

物理基础课程 教学基本要求专栏

编者按 物理基础课程教学基本要求(含理论教学和实验教学部分)即将由教育部发布.本刊自本期起特设“物理基础课程教学基本要求专栏”,陆续刊登基本要求全文以及有关文章.

非物理类理工科大学物理 课程教学基本要求 (正式报告稿)

(收稿日期:2006-07-25)

物理学是研究物质的基本结构、基本运动形式、相互作用的自然科学.它的基本理论渗透在自然科学的各个领域,应用于生产技术的许多部门,是其他自然科学和工程技术的基础.

在人类追求真理、探索未知世界的过程中,物理学展现了一系列科学的世界观和方法论,深刻影响着人类对物质世界的基本认识、人类的思维方式和社会生活,是人类文明发展的基石,在人才的科学素质培养中具有重要的地位.

一、课程的地位、作用和任务

以物理学基础为内容的大学物理课程,是高等学校理工科各专业学生一门重要的通识性必修基础课.该课程所教授的基本概念、基本理论和基本方法是构成学生科学素养的重要组成部分,是一个科学工作者和工程技术人员所必备的.

大学物理课程在为学生系统地打好必要的物理基础,培养学生树立科学的世界观,增强学生分析问题和解决问题的能力,培养学生的探索精神和创新意识等方面,具有其他课程不能替代的重要作用.

通过大学物理课程的教学,应使学生对物理学的基本概念、基本理论和基本方法有比较系统的认识 and 正确的理解,为进一步学习打下坚实的基础.在大学物理课程的各个教学环节中,都应在传授知识的同时,注重学生分析问题和解决问题能力的培养,注重学生探索精神和创新意识的培养,努力实现学生知识、能力、素质的协调发展.

二、教学内容基本要求(详见附件)

大学物理课程的教学内容分为 A、B 两类.其中:A 为核心内容,共 74 条,建议学时数不少于 126 学时,各校可在此基础上根据实际教学情况对 A 类内容各部分的学时分配进行调整;B 为扩展内容,共 51 条.

- | | |
|--------------|----------------------------|
| 1. 力学 | (A:7 条,建议学时数 14 学时;B:5 条) |
| 2. 振动和波 | (A:9 条,建议学时数 14 学时;B:4 条) |
| 3. 热学 | (A:10 条,建议学时数 14 学时;B:4 条) |
| 4. 电磁学 | (A:20 条,建议学时数 40 学时;B:8 条) |
| 5. 光学 | (A:14 条,建议学时数 18 学时;B:9 条) |
| 6. 狭义相对论力学基础 | (A:4 条,建议学时数 6 学时;B:3 条) |
| 7. 量子物理基础 | (A:10 条,建议学时数 20 学时;B:4 条) |

8. 分子与固体 (B:5 条)
9. 核物理与粒子物理 (B:6 条)
10. 天体物理与宇宙学 (B:3 条)
11. 现代科学与高新技术的物理基础专题(自选专题)

三、能力培养基本要求

通过大学物理课程教学,应注意培养学生以下能力:

1. 独立获取知识的能力——逐步掌握科学的学习方法,阅读并理解相当于大学物理水平的物理类教材、参考书和科技文献,不断地扩展知识面,增强独立思考的能力,更新知识结构,能够写出条理清晰的读书笔记、小结或小论文.
2. 科学观察和思维的能力——运用物理学的基本理论和基本观点,通过观察、分析、综合、演绎、归纳、科学抽象、类比联想、实验等方法培养学生发现问题和提出问题的能力,并对所涉及问题有一定深度的理解,判断研究结果的合理性.
3. 分析问题和解决问题的能力——根据物理问题的特征、性质以及实际情况,抓住主要矛盾,进行合理的简化,建立相应的物理模型,并用物理语言和基本教学方法进行描述,运用所学的物理理论和研究方法进行分析、研究.

四、素质培养基本要求

通过大学物理课程教学,应注重培养学生以下素质:

1. 求实精神——通过大学物理课程教学,培养学生追求真理的勇气、严谨求实的科学态度和刻苦钻研的作风.
2. 创新意识——通过学习物理学的研究方法、物理学的发展历史以及物理学家的成长经历等,引导学生树立科学的世界观,激发学生的求知热情、探索精神、创新欲望以及敢于向旧观念挑战的精神.
3. 科学美感——引导学生认识物理学所具有的明快简洁、均衡对称、奇异相对、和谐统一等美学特征,培养学生的科学审美观,使学生学会用美学的观点欣赏和发掘科学的内在规律,逐步增强认识和掌握自然科学规律的自主能力.

