

2023 版与 2010 版《理工类大学物理课程教学基本要求》的比较与启示

张 勇 张乃波 吴培文

(东南大学物理学院, 江苏 南京 211189)

摘 要 本文通过对 2023 版与 2010 版《理工类大学物理课程教学基本要求》的比较分析, 得到 2023 版《基本要求》在教学内容和要求的调整 and 变化。2023 版《基本要求》减少了与中学重叠的经典物理内容, 增加了对课程思政和与新工科专业相关的物理专题要求。教学内容的条目总数从 127 条变化到 124~132 条, 推荐学时从 126 学时增加到 136~144 学时, 其中变化最大的量子物理基础模块条目数从 14 条增加到 19 条, 推荐学时从 20 学时增加到 30 学时。本文还得到了 2023 版《基本要求》教学内容条目的调整的七种基本方式, 并从教学应用的角度提出进一步完善的建议。掌握这些变化有助于准确把握我国大学物理教育教学改革的方向, 更好地开展课程建设和教学实践。

关键词 大学物理; 教学基本要求; 比较与启示

ENLIGHTENMENT FROM THE COMPARIOSN ANALYSIS OF THE 2023 EDITION TO THE 2010 EDITION OF THE BASIC REQUIREMENTS FOR TEACHING OF PHYSICS COURSES IN SCIENCE AND ENGINEERING UNIVERSITIES

ZHANG Yong ZHANG Naibo WU Peiwen

(School of Physics, Southeast University, Nanjing, Jiangsu 211189)

Abstract Through a comparative analysis of the 2023 edition to the 2010 edition of the “The Basic Requirements for Teaching of Physics Courses in Science and Engineering Universities”, we highlight the adjustments and revisions in the 2023 edition. The 2023 edition reduces the contents of classical physics content that overlaps with secondary school curricula, and supplement requirements for courses related to ideological and political education and dedicated topics relevant to new engineering disciplines. The total number of teaching content items has changed from 127 to 124~132, and the recommended class hours have increased from 126 to 136~144. The introductory section of quantum physics has received the most notable revisions, with the number of items increasing from 14 to 19 and the recommended study hours increased from 20 to 30. In this paper, we also identify seven fundamental ways in which the teaching content items in the 2023 edition have been adjusted, and propose suggestions for

收稿日期: 2023-09-09

基金项目: 国家自然科学基金(12005118;12375120);江苏省高等教育教学改革研究课题(2021JSJG022);东南大学教学改革研究与实践项目(2022-2-15)。

作者简介: 张勇, 东南大学物理学院副教授, zyfghe@seu.edu.cn。

引文格式: 张勇, 张乃波, 吴培文. 2023 版与 2010 版《理工类大学物理课程教学基本要求》的比较与启示[J]. 物理与工程, 2024, 34(1): 73-79.

Cite this article: ZHANG Y, ZHANG N B, WU P W. Enlightenment from the compariosn analysis of the 2023 edition to the 2010 edition of the basic requirements for teaching of physics courses in science and engineering universities[J]. Physics and Engineering, 2024, 34(1): 73-79. (in Chinese)

further improvement from the perspectives of teaching practical application. Mastering the aforementioned revisions helps to accurately grasp the direction of China's college physics education and teaching reform, as well as facilitate course construction and teaching practice better.

Key words university physics; basic requirement for teaching; comparison and enlightenment

2023年8月,由教育部高等学校大学物理课程教学指导委员会编制的《理工科类大学物理课程教学基本要求(2023年版)》(以下简称为2023版《基本要求》)正式由高等教育出版社出版,这个版本是由教指委牵头组织的第四次修订和完善,前三个版本分别是1987版、1995版和2010版(见图1),其中2010版是在2008版的基础上做了少量的修订。比这些版本的《基本要求》更早的是由教育部高等学校工科物理课程教材编审委员会编制的普通物理教学大纲,影响较大的有1962和1980两个版本^[1-5]。

2023版《基本要求》是指导新时期我国大学物理课程教育教学和改革创新的纲领性文件,也是制定面向理工科学生的大学物理课程的教学计划和教学大纲、编写教材和评估教学质量,落实改进课程教学方法、手段和考核评价体系的重要依据,因此认真学习、深刻领会和充分落实2023版《基本要求》成为近期我国大学物理教育界的一项重要任务。我们采用数据统计和比较分析的方法,对2023版和2010版《基本要求》的各项条目进行仔细地对比分析,从而准确把握我国大学物理教育教学改革的方向,更好地开展课程建设和教学实践。

