休学创业和应征参军按照《哈尔滨师范大学研究生学籍管理规定（试行）》规定执行。

2. 实行学分制，总学分不少于15学分，18学时/1学分。以推免生形式硕博连读攻读博士学位研究生需修满40学分。

### 五、培养方式

**1. 自主培养：**采取导师个人指导和导师组集体培养相结合的方式。博士生的培养实行博士生导师负责制。为有利于在博士生培养中博采众长，提倡对同一研究方向的博士生成立博士生培养指导小组，对培养中的重要环节和博士学位论文中的重要学术问题进行集体讨论。

**2. 联合培养：**有计划地聘请国内外专家来校授课，派出博士生到国内外相应的院校或科研单位进行学术交流、访学研究，互相承认学分。

### 六、培养环节

#### 1. 拟定个性培养计划

博士生入学一个月内，在博士生导师的指导下，依据本学科博士学位的基本要求，综合考量博士生自身的优势和特长，制定出个人培养计划。个人培养计划包括个人学习计划和个人研究计划，并由导师组审查通过后报研究生学院和所在培养单位备案。

#### 2. 课程学习

要在第一学年内全部完成。除规定的学习课程外，其余专业基础课和专业课，一般均以专题研讨为主。

#### 3. 文献阅读

要求博士生阅读不少于200篇国内外文献资料，其中近3-5年内的文献占50%左右，权威文献至少占30%以上。撰写文献综述、研究进展等方面的报告，并在组会上进行学术交流。

#### 4. 学位论文开题

通过阅读相关文献，在深入把握本研究领域现状和发展动态基础上，结合导师科研项目或前沿科学问题，确定研究课题，进行开题。

#### 5. 学位论文撰写

导师应依据本培养方案中“质量标准”的基本要求，指导博士生完成学位论文。导师组应全程指导和审查。

#### 6. 预答辩与盲审

博士生完成学位论文后，须在计划答辩前三个月进行预答辩，预答辩通过后方可参加论文外审。

#### 7. 学位论文答辩

学位论文外审通过后，可申请参加本学科组织的正式博士学位论文答辩。

### 七、课程设置

#### 1. 课程学习计划

依据博士研究生的研究方向，在博士研究生导师的指导下，博士研究生进行选课和阅读相关文献，书籍等，并制定详细个人学习计划。

#### 2. 课程设置

博士生课程分为必修课和选修课。必修课分为公共必修课和专业必修课；选修课为专业方向课。实行学分制总学分不少于 15 学分，各课程类别和学分要求具体如下：

##### (1) 公共必修课 (5 学分)

中国马克思主义与当代 (2 学分)，以专题讲座为主。

专业外语 (3 学分)，以专业文献的泛读、精读和论文写作为主。

##### (2) 专业必修课 ( $\geq 3$ 学分)

选修本学科专业必修课 1 门，3 学分。

##### (3) 选修课 ( $\geq 3$ 学分)

本学科按研究方向设置专业选修课 4 门，每位博士生可选修 1-2 门。其中科学道德与学风建设课程（含论文写作指导）为必选课。

##### (4) 补修课 (不计学分)

跨学科或同等学历的学生，需修读硕士阶段学位课 2 门，且成绩合格。

#### 3. 创新环节 (4 学分)

创新能力培养贯穿博士生培养全过程，共计 4 学分，由以下四项内容构成。

参加学术组会，且至少做两次学术研讨交流报告 (1 学分)。

至少参加国内外学术会议一次，并在分会场做学术报告 (1 学分)。

阅读相关研究领域中外文文献不少于 200 篇 (1 学分)。

发表一篇 SCI 三区及以上论文 (1 学分)。

创新环节考核情况计入《哈尔滨师范大学研究生创新环节考核表》，创新环节考核由本

人在研究生教育综合管理信息系统进行维护，按照培养方案要求申请记入学分，导师审核，最后由学院进行二分制审核，其学分不能用课程学分代替。

#### 4. 教学与考核

(1) 教学：授课方式以专题研讨为主。

(2) 课程考核：通过课堂讨论、课后研究报告、论文等多种形式进行考核。课程考核按百分制计算，所有课程 60 分及以上计为合格。

(3) 中期考核：中期考核在第三学期进行。考核内容包括思想品德、课程学习、文献阅读、科研能力。中期考核合格者，方允许进入开题及学位论文撰写阶段。对没有达到相关要求的，视情况给予补修、延迟毕业、退学等处理。具体按照《哈尔滨师范大学全日制研究生中期考核暂行规定》执行。