五、教学过程基本要求

在大学物理课程的教学过程中,应以培养学生的知识、能力、素质协调发展为目标,认真贯彻以学生为主体、教师为主导的教育理念;应遵循学生的认知规律,注重理论联系实际,激发学习兴趣,引导自主学习,鼓励个性发展;要加强教学方法和手段的研究与改革,努力营造一个有利于培养学生科学素养和创新意识的教学环境.

1. 教学方法——采用启发式、讨论式等多种行之有效的教学方法,加强师生之间、学生之间的交流,引导学生独立思考,强化科学思维的训练.习题课、讨论课是启迪学生思维,培养学生提出、分析、解决问题能力的重要教学环节,提倡有条件的学校以小班形式进行,并应在教师引导下以讨论、交流为主,学时数应不少于总学时的10%,争取做到不少于15%.鼓励通过网络资源、专题讲座、探索性实践、小课题研究等多种方式开展探究式学习,因材施教,激发学生的智力和潜能,调动学生学习的主动性和积极性.
2. 教学手段——应发挥好课堂教学主渠道的作用,教学手段应服务于教学目的,提倡有效利用多媒体技术.应积极创造条件,充分利用计算机辅助教学、网络教学等现代化教育技术的优势,扩大教学信息量,提高教学质量和效率.

3. 演示实验——应充分利用演示实验帮助学生观察物理现象,增加感性知识,提高学习兴趣.大学物理课程的主要内容都应有演示实验(实物演示和多媒体仿真演示),其中实物演示实验的数目不应少于40个.实物演示实验可以采用多种形式进行,如课堂实物演示、开放演示实验室、演示实验走廊等.提倡建立开放性的物理演示实验室,鼓励和引导学生自己动手观察实验,思考和分析问题,进行定性或半定量验证.有条件的学校可以通过选修课或适当计算学分等措施保证实现上述目标.

4. 习题与考核——习题与考核是引导学生学习、检查教学效果、保证教学质量的重要环节,也是体现课程要求规范的重要标志.习题的选取应注重基本概念,强调基本训练,贴近应用实际,激发学习兴趣.考核要避免应试教育的倾向,积极探索以素质教育为核心的课程考核模式.

5. 双语教学——在保证教学效果的前提下,有条件的学校可开展物理课程的双语教学,以提高学生查阅外文资料和科技外语交流的能力.

六、有关说明

1. 本教学基本要求适用于各类高等院校的工科专业和理科非物理专业的本科物理课程,其中A类内容是本科生学习本课程应达到的最低要求.

2. 本课程宜从一年级第二学期开始,以确保学生学习本课程具有所需要的数学基础.

3. 本基本要求建议的最低学时数为126学时.为了体现加强基础的教育思想,增强学生的发展潜力,各学校应根据人才培养目标和专业特点增加一定数量的B类内容和学时数,例如:对于理科、师范类非物理专业和某些需要加强物理基础的工科专业,其大学物理课程的学时数不应少于144学时.

教育部高等学校非物理类专业物理基础课程教学指导分委员会
2004年12月3日

附表: 教学内容基本要求

一、力学			
序号	内容	类别	说明和建议
1	质点运动的描述、相对运动	A	1. 力学的重点是牛顿运动定律和三个守恒定律及其成立条件. 2. 力学中除角动量、刚体和流体部分外绝大多数概念学生在中学阶段已有接触,故教学中展开适度,以避免重复. 3. 通过把力学的研究对象抽象为三个理想模型,质点、刚体和理想流体,逐步使学生学会建立模型的科学研究方法. 4. 应注意学习矢量运算、微积分运算等方法在物理学中的应用. 5. 可简要说明守恒定律与对称性的相互关系及其在物理学中的地位.
2	牛顿运动定律及其应用、变力作用下的质点动力学基本问题	A	
3	非惯性系和惯性力	B	
4	质点与质点系的动量定理和动量守恒定律	A	
5	质心、质心运动定理	A	
6	变力的功、动能定理、保守力的功、势能、机械能守恒定律	A	
7	对称性和守恒定律	B	
8	刚体定轴转动定律、转动惯量	A	
9	刚体转动中的功和能	B	
10	质点、刚体的角动量、角动量守恒定律	A	
11	刚体进动	B	
12	理想液体的性质、伯努利方程	B	