1 两版《基本要求》的模块、教学内容和建议学时的对比^[2-3]

将2023版和2010版《基本要求》进行比较,可以发现两者的结构布局 and 模块标题基本相同,

均包括“课程的地位、作用和任务”“教学内容基本要求”“能力培养基本要求”“素质培养基本要求”“教学过程基本要求”以及“有关说明”六个模块,每一模块的内容也几乎相同。不同的是,2023版《基本要求》增加了一条提纲,即“六、开展课程思政教学的建议”,这体现了落实新时代教育“立德树人”的根本任务和“三位一体”的人才培养目标的要求,为在大学物理课程中开展课程思政教学提供了理论依据、实践方向和基本原则。

统计分析发现(见图2),教学内容的条目总数从2010版的127条变化到2023版的124~132条,其中A类条目保持74条不变,B类条目从51(+2)条减少到42(+4~8)条。2023版《基本要求》中B类条目数是一个范围,其原因在于在2010版《基本要求》中“现代科学与高新技术的物理基础专题(自选专题)”模块并没有明确规定所选条目的数量和学时,由各个学校自主选择。以作者所在的学校为例,在大二上学期的大学物理Ⅱ中讲授两个专题,每个专题2学时,且教师可以选择不同的专题。而在2023版《基本要求》中“专业衔接模块(自选专题)”中明确建议了8~16学时,按照一个专题2个学时估计,计为4~8个专题。因为以上专题属于拓展内容,故将其列入B类条目。相比较2010版《基本要求》中126的推荐学时,2023版《基本要求》的推荐学时为136~144,其中经典物理的总学时减少8学时,量子物理和专业衔接模块分别增加10学时和8~16学时。学时的变化与教学内容的发展趋势相一致。