物理学一级学科博士研究生课程设置表

课程类别		课程编号	课程名称	学时	学分	开课学期	考核方式	备注
必修课	公共必修课	201DX002	第一外国语	54	3	1	考试	
		201DX001	中国马克思主义与当代	36	2	1	考试	
	专业必修课	216DX001	物理学前沿专题研讨	54	3	1	考查	
选修课		216DX201	论文写作指导 (科学道德与学风建设课程)	18	1	1	考查	必选
		216DX202	能源、光电材料与器件	36	2	1	考查	
		216DX203	半导体光学与晶体光学	36	2	1	考查	
		216DX204	纳米材料科学	36	2	1	考查	
		216DX205	原子与分子物理光谱学	36	2	1	考查	
补修课		216DX501	高等量子力学	54	0	1	考试	跨学科或同等学力考入

	216DX502	固体理论	54	0	1	考试	者需修读硕士阶段学位课2门为必修课
创新环节	216DX701	创新能力培养		4	在读期间		具体要求与考核参见“创新能力培养部分”

## 八、学位论文

### 1. 个人研究计划

博士研究生应在导师指导下，在第一学期完成个人研究计划的制定，确定研究方向及研究方案，并提交研究生院和所在培养单位备案。

### 2. 学位论文开题报告

博士学位论文开题时间一般安排在第三学期。开题报告会必须在本学科或相关学科范围内公开进行，由5~7名相关学科专家对开题报告进行论证。开题报告主要审查内容包括：课题研究意义、国内研究现状分析、研究目标、研究内容和研究基础、拟解决的关键问题；拟采取的研究方法、技术路线、试验方案；课题的创新性；计划进度、预期成果等。

### 3. 学位论文预答辩

博士生研究生学位论文预答辩应在计划答辩时间的前三个月进行。预答辩通过后，方可申请正式答辩。预答辩须在本学科领域内公开进行，由5-7名相关研究领域专家组成，其中校外专家至少1人，专家中博士生导师的比例不低于60%。

### 4. 学位论文基本要求

博士生学位论文是在导师指导下，独立完成的、系统、完整、有创造性的学术论文。论文应能反映出博士生已经掌握了本学科坚实宽广的基础理论和系统深入的专门知识，切具有独立从事科学研究工作的能力。学位论文应符合学术规范，其格式按学校有关规定执行。

### 5. 科学研究成果基本要求

博士生申请学位须达到《哈尔滨师范大学学位授予工作细则》中关于博士研究生在学期间公开发表学术论文的要求。同时满足物理与电子工程学院对博士研究生毕业成果要求的相关规定：

(1) 硕博连读博士毕业生需达到以下标准之一：

a. 在中科院大类分区“物理与天体物理”所收录期刊上以第一作者身份发表二区、三区论文各一篇。

b. 在除中科院大类分区“物理与天体物理”以外的其它分区所收录期刊上以第一作者身份发表一区（或影响因子 $\geq 7$ ）、二区论文各一篇。

(2) 通过考试录取的博士毕业生需达到以下标准之一：

a. 在中科院大类分区“物理与天体物理”所收录期刊上以第一作者身份发表三区论文两篇。

b. 在除中科院大类分区“物理与天体物理”以外的其它分区所收录期刊上以第一作者身份发表二区、三区论文各一篇。

(3) 博士研究生及其博士生导师的成果署名单位应为“哈尔滨师范大学物理与电子工程学院，光电带隙教育部重点实验室”，且必须为“唯一”署名单位。署名单位英文形式：Key Laboratory for Photonic and Electronic Bandgap Materials, Ministry of Education, and School of Physics and Electronic Engineering, Harbin Normal University, Harbin 150025, China。

## 6. 学位论文评审

在学期间达到学校规定的博士生发表论文的基本要求、预答辩通过，方可申请参加博士学位论文匿名评审，评审通过后方可申请学位论文答辩。

## 7. 学位论文答辩

学位论文答辩一般应学位评定分委员会组织，并聘请答辩委员会成员。答辩委员会应由5~9位（单数）教授或相当职称的专家组成，成员的半数以上应是博士生指导教师，其中至少有两位外单位专家。具体要求按照《哈尔滨师范大学学位授予工作细则》中相关规定执行。

## 九、毕业与学位授予

博士生在规定修业年限内完成培养方案规定的课程学习，考核成绩合格，获得规定学分，通过学位论文答辩，符合毕业资格，准予毕业。符合《中华人民共和国学位条例》的有关规定，达到学校学位授予标准，经校学位评定委员会审核，授予博士学位。具体办法详见《哈尔滨师范大学学位授予工作细则》。

