



卓越教师培养丛书

丛书主编：梁福成 王光明 贾国锋

WULI XUEKE ZHISHI
YU JIAOXUE NENGLI

物理学科知识 与教学能力

(高中)

许静 高忠明 刘健智 主编



北京师范大学出版集团
BEIJING NORMAL UNIVERSITY PUBLISHING GROUP
北京师范大学出版社



卓越教师培养丛书

丛书主编：梁福成 王光明 贾国锋

WULI XUEKE ZHISHI
YU JIAOXUE NENGLI

物理学科知识 与教学能力

（高中）

许静 高忠明 刘健智 主编



北京师范大学出版集团
BEIJING NORMAL UNIVERSITY PUBLISHING GROUP
北京师范大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

物理学科知识与教学能力·高中/许静,高忠明,刘健智主编.
—北京:北京师范大学出版社,2018.10

(卓越教师培养丛书)

ISBN 978-7-303-23278-9

I. ①物… II. ①许… ②高… ③刘… III. ①中学物理
课—教学法—高中—中学教师—资格考试—自学参考资料

IV. ①G633.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 328495 号

营销中心电话 010-58805072 58807651

北师大出版社高等教育与学术著作分社 <http://xueda.bnup.com>

WULI XUEKE ZHISHI YU JIAOXUE NENGLI (GAOZHONG)

出版发行:北京师范大学出版社 www.bnup.com

北京市海淀区新街口外大街 19 号

邮政编码:100875

印 刷:保定市中华美凯印刷有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:787 mm×1092 mm 1/16

印 张:14.5

字 数:340 千字

版 次:2018 年 10 月第 1 版

印 次:2018 年 10 月第 1 次印刷

定 价:38.00 元

策划编辑:王剑虹

责任编辑:马力敏 李 迅

美术编辑:李向昕

装帧设计:李向昕

责任校对:韩兆涛

责任印制:马 洁

版权所有 侵权必究

反盗版、侵权举报电话:010-58800697

北京读者服务部电话:010-58808104

外埠邮购电话:010-58808083

本书如有印装质量问题,请与印制管理部联系调换。

印制管理部电话:010-58805079

总 序

自从2010年教育部启动了“卓越工程师教育培养计划”之后,“卓越”一词越来越多地出现在各行业的人才培养中。“卓越医生”“卓越法律人才”等一系列“卓越计划”也相继推出。2011年教育部组织实施教师资格考试和定期注册试点,建立“国标、省考、县聘、校用”的教师准入和管理制度,师范类学生在毕业时不能直接获得教师资格证,都需要和非师范类及其他社会人员参加全国认证考试才能申请教师资格证。这项制度是《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020年)》里在加强教师队伍建设方面提出的重要举措,严把教师的入口关,也是培养卓越教师的举措之一。师范类高校作为培养教师的摇篮,在“卓越计划”的大潮中,亦应遵循“卓越计划”的战略设计,积极应对《中小学和幼儿园教师资格考试标准(试行)》,对现行教师教育培养目标和模式进行新的定位和规划,它不仅涉及学科专业本身,而且涉及教育理论与方法;不仅涉及教学内容的取舍和课程体系的构建,而且涉及教学思想和教育观念的更新。为此,天津师范大学成功申报“天津市普通高等学校本科教学质量与教学改革研究计划重点课题——卓越教师培养模式的创新与实践”。追求“卓越”是系统工程,而建设优质的教师教育课程教材是卓越教师培养中的关键环节。由此,2013年11月在天津召开了由天津师范大学、沈阳师范大学、韶关学院以及北京师范大学出版社参加的教师教育课程建设与教材编写研讨会。会议决定出版“卓越教师培养丛书”。由天津师范大学教师教育处负责具体统筹与协调工作。

这套丛书同时兼顾了《中小学和幼儿园教师资格考试标准(试行)》与《教师教育课程标准(试行)》的要求,遵循《中学教师专业标准(试行)》《小学教师专业标准(试行)》的理念,不仅对卓越教师应通识的教育学、教育心理学等基本知识做了更为深刻全面的论述,对卓越教师的职业道德、德育、班级管理以及学科教学知识与教学能力提出了更为明确的界定和深刻的阐述,还为增强教师的教育文化底蕴,提高卓越教师在教育史方面的知识,特别添加了中外教育史等知识,同时为了提高卓越教师的科研能力,丛书中又添加了教育科学研究方法的详细介绍和指导。丛书全方位对卓越教师的培养构建了系统可行的教材体系。

