

物理学科 2021 年硕士研究生招生复试参考

2021 年研究生招生复试具体考核形式届时以复试方案为准。

一、复试条件

报考哈尔滨工业大学物理学院且初试合格的考生、符合物理学院拟接收的调剂生均需参加复试。

二、复试办法

复试由综合测试和面试两部分组成，外语听力水平考核在面试中进行。复试的总成绩为 350 分，其中专业综合测试 200 分，面试 150 分。

1. 专业综合测试

重点考察考生对基础知识和专业知识的综合掌握情况。

基础知识 80 分

本部分主要考核基本物理知识，内容包括基本物理概念、原理，物理实验以及其它相关的物理常识。

物理课程 120 分

共包括两门课程

(1) 必考课程：**电动力学，60 分**，本课程为物理系各专业的必考课程

(2) 专业方向课：**60 分**，课程按报考专业设定，具体如下：

光学专业：**傅立叶光学**

粒子物理与原子核物理专业：**理论力学(仅要求分析力学部分)**

等离子体物理专业：**理论力学(仅要求分析力学部分)**

凝聚态物理专业：**固体物理**

原子与分子物理专业：**固体物理**

参考书目：

《电动力学》（第三版），郭硕鸿，高等教育出版社

《傅里叶光学导论》（第三版），秦克诚等 电子工业出版社 2006 年

《理论力学》（第四版），周衍柏，高等教育出版社

《固体物理基础》，吴代鸣，吉林大学出版社，2003

具体综合测试参考见附件 1（附后）。

2. 面试

主要考核考生的综合素质、能力以及外语水平，对每位考生的考核时间一般不少于 20 分钟。面试内容包括：①从事科研工作的基础与能力；②综合分析与语言表达能力；③外语听力及口语；④大学学习情况及学习成绩；⑤专业课以外其他知识技能的掌握情况；⑥特长与兴趣；⑦身心健康状况。在参加面试时，考生可提供能够反映自身能力与水平的相关证明材料（各类获奖证书及证明等）。

三、录取方式

复试的综合测试和面试将分别设定合格线。复试中综合测试或面试成绩没有达到合格线者将失去被录取的资格。

初试总成绩与本次复试成绩之和将作为入学后第一学年奖学金的评定依据。

四、联系人及联系方式

联系人：金老师

地址：哈尔滨工业大学物理学院

邮编：150001

联系电话：0451—86414109

E-MAIL: jmh@hit.edu.cn

哈尔滨工业大学
物理学院

附件 1

复试综合测试大纲

一、物理基础考试大纲

基本题型有：填空题、简答题、计算题等。

1、力学部分

运动学、动力学、刚体力学

2、热力学部分

气体动理论、热力学第一定律、热力学第二定律

3、振动和波动

简谐振动、机械波

4、狭义相对论部分

狭义相对论的基本原理、洛伦兹变换、相对论时空观、狭义相对论的动力学基础

5、普通物理实验部分

基本实验（包括测量误差、不确定度和数据处理等）和基础性实验

参考书目：大学物理实验（第 2 版），作者：赵海发 等，出版社：高等教育出版社。

大学物理学，作者：赵远 等，出版社：高等教育出版社。

大学物理，张宇 等，出版社：高等教育出版社。

二、“理论力学”考试大纲

只考分析力学部分（不加说明不可以用牛顿力学求解），具体包括：虚功原理、拉格朗日力学、小振动、正则方程、泊松括号、哈密顿原理、正则变换等知识点。上述知识点均要求理解、推导并计算具体问题。

考核要求

（一）虚功原理

1. 掌握约束的分类方案，掌握虚功和虚位移的基本概念
2. 掌握广义坐标的物理概念
3. 熟练利用虚功原理处理静力学问题

（二）拉格朗日方程与小振动

1. 熟练掌握利用拉格朗日方程求解动力学问题
2. 掌握循环坐标与能量积分
3. 掌握小振动问题对拉格朗日函数的化简
4. 掌握小振动问题的求解步骤
5. 熟练求解实际的小振动问题
6. 掌握简正坐标的概念及其求法

（三）正则方程与泊松括号

1. 了解相空间的概念及其物理内涵
2. 熟练掌握利用正则方程求解动力学问题
3. 掌握勒让德变换
4. 掌握泊松括号的定义与性质

5. 掌握泊松定理
 6. 熟练计算各个力学量之间的泊松括号
- (四) 哈密顿原理
1. 掌握变分问题的求解
 2. 掌握哈密顿原理
- (五) 正则变换
1. 掌握正则变换的概念、目的及其条件
 2. 掌握四类正则变换
 3. 熟练利用正则变换求解问题
 4. 了解哈密顿-雅克比理论