## 十、阅读书目与期刊目录

阅读和考核要求：博士研究生每周需至少阅读与研究相关论文2篇，精读1篇；阅读相关书籍，每月学术组会至少做1篇论文的精读汇报。每学期提交一份文献综述。

序号	著作或期刊的名称	作者或出版者	备注
1	晶体光学	南京大学出版社	选读
2	半导体光学	中国人民大学出版社	选读
3	新能源材料基础与应用	科学出版社	选读
4	中国科学	中国科学院 国家自然科学基金委员会	选读
5	分子和辐射—近代分子光谱学导论	科学出版社	选读
6	科学通报	中国科学院 国家自然科学基金委员会	选读

序号	著作或期刊的名称	作者或出版者	备注
7	分子光谱与分子结构—双原子分子光谱	科学出版社	选读
8	纳米结构材料	科学出版社	选读
9	纳米结构材料科学基础	科学出版社	选读
10	高等激光物理学	高等教育出版社出版	选读
11	微纳光子学	P. N. Prasad, nanophotonics (John Wiley & Sons New Jersey,2004).	选读
12	量子光学	科学出版社	选读
13	光物理研究前沿系列	“十二五”国家重点图书出版规划项目	选读
14	科学前沿	上海科学技术文献出版社	选读
15	凝聚态物理学	科学出版社	选读
16	高等光学教程	科学出版社	选读
17	高等电磁理论	高等教育出版社	选读
18	Optics Express	Optical Society of America	
19	Nature	Springer Nature	选读
20	Science	American Association for the Advancement of Science	选读
21	Atomic and Molecular Spectroscopy: Basic Aspects and practical Applications	科学出版社	选读
22	Molecular Spectroscopy	科学出版社	选读
23	Journal of the American Chemical Society	American Chemical Society	选读
24	Journal of Material Chemistry	Royal Society of Chemistry	选读
25	Physical Review A	American Physical Society	选读
26	Physical Review B	American Physical Society	选读
27	Physical Review C	American Physical Society	选读
28	Physical Review D	American Physical Society	选读
29	Physical Review E	American Physical Society	选读
30	Physical Review X	American Physical Society	
31	Physical Review Letters	American Physical Society	选读
32	Applied Physics Letters	American Institute of Physics	选读
33	Physical Letters A	NETHERLANDS	选读



序号	著作或期刊的名称	作者或出版者	备注
34	Physical Letters B	NETHERLANDS	选读
35	Advanced Materials	Wiley Online Library	选读
36	Advanced Functional Materials	Wiley Online Library	选读
37	Nano Letters	American Chemical Society	选读
38	Journal of Applied Physics	American Institute of Physics	选读
39	Nature Photonics	Springer Nature	选读
40	Optics Letters	Optical Society of America	选读
41	Nanophotonics	Walter de Gruyter, GERMANY	选读
42	Nano-Micro Letters	Open Access Science Online, UNITED STATES	选读
43	Reviews of Modern Physics	American Physical Society	选读
44	Advances in Physics	Taylor & Francis	选读
45	Nature Physics	Springer Nature	选读
46	Annual Review of Condensed Matter Physics	Annual Reviews Inc.	选读
47	Physics Reports-Review Section of Physics Letters	Elsevier	选读
48	Advances in Optics and Photonics	The Optical Society	选读
49	Reports on Progress in Physics	Institute of Physics Publishing	选读
50	Applied Physics Reviews	American Institute of Physics	选读
51	Laser & Photonics Reviews	Wiley-Blackwell	选读
52	European Physical Journal C	Springer Nature	选读
53	Photonics Research	OSA Publishing	选读
54	Fortschritte Der Physik-Progress of Physics	Wiley-Blackwell	选读
55	Journal of Chemical Physics	American Institute of Physics	选读
56	European Physical Journal A	Springer Nature	选读
57	Journal of Physics D-Applied Physics	Institute of Physics Publishing	选读
58	Applied Physics Express	Japan Society of Applied Physics	选读
59	International Journal of Solids and Structures	Elsevier	选读

序号	著作或期刊的名称	作者或出版者	备注
60	Nature Reviews Materials	Springer Nature	选读
61	Nature Energy	Springer Nature	选读
62	Nature Materials	Springer Nature	选读
63	Nature Nanotechnology	Springer Nature	选读
64	半导体物理与器件	西安交通大学	选读
65	Advanced Energy Materials	Wiley Online Liabrary	选读
66	Adavaned Optical Materials	Wiley Online Liabrary	选读
67	Nano Energy	Elsevier	选读
68	Nanoscale	Royal society of chemistry	选读
69	Materials Horizons	Royal society of chemistry	选读
70	The Journal of Physical Chemistry Letters	ACS Publications	选读
71	ACS Applied Materials & Interfaces	ACS Publications	选读
72	ACS Photonics	ACS Publications	选读
73	ACS Energy Letters	ACS Publications	选读
74	Chemical Society Reviews	Royal society of chemistry	选读
75	Energy & Environmental Science	Royal society of chemistry	选读
76	Nanoscale Horizons	Royal society of chemistry	选读
77	Physicsl Chemistry Chemical Physics	Royal society of chemistry	选读