“卓越教师培养丛书”汇集了多所师范大学的教育智慧,凝聚了北京师范大学出版社的编辑智慧,是不断完善、倾力合作、协同创新的成果。本套丛书可作为修读本科教师教育课程的教材,也可作为教师资格证考试的参考资料。我相信,丛书的出版,不仅会对广大职前教师理解卓越教师的精神实质、提高教育理论知识和解决教育教学问题等方面有很大的帮助,而且对职前教师树立正确的教育理念,明确教师自身的发展有很好的启示,是教师职业养成与专业发展起航阶段的有益教学材料。

高玉葆

2015年于天津师范大学

前 言

自 2011 年起，我国开始实行由国家统一命题的教师资格国家标准化考试，按照教育部要求，教师资格考试于 2015 年在全国范围内实现统考。教师准入新标准的出台，无疑对提升教师队伍的整体素质，推动教育事业健康发展，具有里程碑式的意义。

为了帮助参加教师资格考试的人员把握新标准的要求，达到考试大纲规定的理论与实践能力水平，具备教师职业从业要求的教育教学能力，我们根据《物理学科知识与教学能力》（高级中学）考试大纲要求，紧扣考纲，全面解读考核知识内容，为高中物理教师资格申请者编写了《物理学科知识与教学能力》（高中）笔试用书。

编写中，本着实用性、时效性的原则，突出了以下几个方面。第一，以考核模块为单位，建立层次分明的知识结构。本书由“物理学科知识”“物理课程知识”“物理教学知识”“物理教学能力”共四个模块组成，注重教师教育教学知识体系的构建。第二，大量精选案例来自一线教师多年的教学实践，突出对学习者教学实践能力的培养。第三，章节结构上，设置了学习目标、导入、相关链接、想一想、本章小结、实训练习、拓展阅读等栏目，便于学习者梳理内容和重点复习，通过对历年考试真题的演练，查漏补缺。

本书编写者既有来自师范院校从事物理教学论教学的博士、教授，也有来自一线的具有丰富教育教学经验的中学物理特级教师、教研员等，编写中力求做到理论和实践相结合，以便学习者深入理解和思考，可供有志于从事高中物理教学工作的师范院校学生或社会人员考取教师资格使用。

由于时间及知识水平所限，本书在编写过程中难免存在疏漏和不足之处，恳请批评指正，以便我们继续努力改进。

编者

2017 年 7 月

目 录

模块 1 物理学科知识

第 1 章 力 学	(3)
1.1 力和运动	(3)
1.1.1 运动的描述及其规律	(3)
1.1.2 相互作用	(7)
1.2 牛顿运动定律和万有引力定律	(10)
1.2.1 牛顿运动定律	(10)
1.2.2 曲线运动	(13)
1.2.3 万有引力定律	(15)
1.3 能量和动量	(17)
1.3.1 功和功率	(17)
1.3.2 动能和动能定理	(19)
1.3.3 机械能守恒定律	(19)
1.3.4 动量和动量定理	(20)
1.4 机械振动和波	(22)
1.4.1 机械振动	(22)
1.4.2 波的形成和传播	(23)
1.4.3 波的干涉和衍射	(26)
第 2 章 电磁学	(29)
2.1 静电场	(29)
2.1.1 电荷和电荷守恒	(29)
2.1.2 库仑定律	(30)
2.1.3 静电场	(30)
2.1.4 电容器的电容、带电粒子在电场中的运动	(32)
2.2 恒定电流	(33)
2.2.1 电路相关概念	(33)
2.2.2 电路基本定律	(34)
2.2.3 电路中的几个重要元件	(35)
2.3 磁场和电磁感应	(40)
2.3.1 磁场及其描述	(40)
2.3.2 磁场力	(41)
2.3.3 带电粒子在磁场中的运动	(41)



2.3.4	质谱仪和回旋加速器	(42)
2.3.5	霍尔效应	(43)
2.3.6	电磁感应及其规律	(43)
2.4	交变电流和电磁场理论	(46)
2.4.1	交变电流	(46)
2.4.2	电能的输送	(47)
2.4.3	电磁振荡和电磁波	(47)
第3章	热学、光学、近代物理	(51)
3.1	热学	(51)
3.1.1	物态变化	(51)
3.1.2	分子动理论	(52)
3.1.3	物体的内能	(53)
3.1.4	热力学定律	(54)
3.2	光学	(56)
3.2.1	几何光学	(57)
3.2.2	波动光学	(58)
3.2.3	光的本性	(59)
3.3	原子和原子核	(61)
3.3.1	原子结构	(61)
3.3.2	原子核和核能	(62)
3.3.3	原子核的结构	(63)
3.3.4	粒子物理学	(64)
3.4	相对论与量子力学概要	(64)
3.4.1	狭义相对论	(64)
3.4.2	量子力学	(66)