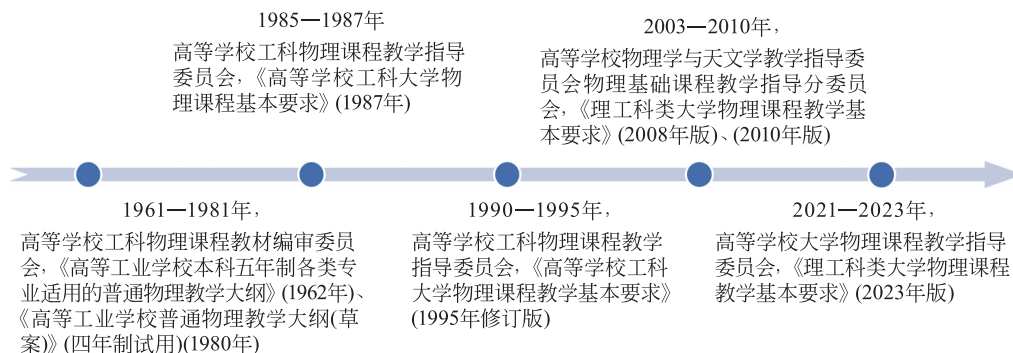


图1 我国理工科类大学物理课程教学基本要求的制定和修订历程

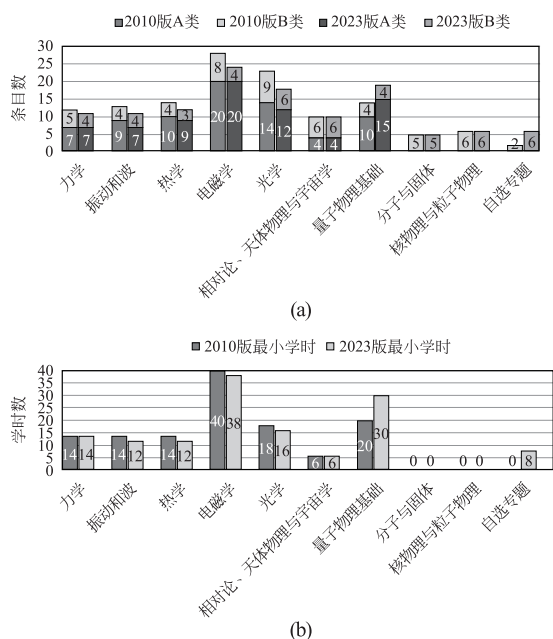


图2 两版《基本要求》中各模块条目数和建议最小学时的对比
(a) 两版《基本要求》中各模块条目数对比; (b) 两版《基本要求》中各模块建议最小学时的对比

下面对各个物理分支教学模块的内容条目、建议最小学时进行详细的对比。

1.1 力学

教学内容 A 类条目保持 7 条不变, B 类条目减少 1 条, 建议学时保持 14 学时没有变化。

(1) 在原 B 类条目“3. 非惯性系和惯性力”中增加“伽利略变换”。

(2) 将原 A 类条目 6 中的“机械能守恒定律”换成“功能原理”。

(3) 将原 A 类条目 10 中的“质点”换成“质点系”。

(4) 将原 B 类条目 12“理想液体的性质、伯努利方程”删去, 对理想流体的性质和规律不再做要求。

1.2 振动和波

教学内容 A 类条目减少 2 条, B 类条目数量和内 容均没有变化。建议学时减少了 2 学时。

(1) 将原 A 类条目 1 中“简谐运动的基本特征和表述”删去, 直接表述为“简谐运动的相位、旋转矢量法”。

(2) 将原 A 类条目 2“简谐运动的动力学方程”和 A 类条目 3“简谐运动的能量”合并成新的 A 类条目 2“简谐运动的动力学方程和能量”。

(3) 删除了原 A 类条目 10“惠更斯原理 波的衍射”。

(4) 将原 A 类条目 11“波的叠加、驻波、相位突变”改为新 A 类条目 9“波的干涉、驻波、半波损失”。

1.3 热学

教学内容 A 类和 B 类条目各减少 1 条, 建议学时减少了 2 学时。

(1) 将原 A 类条目 1 中的“热力学第零定律”删除, 同时把原 A 类条目 2“理想气体物态方程”合并到原 A 类条目 1 中, 形成新的 A 类条目 1“平衡态、态参量、理想气体物态方程”。

(2) 在原 A 类条目 8“范德瓦尔斯方程”中增加了“分子力”。

(3) 删除了原 B 类条目 5“多方过程”。

1.4 电磁学

教学内容 A 类条目保持 20 条不变, B 类条目减少 4 条, 建议学时从 40 减少为 38。

(1) 将原 A 类条目 8“电容”补充为“电容和电场的能量”。

(2) B 类条目删除了 4 个, 分别是原 B 类条目 24“边界条件”、条目 25“超导体的电磁性质”, 条目 27“交流电: 简单交流电路的解法、交流电的功率、三相交流电”和条目 28“暂态过程、谐振电路”。

1.5 光学

教学内容 A 类条目从 14 减少为 12, B 类条目从 9 减少为 6 条, 建议学时从 18 减少为 16(见表 1)。

(1) 说明和建议中删去“介绍几何光学的基本定律和近轴光学成像的分析方法”, 而是改为“在中学的基础上介绍重要的光学仪器和应用”。

(2) 增加了“注重说明费马原理中的时间为极值的表述和光程为极值的表述, 通过实例介绍光程极小、光程极大等情况”。

(3) 将涉及几何光学的原 A 类条目 1、2、3、4 和 B 类条目 5 合并成一个新的 A 类条目 1“重要的几何光学器件和应用”。

(4) 将原 A 类条目 7“光程、光程差”改为新 A 类条目 3“光程、光程差、费马定理”。

(5) 在原 A 类条目 13“夫琅禾费单缝衍射”中增加“夫琅禾费圆孔衍射”, 形成新的 A 类条目 9“夫琅禾费单缝衍射和夫琅禾费圆孔衍射”。

(6) 将原 B 类条目 10“迈克耳孙干涉仪”调整为新 A 类条目 6“迈克耳孙干涉仪及其应用”。

表 1 两版《基本要求》中“光学”内容对比

调整方式	2010 版《基本要求》	2023 版《基本要求》
合并	A 类条目 1、2、3、4 和 B 类条目 5	A 类条目 1“重要的几何光学器件和应用”
补充	A 类条目 7“光程、光程差”	A 类条目 3“光程、光程差、费马定理”
补充	A 类条目 13“夫琅禾费单缝衍射”	A 类条目 9“夫琅禾费单缝衍射和夫琅禾费圆孔衍射”
补充和升级	B 类条目 10“迈克耳孙干涉仪”	A 类条目 6“迈克耳孙干涉仪及其应用”
删除	B 类条目 17“全息照相”。 B 类条目 23“光与物质的相互作用：吸收、散射和色散”。	
增加		B 类条目 18“激光及其应用”。