二、振动和波			
序号	内 容	类别	说明和建议
1	简谐运动的基本特征和表述、振动的相位、旋转矢量法	A	1. 振动和波是自然界极为普遍的运动形式,简谐运动是研究一切复杂振动的基础.应强调简谐运动以及平面简谐波的描述特点及研究方法,突出相位及相位差的物理意义. 2. 要阐明平面简谐波波函数的物理意义以及波是能量传播的一种重要形式,突出相位传播的概念和相位差在波的叠加中的作用.讲述机械波要为讨论电磁波(光波),以及物质波的概念提供基础. 3. 要求学生进一步掌握线性运动叠加原理,并通过在周期性外力作用下阻尼摆的混沌现象分析对非线性问题的特征有所了解. 4. 振动和波是应用演示手段最为丰富的部分,教学中应充分应用演示实验和多媒体手段阐述旋转矢量法;展示阻尼振动、受迫振动和共振现象、振动的合成、李萨如图形、驻波、多普勒效应等内容.并可鼓励学生自己设计展示物理思想和物理现象的多媒体课件.
2	简谐运动的动力学方程	A	
3	简谐运动的能量	A	
4	阻尼振动、受迫振动和共振	B	
5	非线性振动简介	B	
6	一维简谐运动的合成、拍现象	A	
7	两个相互垂直、频率相同或为整数比的简谐运动合成	B	
8	机械波的基本特征、平面简谐波波函数	A	
9	波的能量、能流密度	A	
10	惠更斯原理、波的衍射	A	
11	波的叠加、驻波、相位突变	A	
12	机械波的多普勒效应	A	
13	声波、超声波和次声波;声强级	B	

三、热 学			
序号	内 容	类别	说明和建议
1	平衡态、态参量、热力学第零定律	A	1. 对于中学物理介绍得比较多的气体宏观规律,如气体的状态方程、热力学第一定律等应注意展开适度,减少不必要的重复. 2. 温度是热学的重要概念,除了说明温度的统计意义外,还应讲述为其提供实验基础的热力学第零定律. 3. 注重讲授大量粒子组成的系统的统计研究方法和统计规律,以及热现象研究中宏观量与微观量之间的区别与联系. 4. 通过理想气体的压强和气体分子平均自由程等公式的建立以及气体范德瓦耳斯方程的导出,进一步讲授科学研究的建模方法. 5. 要强调热力学第二定律的重要性,使学生理解和掌握熵和熵增加原理是自然界(包括自然科学和社会科学)最为普遍实用的定律之一.
2	理想气体状态方程	A	
3	准静态过程、热量和内能	A	
4	热力学第一定律、典型的热力学过程	A	
5	多方过程	B	
6	循环过程、卡诺循环、热机效率、致冷系数	A	
7	热力学第二定律、熵和熵增加原理、玻耳兹曼熵关系式	A	
8	范德瓦耳斯方程	B	
9	统计规律、理想气体的压强和温度	A	
10	理想气体的内能、能量按自由度均分定理	A	
11	麦克斯韦速率分布律、三种统计速率	A	
12	玻耳兹曼分布	B	
13	气体分子的平均碰撞频率和平均自由程	A	
14	输运现象	B	

四、电磁学			
序号	内 容	类别	说明和建议
1	库仑定律、电场强度、电场强度叠加原理及其应用	A	<p>1. 对中学物理介绍得比较多的电力、磁力、静电感应及电磁感应现象等内容,讲述中应注意与中学教学的衔接,减少不必要的重复.</p> <p>2. 电磁学的重点在于通过库仑定律、高斯定理和环路定理、毕奥-萨伐尔定律、法拉第电磁感应定律等,学习电磁场的概念以及场的研究方法.</p> <p>3. 突出介绍以点电荷的电场和电流元的磁场为基础的叠加法. 强调电场强度、电场力、磁感应强度、磁场力的矢量性. 并加强学生应用微积分解决物理问题的训练.</p> <p>4. 重点讲述法拉第电磁感应定律以及麦克斯韦关于涡旋电场和位移电流的基本假设,并阐明麦克斯韦方程组的物理思想,帮助学生建立起统一电磁场的概念以及认识电磁场的物质性、相对性和统一性.</p> <p>5. 电路是处理电磁问题的一种常用方式,有很重要的实际意义,应说明用“路”或“场”处理电磁问题的前提条件. 对于后续课程没有电工或电路课的学生,应当把列为B类有关电路的内容作为核心内容(A类)处理;对其他专业学生,这部分内容可删去,以免与后续课程重复.</p>
2	静电场的高斯定理	A	
3	电势、电势叠加原理	A	
4	电场强度和电势的关系、静电场的环路定理	A	
5	导体的静电平衡	A	
6	电介质的极化及其描述	B	
7	有电介质存在时的电场	A	
8	电容	A	
9	磁感应强度:毕奥-萨伐尔定律、磁感应强度叠加原理	A	
10	恒定磁场的高斯定理和安培环路定理	A	
11	安培定律	A	
12	洛伦兹力	A	
13	物质的磁性、顺磁质、抗磁质、铁磁质	B	
14	有磁介质存在时的磁场	A	
15	恒定电流、电流密度和电动势	A	
16	法拉第电磁感应定律	A	
17	动生电动势和感生电动势、涡旋电场	A	
18	自感和互感	A	
19	电场和磁场的能量	A	
20	位移电流、全电流环路定律	A	
21	麦克斯韦方程组的积分形式	A	
22	电磁波的产生及基本性质	A	
23	麦克斯韦方程组的微分形式	B	
24	边界条件	B	
25	超导体的电磁性质	B	
26	直流电:闭合电路和一段含源电路的欧姆定律、基尔霍夫定律、电流的功和功率	B	
27	交流电:简单交流电路的解法(矢量图解法和复数解法)、交流电的功率、三相交流电	B	
28	暂态过程、谐振电路	B	