模块2 物理课程知识

第4章	高中物理课程的概述	(73)
4.1	高中物理课程的课程性质和基本理念	(74)
4.1.1	高中物理课程的课程性质	(74)
4.1.2	高中物理课程的基本理念	(74)
4.2	高中物理课程的目标	(75)
4.2.1	物理学科核心素养	(75)
4.2.2	课程目标	(76)
4.3	高中物理课程的结构	(79)
4.3.1	设计依据	(79)
4.3.2	课程结构内容分析	(81)
第5章	高中物理课程内容的标准	(85)
5.1	高中物理课程内容的结构	(85)

5.1.1	课程内容的定义	(85)
5.1.2	课程内容的结构	(86)
5.2	高中物理课程内容的主线	(90)
5.2.1	第一条主线: 物理学科核心素养	(90)
5.2.2	第二条主线: 学生自身发展水平	(91)
5.3	高中物理课程内容的变化	(93)
5.3.1	课程内容模块的变化	(93)
5.3.2	课程内容要求的变化	(94)
第6章	高中物理课程的教学建议	(97)
6.1	对教学内容的建议	(98)
6.1.1	对教学目标的建议	(98)
6.1.2	对教学方法的建议	(100)
6.2	对教学实践过程的建议	(103)
6.2.1	物理概念教学建议	(103)
6.2.2	物理规律教学建议	(104)
6.2.3	物理实验教学建议	(104)
6.2.4	物理习题教学建议	(106)
第7章	高中物理课程的教学与评价建议	(110)
7.1	教学建议	(110)
7.1.1	以教论教	(110)
7.1.2	以学评教	(112)
7.2	评价建议	(113)
7.2.1	评价原则	(113)
7.2.2	评价内容	(114)
7.2.3	评价方式	(116)

模块3 物理教学知识

第8章	高中物理教学基本理论	(123)
8.1	高中物理教学过程	(123)
8.1.1	物理教学过程的本质	(123)
8.1.2	物理教学过程的规律性	(124)
8.1.3	物理教学过程的特点	(124)
8.1.4	物理教学过程的基本环节	(125)
8.2	高中物理教学原则	(126)
8.2.1	科学性原则	(126)
8.2.2	有序性原则	(127)
8.2.3	教师指导作用与学生学习主动性相统一的原则	(127)
8.2.4	重视科学探究, 突出实验的原则	(127)
8.2.5	贴近学生生活, 联系社会实际的原则	(128)



8.3	高中物理教学模式、方法与策略	(128)
8.3.1	物理教学模式	(128)
8.3.2	物理教学方法	(130)
8.3.3	物理教学策略	(132)
第9章	高中物理课堂教学	(136)
9.1	高中物理概念教学	(136)
9.1.1	物理概念教学的特点	(136)
9.1.2	物理概念教学的要求	(137)
9.1.3	物理概念教学的过程	(138)
9.2	高中物理规律教学	(139)
9.2.1	物理规律教学的特点	(139)
9.2.2	物理规律教学的要求	(140)
9.2.3	物理规律教学的过程	(141)
9.3	高中物理实验教学	(143)
9.3.1	物理实验教学的作用	(143)
9.3.2	演示实验	(144)
9.3.3	学生分组实验	(145)
第10章	高中物理教学评价	(149)
10.1	高中物理教学测量和评价的基本概念	(149)
10.1.1	物理教学测量的特点和功能	(149)
10.1.2	物理测验的评价指标	(150)
10.1.3	物理教学评价的内容和类型	(152)
10.2	高中物理学习评价	(154)
10.2.1	物理学习评价的内容	(154)
10.2.2	物理学习评价的方式	(155)
10.2.3	教学反思	(156)

模块4 物理教学能力

第11章	物理教学设计	(165)
11.1	高中物理教学设计概述	(165)
11.1.1	物理教学设计的含义	(165)
11.1.2	物理教学设计的要求	(166)
11.1.3	物理教学设计的内容	(167)
11.2	高中物理教材分析和教学目标确定	(169)
11.2.1	高中物理教材分析	(169)
11.2.2	物理教学目标确定	(172)
11.2.3	物理教学重点和难点的确定	(174)
11.3	高中物理教学方法的选择	(175)
11.3.1	物理教学方法的选择依据	(175)