参考书目：理论力学教程，周衍柏，高等教育出版社（教材），2018，第四版，

三、“电动力学”考试大纲

3.1 考核内容

“电动力学”考试主要考查报考物理学学生对微观和宏观电动力学理论体系的整体把握程度，重点考查学生对电动力学的基本概念、基本原理和基本理论的理解和掌握；运用矢量代数和矢量分析推演电动力学理论公式的基本能力；运用电动力学的基本理论和基本方法解决具体问题的能力；对狭义相对论基本思想和理论描述的理解和掌握。主要考核内容如下：

- (一) 电动力学的基本规律
 1. 真空中和介质中的麦克斯韦方程组，包括微分形式和积分形式；
 2. 介质的极化和磁化，电磁场在介质界面上的边值关系；
 3. 电磁场的能量守恒定律和电荷守恒定律。
- (二) 静电场和稳恒磁场
 1. 静电场的电势和稳恒磁场的磁矢势；
 2. 静电学基本方程和静电问题的唯一性定理；
 3. 镜像法和分离变量法解决静电学问题。
- (三) 电磁场的传播
 1. 真空中和介质中电磁场传播的波动方程；
 2. 电磁波的平面波解，电磁波在界面上的反射与折射；
 3. 谐振腔和波导中电磁波的传播。
- (四) 电磁场的辐射
 1. 电磁场的标量势和矢量势，电磁势的达朗贝尔方程；
 2. 电磁势的规范变换和洛伦茨规范条件；
 3. 电磁势的推迟势解和电偶极辐射。
- (五) 狭义相对论
 1. 相对论基本原理，间隔不变性和洛伦兹变换；
 2. 相对论能量和动量，能量动量四维矢量和质壳关系；
 3. 四维电流密度矢量，四维电磁势矢量和电动力学的四维形式。

3.2 考核要求

主要考核学生对电动力学基本概念和基本原理的理解和把握，对重要的电动力学方程、公式和条件的掌握和运用，对具体电动力学问题的分析能力和解决能力。相应考核要求如下：

- (一) 电动力学的基本规律
 1. 能够熟练写出真空中和介质中的麦克斯韦方程组并理解其物理意义，能够熟练

运用其微分形式和积分形式解决简单的物理问题；

2. 理解介质极化和磁化的唯象机制，掌握极化强度和极化电荷的概念，能够熟练运用边值关系解决具体的物理问题；
3. 理解并掌握电荷守恒定律和电流连续性方程，理解电磁场能量守恒定律，掌握波印廷矢量等重要概念。

(二) 静电场和稳恒磁场

1. 理解并掌握静电场的电势和稳恒磁场的磁矢势的概念，以及它们与电场和磁场的关系；
2. 理解并掌握静电场的泊松方程和拉普拉斯方程，能够证明特定条件下静电问题的唯一性定理；
3. 能够熟练运用镜像法和分离变量法解决界面为球面的轴对称静电学问题。

(三) 电磁场的传播

1. 能够由真空中和介质中的麦克斯韦方程组分别推导相应的电磁场的波动方程，并理解这些方程的物理意义；
2. 能够熟练写出并验证电磁场的平面波解，掌握平面波解的特性，计算电磁波在界面上的反射和折射；
3. 能够利用波动方程计算谐振腔和波导中电磁波的模式。

(四) 电磁场的辐射

1. 理解并掌握电磁场标量势和矢量势的定义，能够熟练写出在洛伦茨规范条件下电磁势的达朗贝尔方程并理解其物理意义；
2. 理解并掌握电磁势的规范变换以及电磁场的规范不变性，理解洛伦茨规范条件总可以借助规范变换得到保证；
3. 能够熟练写出电磁势的推迟势解，并深刻理解其物理意义，能够熟练计算电偶极辐射相关物理问题。

(五) 狭义相对论

1. 了解相对论的理论背景和实验基础，理解相对论基本原理的深刻物理意义，能够熟练写出洛伦兹变换，会计算任意两个事件的间隔并理解间隔不变性；
2. 熟悉相对论中能量和动量的定义，理解并掌握能量动量四维矢量的概念，掌握质壳关系并能够计算简单的相对论运动学问题；
3. 理解并掌握电动力学的相对论四维形式，能够熟练写出四维形式的电流密度矢量、电磁势矢量以及它们满足的方程的四维形式。