(7) 删除原 B 类条目 17“全息照相”。

(8) 删除原 B 类条目 23“光与物质的相互作用：吸收、散射和色散”。

(9) 增加新 B 类条目 18“激光及其应用”。

1.6 相对论、天体物理和宇宙学

(1) 将 2010 版中的提纲“六、狭义相对论基础”和“十、天体物理与宇宙学”合并为 2023 版中新的提纲“六、相对论、天体物理和宇宙学”。

(2) 将原 B 类条目 7“电磁场的相对论”更换为新 B 类条目 7“引力波和引力波的测量”。

1.7 量子物理基础

教学内容 A 类条目从 10 增加到 15，B 类条目保持 4 条不变，建议学时从 20 增加到 30（见表 2）。

(1) 建议和说明的第 2 点增加了“一维谐振子”的量子描述，增加了第 3、第 4 点，对力学量算符、力学量的测量值及其概率，定态微扰、变分法等量子力学的基本原理和近似方法进行介绍。

(2) 删除了原 A 类条目 1“黑体辐射、光电效应、康普顿散射”。

(3) 将原 A 类条目 2 补充成新 A 类条目 1“德布罗意的物质波假设和实验验证”。

表 2 两版《基本要求》中“量子物理基础”内容对比

调整方式	2010 版《基本要求》	2023 版《基本要求》
增加		A 类条目 9“态叠加原理”、 A 类条目 10“力学量与算符、对易关系”、 A 类条目 14“全同粒子、费米子、玻色子”、 A 类条目 16“定态非简并微扰理论” B 类条目 15“变分方法、氦原子的基态”、 B 类条目 17“量子态与量子纠缠”、 B 类条目 18“贝尔定理简介”、 B 类条目 19“量子信息与量子通信简介”。
删除	A 类条目 1“黑体辐射、光电效应、康普顿散射” B 类条目 4 中的“原子里德伯态、对应原理” B 类条目 14“碱金属原子、交换对称性、激光、激光冷却与原子囚禁”	
合并和升级	B 类条目 3、4	A 类条目 2“玻尔的氢原子模型、弗兰克-赫兹实验”
补充	A 类条目 2“戴维孙-革末实验、德布罗意的物质波假设” A 类条目 5“波函数及其概率解释”	A 类条目 1“德布罗意的物质波假设和实验验证” A 类条目 3“波函数、波函数归一化及其概率解释”。
升级	B 类条目 9“一维谐振子”	A 类条目 7“一维谐振子”
部分删减	A 类条目 13 中的“泡利原理、原子的壳层结构、元素周期表”	A 类条目 13 中的“泡利原理、原子的壳层结构”

(4) 将原 B 类条目 3、4 合并成新 A 类条目 2“玻尔的氢原子模型、弗兰克-赫兹实验”，删除了

原 B 类条目 4 中的“原子里德伯态、对应原理”。

(5) 将原 A 类条目 5“波函数及其概率解释”补充为新 A 类条目 3“波函数、波函数归一化及其概率解释”。

(6) 将原 B 类条目 9“一维谐振子”提升为新 A 类条目 7“一维谐振子”。

(7) 将原 A 类条目 13 中的“元素周期表”删去,形成新的 A 类条目 13“泡利原理、原子的壳层结构”。

(8) 新增了四个 A 类条目,分别是条目 9“态叠加原理”、条目 10“力学量与算符、对易关系”、条目 14“全同粒子、费米子、玻色子”和条目 16“定态非简并围绕理论”;

(9) 删除了原 B 类条目 14“碱金属原子、交换对称性、激光、激光冷却与原子囚禁”。

(10) 新增了四个新 B 类条目,分别是条目 15“变分方法、氢原子的基态”、条目 17“量子态与量子纠缠”、条目 18“贝尔定理简介”、条目 19“量子信息与量子通信简介”。

1.8 分子与固体

两版《基本要求》该部分的教学内容均为 B 类,且条目数保持 5 条不变,无推荐学时。

(1) 建议和说明中删除了第 2 条“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”,增加了第 3 条“了解超导体的性质和应用”。