五、光 学			
序号	内 容	类别	说明和建议
1	几何光学基本定律	A	1. 介绍几何光学的基本定律和近轴光学成像的分析方法. 2. 重点讲述光的干涉和衍射,使学生掌握判断波的基本特征. 3. 分波阵面干涉主要介绍杨氏双缝干涉,洛埃镜干涉可突出相位突变的实验验证. 4. 分振幅干涉的教学重点是等厚干涉及其应用. 5. 通过干涉和衍射的学习,以及一些光学器件在现代工程技术中的应用,使学生理解光栅光谱的特征以及光谱分析的意义,了解光学精密测量的基本方法. 6. 光学也是演示手段较为丰富的一部分,可充分运用多媒体手段展示干涉和衍射现象的规律及其变化、单缝衍射对光栅衍射的调制作用及缺级现象、偏振光的获得等内容,帮助学生加深对光学基本理论的理解.
2	光在平面上的反射和折射	A	
3	光在球面上的反射和折射	A	
4	薄透镜	A	
5	显微镜、望远镜、照相机	B	
6	光源、光的相干性	A	
7	光程、光程差的概念	A	
8	分波阵面干涉	A	
9	分振幅干涉	A	
10	迈克耳孙干涉仪	B	
11	光的空间相干性和时间相干性	B	
12	惠更斯-菲涅耳原理	A	
13	夫琅禾费单缝衍射	A	
14	光栅衍射	A	
15	光学仪器的分辨本领	A	
16	晶体的 X 射线衍射	B	
17	全息照相	B	
18	光的偏振性、马吕斯定律	A	
19	布儒斯特定律	A	
20	光的双折射现象	B	
21	偏振光干涉和人工双折射	B	
22	旋光现象	B	
23	光与物质的相互作用:吸收、散射和色散	B	

六、狭义相对论力学基础			
序号	内 容	类别	说明和建议
1	迈克耳孙-莫雷实验	B	1. 本部分重点讲述狭义相对论的基本原理、研究方法,通过与绝对时空观的比较,帮助学生建立狭义相对论的时空观. 2. 注意学习相对论动力学基础.
2	狭义相对论的两个基本假设	A	
3	洛伦兹坐标变换和速度变换	A	
4	同时性的相对性、长度收缩和时间延缓	A	
5	相对论动力学基础	A	
6	能量和动量的关系	B	
7	电磁场的相对性	B	

七、量子物理基础

序号	内 容	类别	说明和建议
1	黑体辐射、光电效应、康普顿散射	A	1. 突出讲授光的波粒二象性的物理思想,对中学已讲解的光电效应可适当简化,避免不必要的重复. 2. 本部分重点介绍量子力学的基本原理,帮助学生建立物质波粒二象性和量子化的概念,这是从经典物理到量子物理过渡的重要阶梯.理解微观物质的描述方式和波函数的统计意义,并通过一维无限深势阱的量子力学描述以及与经典驻波的比照,帮助学生理解波函数和薛定谔方程是量子力学状态描述的手段. 3. 注意通过几个重要实验和模型,给出量子力学作为新理论创立和发展的过程以及人们对物质世界认识不断深化的过程,给学生以创新思维和探究精神的启迪.
2	戴维孙-革末实验、德布罗意的物质波假设	A	
3	玻尔的氢原子模型	B	
4	夫兰克-赫兹实验、原子里德堡态、对应原理	B	
5	波函数及其概率解释	A	
6	不确定关系	A	
7	薛定谔方程	A	
8	一维无限深势阱	A	
9	一维谐振子	B	
10	一维势垒、隧道效应、电子隧道显微镜	A	
11	氢原子的能量和角动量量子化	A	
12	电子自旋:旋特恩-盖拉赫实验	A	
13	泡利原理、原子的壳层结构、元素周期表	A	
14	碱金属原子、交换对称性、激光、激光冷却与原子囚禁	B	