参考书目：指定郭硕鸿著《电动力学》“十二五”国家规划教材为主要参考书目，考试覆盖该教材 1-6 章（不包括星号章节）及附录 I 中的主要内容。题型包括计算题、推导题或证明题，难度适中，题量适当。

郭硕鸿著，《电动力学》（第三版），高等教育出版社 2008 年出版。

四、“固体物理”考试大纲

4.1 考核内容

(一) 晶体结构

1. 晶体结构的周期性，布拉菲晶格，原胞与晶胞，单晶体与多晶体
2. 典型的晶体结构，钙钛矿结构，NaCl 与 CsCl 结构，金刚石与闪锌矿结构，典型的金属结构
3. 晶面与面指数，
4. 晶体的宏观对称性，点对称操作，点群，晶系和 14 种布拉菲晶格，对称破缺，

5. 倒格子与布里渊区，正格子与倒格子，布里渊区，
6. 晶体的 X 射线衍射，劳厄方程与布拉格公式，原子散射因子，几何结构因子，

(二) 晶体的结合

1. 晶体结合的基本类型，离子晶体，共价晶体，金属晶体，分子晶体，氢键晶体，原子的电负性，
2. 晶体的结合能，结合能意义，原子相互作用势，分子晶体的结合能，离子晶体的结合能，

(三) 晶格振动与晶体的热学性质

1. 一维单原子晶格的振动，
2. 一维双原子晶格的振动，
3. 三维晶格的振动，
4. 声子，声子的概念，声子谱的测定，
5. 长波光学模与电磁波的耦合，黄昆方程，介电函数与 LST 关系，极化激元，
6. 晶格热容，晶格振动的平均能量，爱因斯坦模型，德拜模型，
7. 非简谐效应，晶体的状态方程，晶体的热膨胀，晶格热传导，软模与结构相变，

(四) 晶体中的缺陷

1. 点缺陷，点缺陷的基本类型及特点，离子晶体中的点缺陷，点缺陷的产生，
2. 晶体中的扩散，扩散的宏观规律，微观机制，扩散系数与温度的关系，
3. 位错，刃型位错，螺型位错，
4. 面缺陷，堆垛层错，晶粒间界，

(五) 金属电子论

1. 自由电子气的经典理论，
2. 自由电子气的量子理论，能级与态密度，基态与激发态，电子热容，
3. 电导率与霍尔效应，电导率，霍尔效应，
4. 集体振荡与屏蔽效应，等离子体振荡，集体激发与个别激发，电子的屏蔽效应，
5. 费米液体

(六) 能带理论 I

1. 布洛赫定理，
2. 能带及其对称性，能带概念，能带的对称性，
3. 近自由电子近似，
4. 紧束缚近似，
5. 能带的图示法，能带的表示图示，等能面，能态密度，
6. 布洛赫电子的准经典运动，电子的平均速度，准经典运动的基本方程，电子的有效质量，
7. 导体、绝缘体与半导体，能带的填充与导电性，电子与空穴，导体、绝缘体与半导体的区分，
8. 莫特绝缘体与电子关联，
9. 局域态与扩展态，

(七) 固体的导电性

1. 金属，电导率，费米面，回旋共振，德哈斯范阿尔芬效应，AB 效应，
2. 半导体，能带结构，有效质量近似，载流子的统计分布，电导率与霍尔系数，PN 结，MOS 结构，量子井与超晶格，量子霍尔效应，
3. 离子晶体，离子电导率，快离子导体，
4. 导电聚合物，聚乙炔的导电性，佩尔斯不稳定性，孤子与极化子，

(八) 超导电性

1. 超导体的基本特征，零电阻，完全抗磁性，

2. 超导相变的性质，凝聚能，熵与热容，相变的性质，
3. 超导的唯象理论，二流体模型，伦敦方程，宏观量子现象，金斯堡朗道理论，两类超导体，
4. 超导的微观物理机制，电子声子相互作用，库珀对，BCS 理论要点，
5. 超导隧道效应，单电子隧道效应，约瑟夫森效应，
6. 高温超导体，