(2) 删除了原 B 类条目“化学键:离子键、共价键”。

(3) 将原 B 类条目“分子的振动与转动”补充为新 B 类条目“分子的振动与转动及分子光谱”

(4) 将原 B 类条目“能带、导体和绝缘体”补充为新 B 类条目“能带、导体、半导体和绝缘体”。

(5) 增加了 B 类条目“超导体及其电磁性质和应用”。

1.9 核物理与粒子物理

两版《基本要求》该部分的教学内容均为 B 类,且条目数保持 6 条不变,无推荐学时,条目内容均没有变化。

1.10 自选模块

将 2010 版《基本要求》中的“现代科学与高新技术的物理基础专题”改为 2023 版《基本要求》中的“专业衔接模块”,引导各类学校在课程教学内

容安排中的个性化,贴合各高校不同专业设置的实际情况,符合鼓励大学办出特色的要求。相对于 2010 版《基本要求》,2023 版《基本要求》中专题的数量从 13 个(见图 3)增加到 31 个(见图 4),内容上既保留了 2010 版《基本要求》的部分专题,如“软凝聚态物理”“耗散结构理论”“信息光学”“超导体”“量子信息”“红外辐射与探测”“核磁共振”和“超声”,也增设了一些与专业学习相对应的物理模块,如面向机械类与智能制造类专业开设“材料与摩擦特性”“电磁响应”,面向能源环境类专业开设“核能利用和核聚变进展”“半导体光伏材料和太阳能电池”“锂离子电池”“生物能源”。在学时要求方面从 2010 版《基本要求》无推荐学时到 2023 版《基本要求》推荐 8~16 学时。在教学内容的组成方面,明确了每个专题从基本原理、知识拓展、技术应用和最新进展等四个方面开展教学,具有很强的可操作性。

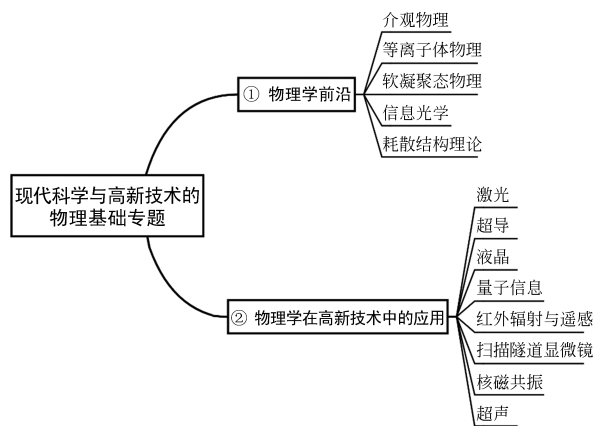


图3 2010 版《基本要求》中“现代科学与高新技术的物理基础专题”模块的推荐专题

2 总结与启示

2.1 2023 年版《基本要求》顺应了我国高等教育发展的新形势和新要求,具体概括为五个方面的优化

(1) 对标卓越人才培养和“一流课程”建设目标,推动课程教学的内涵发展和教学质量的提高。(2) 应对新科技革命挑战,加强了与专业相关的近代物理教学,例如量子物理的基本理论、基本方法和基本应用,筑牢新工科人才的物理基础。(3) 落实立德树人根本任务,实施课程思政建设,做到三