## 十一、课程简介

**课程编号：216DX001 课程名称：物理学前沿专题研讨**

**学时/学分/开课学期：54/3/1**

**教学主要内容：**熟悉物理学科相关领域的学术研究动态及先进的研究方法，关注物理学科与化学、材料科学、工程科学的交叉融合及在纳米光电子器件、高效清洁能源及存储、环境保护等热门领域研究取得重要进展。

**参考文献：**

相关研究领域中英文学术论文。

**课程编号：216DX202 课程名称：能源、光电材料与器件**

**学时/学分/开课学期：36/2/1**

**教学主要内容：**能源、光电材料与器件是发展新能源、光电技术和实现新能源及光电功能材料利用的关键。其在工业、国防、医疗等各个行业都具有重要的应用，是国际上高新技术竞争的重要阵地。本课程开设的目的是使学生了解和掌握光电转化机理、能源物理化学、能源存储与转化原理、关键概况、应用前景及相关的研究进展。重点学习太阳能发电、光电探测器、二次电池、超级电容器、锂离子电池、锂-硫电池和金属-空气电池等材料的合成及器件制备技术。

**教材及主要参考书目：**

- 1 于洪全. 功能材料, 北京交通大学出版社, 2014.
- 2 艾德生. 新能源材料基础与应用, 化学工业出版社, 2010.
- 3 吴其胜. 新能源材料, 华东理工大学出版社, 2012.

**课程编号：216DX203 课程名称：半导体光学与晶体光学**

**学时/学分/开课学期：36/2/1**

**教学主要内容：**学习半导体光学的物理概念，包括：麦克斯韦方程与光子；解耦合振子系综；表面极化声子；K—K 关系；激子；声子和等离激元的光学性质；束缚、局域激子及缺陷态的光学性质；外场作用下的激子；高激发子效应与非线性光学，线性和非线性光学性质。晶体光学基础知识，包括晶体的介电张量，单色平面波在各向异性晶体中的传播，晶体的光学效应等。

**教材及主要参考书目：**

- 1 李家泽, 朱宝亮, 魏光辉, 晶体光学, 大连理工大学, 1989.
- 2 沈学础, 半导体光学, 科学出版社, 1992.
- 3 陈芸菁, 晶体光学基础, 地质出版社, 1987.

**课程编号：216DX204**

**课程名称：纳米材料科学**

**学时/学分/开课学期：36/2/1**

**教学主要内容：**20 世纪末，纳米科学和纳米技术的产生催生了纳米物理学、纳米化学、纳米生物学、纳米材料科学等新型学科。通过本课程的学习，使学生了解和掌握：1. 纳米科学技术概览；2. 纳米材料的结构；3. 纳米材料的制备；4. 纳米结构的性质；5. 纳米结构的应用。本课程的讲授知识涵盖了从原子团簇到纳米结构薄膜的基本性质；从纳米结构的自组装到纳米加工和纳米结构表征方法；从原子所主导的表面效应到量子过程所主导的限制效应；以及特定纳米结构的应用和研究进展。

**教材及主要参考书目：**

- 1 韩民, 谢波. 纳米结构材料科学基础, 科学出版社, 2017.
- 2 维尔德(GerhardWilde). 纳米结构材料, 科学出版社, 2010.
- 3 张立德, 牟季美. 纳米材料和纳米结构, 科学出版社, 2018.

**课程编号：216DX205 课程名称：原子与分子物理光谱学**

**学时/学分/开课学期：36/2/1**

**教学主要内容：**原子和分子光谱学的成果对天体物理学、等离子体和激光物理学有着极重要的意义。光谱学在应用领域中的迅速发展，对环保、化工和能源研究等都有显著的影响，特别是电子和激光光谱学技术大大挖掘了光谱学的分析潜力。

**教材及主要参考书目：**

- 1 许长存、过巴吉. 原子和分子光谱学, 大连理工大学出版社, 1989.
- 2[美]斯万贝里(S.Svanberg). 原子和分子光谱学：基础及实际应用, 科学出版社, 2017.
- 3 郑乐民, 徐庚武. 原子结构与原子光谱, 北京大学出版社, 1988.
- 4 王国文. 原子与分子光谱学导论, 北京大学出版社, 1985.
- 5 J.Michael Hollas,Modern Spectroscopy, John Wiley &Sons Ltd.,1992.