(九) 固体的磁性

1. 原子磁矩，孤立原子的磁矩，晶场效应，
2. 抗磁性，束缚电子的抗磁性，自由电子的抗磁性，
3. 顺磁性，自由电子的顺磁性，正常顺磁性，
4. 铁磁性，分子场理论，磁畴与技术磁化，
5. 反铁磁性与亚铁磁性，反铁磁性，亚铁磁性，
6. 交换作用，海森堡交换作用，巡游电子模型，RKKY 交换作用，超交换作用，
7. 巨磁电阻与庞磁电阻效应，巨磁电阻效应，庞磁电阻效应，

4.2 考核要求

(一) 晶体结构

1. 熟练掌握晶体结构的周期性，布拉菲晶格，原胞与晶胞，单晶体与多晶体
2. 重点熟练掌握典型的晶体结构，钙钛矿结构，NaCl 与 CsCl 结构，金刚石与闪锌矿结构，典型的金属结构
3. 掌握晶面与面指数，
4. 掌握晶体的宏观对称性，点对称操作，点群，晶系和 14 种布拉菲晶格，对称破缺，
5. 掌握倒格子与布里渊区，正格子与倒格子，布里渊区，
6. 掌握晶体的 X 射线衍射，劳厄方程与布拉格公式，原子散射因子，几何结构因子，

(二) 晶体的结合

1. 掌握晶体结合的基本类型，离子晶体，共价晶体，金属晶体，分子晶体，氢键晶体，原子的电负性，
2. 掌握晶体的结合能，结合能意义，原子相互作用势，分子晶体的结合能，离子晶体的结合能，

(三) 晶格振动与晶体的热学性质

1. 熟练掌握一维单原子晶格的振动，
2. 熟练掌握一维双原子晶格的振动，
3. 熟练掌握三维晶格的振动，
4. 熟练掌握声子，声子的概念，声子谱的测定，
5. 掌握长波光学模与电磁波的耦合，黄昆方程，介电函数与 LST 关系，极化激元，
6. 掌握晶格热容，晶格振动的平均能量，爱因斯坦模型，德拜模型，
7. 掌握非简谐效应，晶体的状态方程，晶体的热膨胀，晶格热传导，软模与结构相变，

(四) 晶体中的缺陷

1. 掌握点缺陷，点缺陷的基本类型及特点，离子晶体中的点缺陷，点缺陷的产生，
2. 掌握晶体中的扩散，扩散的宏观规律，微观机制，扩散系数与温度的关系，
3. 掌握位错，刃型位错，螺型位错，
4. 掌握面缺陷，堆垛层错，晶粒间界，