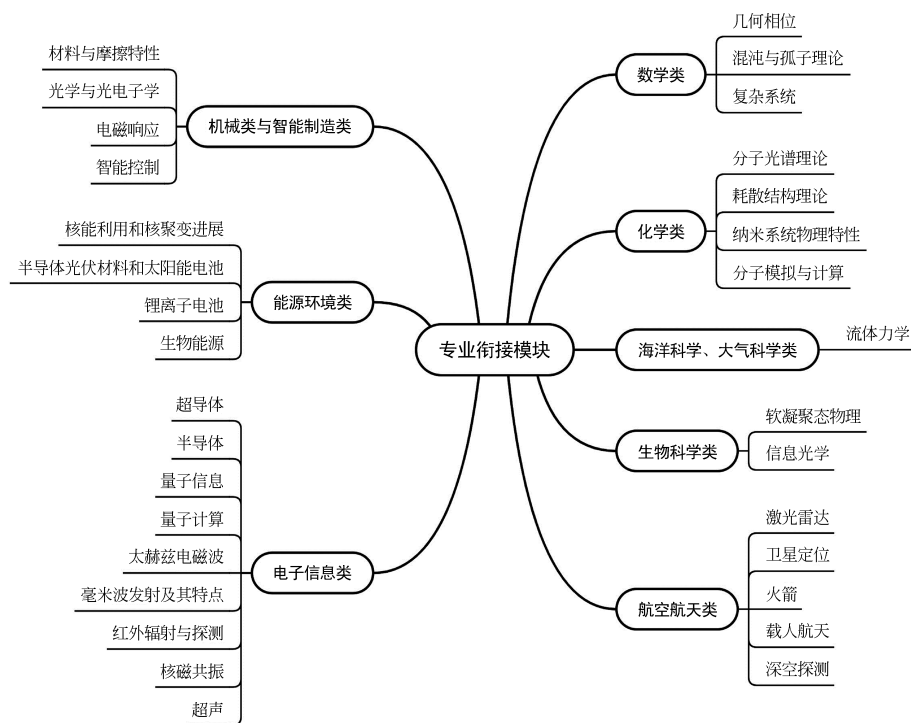


图4 2023版《基本要求》中“专业衔接模块”的推荐专题

全育人，润物无声。(4)适应高中新课标修订和新高高考改革，做好大中物理教育的衔接，体现了以学生学习和发展为中心的教育理念。(5)兼顾不同学校类型、培养目标的差异和专业特点，在以统一要求为主体的前提下开展部分要求可调、模块可选的教学。

2.2 相比较2010版《基本要求》，2023版《基本要求》教学内容条目的调整方式包括增加、删除、升级、补充、部分删减、合并、部分替换等7种基本方式，还包括组合式的调整方式

以此次修订变化最大的“量子物理基础”模块为例进行说明(见表2)，在该模块中没有的调整方式则从其他模块选取举例。(1)增加：新增了四个A类条目9、10、14、16和四个B类条目15、17、18、19。(2)删除：删除了原A类条目1、原B类条目4和14。(3)升级：原B类条目9“一维谐振子”提升为新A类条目7。(4)补充：将原A类条目5“波函数及其概率解释”补充为新A类条目3“波函数、波函数归一化及其概率解释”。(5)部分删减：删减了原B类条目4中的“原子里德伯态、对应原理”和原A类条目13中的“元素周期表”。(6)合并和升级：将原B类条目3、4合并并升级为新A类条目2“玻尔的氢原子模型、弗兰克-赫兹实验”。

(7)合并：将“光学”模块中的原A类条目1、2、3、4和B类条目5合并成一个新A类条目1“重要的几何光学器件和应用”。(8)补充和升级：将原B类条目10“迈克耳孙干涉仪”补充升级为A类条目6“迈克耳孙干涉仪及其应用”。(9)部分替换：将“力学”模块中的原A类条目10中的“质点”换成“质点系”，原A类条目6中的“机械能守恒定律”换成了更具有一般性的“功能原理”。

2.3 从内容逻辑的角度出发，2023版《基本要求》在部分条目的编排上可做少量的调整

例如在力学模块中建议将条目3中的“伽利略变换”改放在条目1“质点运动的描述、相对运动”中，在条目3中增加“相对性原理”，这样将相关联的知识点放在同一条目联系更紧密，同时突出显示更基本的物理原理。

2.4 从教学应用的角度看，2023版《基本要求》条目还可以从以下四个方面不断完善和补充

(1)条目可细分成更小的知识颗粒度，便于更准确地确定相应的学时。(2)可通过各知识点之间的知识图谱展示各模块条目之间的逻辑关系。(3)对利用信息技术和数字化课程资源创新教学模式，形成线上线下有机衔接的混合式教学开展指导。特别是在目前多数高校学时普遍达不到

136 的推荐学时情况下,建设线上课程资源、开展线上教学是满足新基本要求的很好的解决途径。(4)介绍与知识点条目相关的思政元素和教学设计,为教师开展课程思政建设提供参考。当然,这些在《基本要求》中没有给出的部分也为各个高校留下了自主发挥的空间,可以在各自的教学计划和教学大纲中进一步明确。

3 结语

本文详细比较分析了 2023 版与 2010 版《基本要求》在模块结构、内容条目和教学要求的变化,总结了 2023 版《基本要求》的目标优化路径和条目调整方式,对深入理解把握 2023 版《基本要求》,更好地开展课程建设和教学实践具有参考意义。

参 考 文 献

[1] 国家教育委员会高等教育司. 高等学校工科本科基础课程教

学基本要求[M]. 1995 年版. 北京:高等教育出版社,1995.