八、分子与固体

序号	内 容	类别	说明和建议
1	化学键:离子键、共价键	B	1. 这部分内容重在物理图像和物理概念的建立. 2. 帮助学生理解离子键和共价键两种重要化学键形成的机理及分子结构的基本特点. 3. 理解金属中自由电子的分布规律和导电机制,能带的形成,半导体的导电机制,PN结的形成以及简单半导体器件的工作原理.
2	分子的振动与转动	B	
3	自由电子的能量分布与金属导电的量子解释	B	
4	能带、导体和绝缘体	B	
5	半导体、PN结、半导体器件	B	

九、核物理与粒子物理

序号	内 容	类别	说明和建议
1	原子核的一般性质	B	1. 这部分内容重在帮助学生了解研究微观物质的基本方法. 2. 重点介绍物质微观结构、运动规律和相互作用的基本物理图像.
2	放射性衰变、辐射剂量	B	
3	原子核的裂变与聚变	B	
4	粒子及其分类	B	
5	守恒定律	B	
6	基本相互作用与标准模型	B	

十、天体物理与宇宙学

序号	内 容	类别	说明和建议
1	星体的演化:白矮星、中子星和黑洞	B	1. 了解广义相对论的基本原理,并建立相应的时空观. 2. 介绍天体和宇宙演化的物理图像,了解微观、宏观和宇观物理规律之间的联系,帮助学生建立科学的自然观和宇宙观.
2	广义相对论基础:等效原理、弯曲时空、引力红移和引力辐射	B	
3	宇宙学:大爆炸理论、宇宙膨胀、宇宙背景辐射	B	

十一、现代科学与高新技术的物理基础专题(自选专题)

说明:

1. 教学内容基本要求分为 A、B 两类,其中 A 类共有 74 条,B 类共有 51 条.A 类内容构成大学物理课程教学内容的框架,是核心内容;B 类是扩展内容,它们常常是理解现代科学技术进展的基础,讲述这些内容可以使学生对大学物理的基本规律的理解更加深刻和充实.各学校除了保证基本知识结构的系统性、完整性以外,在知识的深度和广度上不应仅满足于 A 类内容,而应当根据学时范围和授课对象所需基础尽可能多地选择 B 类内容,必要时还可适当开启新的“知识窗口”,介绍与科学前沿和技术应用发展相关的内容.

由于各学校类型、办学性质和人才培养目标的差异,在充分论证的基础上,一些专业的大学物理教学内容可以在 A、B 两类内容之间进行小幅调整,但由 A 类内容调整为 B 类的比例不应大于 15%.调整的论证资料应由学校存档.调整后的教学内容通过各校教学大纲加以规范.

2. 应适当加强近代物理基础知识的教学,近代物理的内容一般不应少于总学时的 1/5.

3. 为了拓展学生视野,培养学生的创新意识,夯实学生进一步发展的物理基础,在基本要求的内容中包含了现代科学与高新技术物理基础专题.专题内容可用以拓展物理知识面,例如:介观物理、等离子体物理、软凝聚态物理、信息光学、耗散结构理论等;也可以介绍物理学在科学技术应用中的新理论、新知识、新技术,例如:激光、超导、液晶、量子信息、红外辐射与遥感、扫描隧道显微镜、核磁共振、超声等.专题内容和学时由各学校自行确定,并应订入课程教学大纲,予以落实.

4. 本教学基本要求不涉及教学内容的先后安排和编写教材的章节顺序.在实施教学中,要注意各部分内容之间的相互联系和有机衔接.

欢迎订阅 2007 年度《物理与工程》杂志

现《物理与工程》杂志 2007 年度征订工作正在进行中,欢迎您踊跃订购.2007 年《物理与工程》为双月刊,出版 6 期,每期定价 7.8 元,全年共 46.8 元.如订阅杂志 5 份以上(含 5 份)优惠价为全年 40 元/份.另有 2000—2006 年余刊可供补订.订阅办法如下:

邮局汇款:北京清华大学出版社《物理与工程》编辑部

邮政编码:100084

联系人:孙 丽

联系电话:010-62789753

E-mail: physaeng@tup.tsinghua.edu.cn