(五) 金属电子论

1. 熟练掌握自由电子气的经典理论，
2. 掌握自由电子气的量子理论，能级与态密度，基态与激发态，电子热容，
3. 掌握电导率与霍尔效应，电导率，霍尔效应，

4. 了解掌握集体振荡与屏蔽效应，等离子体振荡，集体激发与个别激发，电子的屏蔽效应，

5. 了解掌握费米液体

(六) 能带理论 I

1. 熟练掌握布洛赫定理，

2. 重点熟练掌握能带及其对称性，能带概念，能带的对称性，

3. 重点熟练掌握近自由电子近似，

4. 重点熟练掌握紧束缚近似，

5. 掌握能带的图示法，能带的表示图示，等能面，能态密度，

6. 掌握布洛赫电子的准经典运动，电子的平均速度，准经典运动的基本方程，电子的有效质量，

7. 掌握导体、绝缘体与半导体，能带的填充与导电性，电子与空穴，导体、绝缘体与半导体的区分，

8. 了解掌握莫特绝缘体与电子关联，

9. 了解掌握局域态与扩展态，

(七) 固体的导电性

1. 熟练掌握金属，电导率，费米面，回旋共振，德哈斯范阿尔芬效应，AB 效应，

2. 重点熟练掌握半导体，能带结构，有效质量近似，载流子的统计分布，电导率与霍尔系数，PN 结，MOS 结构，量子井与超晶格，量子霍尔效应，

3. 掌握离子晶体，离子电导率，快离子导体，

4. 掌握导电聚合物，聚乙炔的导电性，佩尔斯不稳定性，孤子与极化子，

(八) 超导电性

1. 重点掌握超导体的基本特征，零电阻，完全抗磁性，

2. 掌握超导相变的性质，凝聚能，熵与热容，相变的性质，

3. 掌握超导的唯象理论，二流体模型，伦敦方程，宏观量子现象，金斯堡朗道理论，两类超导体，

4. 掌握超导的微观物理机制，电子声子相互作用，库珀对，BCS 理论要点，

5. 掌握超导隧道效应，单电子隧道效应，约瑟夫森效应，

6. 掌握高温超导体，

(九) 固体的磁性

1. 掌握原子磁矩，孤立原子的磁矩，晶场效应，

2. 了解掌握抗磁性，束缚电子的抗磁性，自由电子的抗磁性，

3. 了解掌握顺磁性，自由电子的顺磁性，正常顺磁性，

4. 了解掌握铁磁性，分子场理论，磁畴与技术磁化，

5. 了解掌握反铁磁性与亚铁磁性，反铁磁性，亚铁磁性，

6. 了解交换作用，海森堡交换作用，巡游电子模型，RKKY 交换作用，超交换作用，

7. 了解掌握巨磁电阻与庞磁电阻效应，巨磁电阻效应，庞磁电阻效应，

参考书目：《固体物理基础》，吴代鸣，高等教育出版社，2007

五、《傅里叶光学》考试大纲

5.1 考核内容

(一) 光信息的描述

1. 光波的数学描述，球面波、平面波、空间频率、角谱

2. 常用的非初等函数和特殊函数

3. 卷积和相关
- (二) 光信息分析基础
 1. 傅里叶变换及其变换性质, 广义傅里叶变换
 2. 光波传播的系统理论, 线性系统
 3. 抽样定理
- (三) 光信息的传播
 1. 标量衍射理论, 基尔霍夫衍射理论
 2. 衍射的角谱理论
 3. 菲涅尔衍射
 4. 夫琅禾费衍射
 5. 衍射光栅
- (四) 光学成像系统分析
 1. 透镜的相位调制
 2. 透镜的傅里叶变换性质
 3. 透镜的成像规律
 4. 衍射受限相干成像系统的频率响应
 5. 衍射受限非相干成像系统的频率响应
 6. OTF 和 CTF 的关系
 7. 像差对成像系统传递函数的影响
 8. 相干与非相干成像系统的比较
- (五) 光学全息基础
 1. 全息基本原理: 记录与重建
 2. 同轴全息图和离轴全息图
 3. 基元全息图
 4. 几种不同类型的全息图

5.2 考核要求

- (六) 光信息的描述
 4. 掌握平面波、球面波的数学表述; 掌握空间频率和角谱的物理内涵。
 5. 熟练掌握非初等函数和特殊函数的表述和物理内涵。
 6. 掌握卷积和相关的计算及其物理内涵。
- (七) 光信息分析基础
 7. 熟练掌握非初等函数和特殊函数的空域-频域傅里叶变换关系。
 8. 掌握线性系统的一般表述及其判断标准。
 9. 掌握抽样定理的计算及其物理内涵。
- (八) 光信息的传播
 7. 熟悉惠更斯-菲涅尔原理以及基尔霍夫衍射公式。
 8. 熟悉平面波角谱传播理论及衍射孔径对角谱的作用。
 9. 掌握菲涅尔衍射成立的条件, 及其空域、频域的表达式。
 10. 掌握夫琅禾费衍射成立的条件, 及其空域、频域的表达式。
 11. 掌握线光栅、余弦型振幅光栅、正弦型相位光栅的复振幅透过率表达式。
- (九) 光学成像系统分析
 3. 了解薄透镜对入射光波的复振幅作用规律。
 4. 熟练掌握物体在透镜前和透镜后的傅里叶变换规律及其物理内涵。
 5. 理解并掌握透镜尺寸对点扩散函数的影响。
 6. 熟练掌握衍射受限系统 CTF 与截止频率的计算及其物理内涵。
 7. 熟练掌握衍射受限系统 OTF 与截止频率的计算及其物理内涵。

8. 掌握 OTF 和 CTF 的区别和联系。
 9. 掌握带像差系统的 OTF 和 CTF 的计算方法。
 10. 掌握相干和非相干成像系统空域和频域的成像区别。
- (十) 光学全息基础
5. 掌握全息记录、再现的原理及其数学表述。
 6. 掌握同轴全息图和离轴全息图的技术特点及再现像区别。
 7. 掌握基元光栅、基元波带片物理内涵及其数学表述。
 8. 掌握几类全息图的技术特点及其各自优势，能够根据要求自行设计全息记录光路。

参考书目：《傅里叶光学》（第三版），吕乃光等 机械工业出版社 2016