[2] 教育部高等学校物理学与天文学教学指导委员会物理基础课程教学指导分委员会. 理工科类大学物理课程教学基本要求[M]. 2010 年版. 北京:高等教育出版社,2010.

[3] 教育部高等学校大学物理课程教学指导委员会. 理工科类大学物理课程教学基本要求[M]. 2023 年版. 北京:高等教育出版社,2023.

[4] 顾社. 对于重新制定的《非物理类理工科大学物理课程教学基本要求》的认识和体会[J]. 物理与工程, 2007, 17(1): 1-4, 24.

GU M. Understanding and reflection on the newly revised “Basic requirements for teaching university physics courses in non-physics science and engineering major”[J]. Physics and Engineering, 2007, 17(1): 1-4, 24. (in Chinese)

[5] 胡盘新. 我国工科大学物理教学大纲和教学基本要求的制订概况(1954—1995 年)[J]. 物理与工程, 2007, 17(3): 10-11.

HU P X. An overview of the formulation of syllabus and teaching basic requirements for physics instruction in engineering universities in our country(1954—1995)[J]. Physics and Engineering, 2007, 17(3): 10-11. (in Chinese)

(上接第 56 页)

态发生突变,如绳落钉问题中绳子会跃起,又如绳落桌问题,如果没有凹槽的限制,绳在速度达到一定值的时候会脱离桌沿而跃出^[6]。为此,可以先假设系统稳定,再检验系统初值是否满足假设,最后讨论假设态的可持续性。这样就可以证明系统在第一次出现状态突变之前一直是稳定的,也可以导出何时出现第一次状态突变。

5 结语

本文通过讨论三个有关“加速度奇点”的例题,得出了“加速度奇点”可能产生的三个反常物理效果,最终给出了相应的应对方法,可以指导“加速度奇点”问题的建模与计算。未来的研究可进一步探索含有“加速度奇点”的柔软无弹性轻绳在运动状态突变后的行为,例如绳落钉问题中绳在跃起后的运动轨迹。

参 考 文 献

[1] 路峻岭,秦联华,任乃敬. 关于柔软细绳运动问题中加速度奇点的讨论[J]. 大学物理, 2016, 35(12): 7-12.

LU J L, QIN L H, REN N J. A discussion about the acceleration strange point in some questions of soft and thin

cords' movement[J]. College Physics, 2016, 35(12): 7-12. (in Chinese)

[2] 程稼夫. 中学奥林匹克竞赛物理教程力学篇[M]. 合肥:中国科技大学出版社, 2002: 133-134.

[3] 刘斌. 力学[M]. 2 版. 合肥:中国科学技术大学出版社, 2013: 142-145.

[4] 郑永令,贾起民,方小敏. 力学[M]. 2 版. 北京:高等教育出版社, 2002: 119.

[5] 杨维纭. 力学与理论力学:上册[M]. 2 版. 北京:科学出版社, 2014: 283.

[6] 陈思,李岩松. 链条桌边下落问题的探究[J]. 物理与工程, 2018(2): 96-98.

CHEN S, LI Y S. Discussions on the chain falling along the table edge[J]. Physics and Engineering, 2018(2): 96-98. (in Chinese)

[7] 郑国安. 下降链条的能量损失[J]. 物理教师, 2005(5): 41-42.

ZHENG G A. Energy loss of descending chain[J]. Physics Teacher, 2005(5): 41-42. (in Chinese)

[8] 杨维纭. 力学与理论力学学习题解答:上册[M]. 2 版. 北京:科学出版社, 2014: 48-49.

[9] 刘斌. 充分发挥习题的作用培养学生独立解决问题的能力[J]. 物理与工程, 2014, 24(4): 11-19.

LIU B. Give full play to the role of exercises and cultivate students ability to solve problems independently[J]. Physics and Engineering, 2014, 24(4): 11-19. (in Chinese)