11.3.2	物理教学方法的选择和运用	(175)
11.4	高中物理教学设计案例	(176)
11.4.1	物理概念教学设计案例	(176)
11.4.2	物理规律教学设计案例	(179)
11.4.3	物理实验教学设计案例	(181)
第 12 章	高中物理教学组织	(187)
12.1	高中课堂教学组织	(187)
12.1.1	高中物理课堂教学引入	(187)
12.1.2	高中物理新课教学	(189)
12.1.3	高中物理课堂教学小结	(192)
12.2	高中物理学习指导	(192)
12.2.1	高中物理学科特点	(192)
12.2.2	高中阶段学生的认知特征	(193)
12.2.3	学习指导促进学生认知发展	(194)
12.3	高中物理课外活动	(199)
12.3.1	物理课外活动的作用和意义	(199)
12.3.2	物理课外活动的要求和实施	(200)
第 13 章	现代教育技术利用与教学资源开发	(203)
13.1	现代教育技术和高中物理教学	(203)
13.1.1	现代教育技术的内涵	(203)
13.1.2	现代教育技术和高中物理教学的整合	(204)
13.2	高中物理课程资源开发和利用	(207)
13.2.1	物理课程资源	(207)
13.2.2	开发和利用物理课程资源	(208)

模块 1 物理学科知识

【考试目标】

1. 掌握与高中物理密切相关的大学力学、热学、电磁学、光学以及原子和原子核物理的基础知识。

2. 掌握中学物理知识和技能，能运用物理基本原理和基本方法分析和解决有关问题。

3. 掌握物理学思想、研究方法和实验手段；了解物理学发展的历史和最新发展动态。

第1章 力学

【学习目标】

1. 理解并掌握运动、运动规律及力的相互作用，会用牛顿运动定律以及万有引力定律解决相关问题。
2. 理解做功与能量转化的关系，掌握动能定理、机械能守恒定律和动量定理、动量守恒定律。
3. 掌握简谐振动的动力学特征和机械波的性质。

【导入】

运动是物质在时间、空间中的位置变化，包括移动、转动、流动、变形、振动、波动等。而平衡或静止，则是其中的特殊情况。物质运动的其他形式还有热运动、电磁运动、原子及其内部的运动和化学运动等。力是物质间的一种相互作用，机械运动状态的变化是由这种相互作用引起的。静止和运动状态不变，则意味着各作用力在某种意义上的平衡，因此，力学可以说是力和(机械)运动的科学。

1.1 力和运动

1.1.1 运动的描述及其规律

1.1.1.1 运动的描述

1. 质点

质点是将物体简化后得到的只有质量而不计大小、形状的一个几何点，是经典力学中常用的最基本的物理模型。忽略运动物体的大小和形状，其体内任何一点的位移、速度和加速度都相同，可以用质点的运动来概括，即可视为质点的运动。

2. 机械运动

机械运动是自然界中最简单、最基本的运动形态。在物理学里，一个物体相对于另一个物体的位置，或者一个物体的某些部分相对于其他部分的位置，随着时间而变化的过程叫做机械运动。

机械运动的形式多种多样，有沿直线运动的，有沿曲线运动的；有在同一平面内运动的，有不在同一平面内运动的；有运动得快的，有运动得慢的……在各种不同形式的运动中，匀速直线运动是最简单的机械运动。

运动是宇宙中的普遍现象。从广义来讲，宇宙中的一切物体都是运动的，没有绝对静止的物体；从狭义来讲，运动是指机械运动，是指一个物体相对于另一个物体的位置变化。若一个物体相对于另一个物体的位置没有发生改变，我们就说它是静止的。静止和运动是相对而言的，不存在绝对静止的物体。



3. 参照物、参考系和坐标系

(1) 参照物、参考系。

要描述某一物体的位置变化,就必须选择另外一个物体作为标准,这个被选来作为标准的物体,就叫参照物。由相对静止的参照物所组成的系统,叫做参考系。选择不同的参考系来观察同一物体的运动,观察结果可能会有所不同。参照物的选择具有任意性。

(2) 坐标系。

为了方便准确地描述物体的运动情况,需选取合适的坐标系。在参考系中,为确定空间一点的位置,按规定方法选取的有次序的一组数据,叫做“坐标”;在某一问题中规定坐标的方法,就是该问题所用的坐标系。坐标系的种类很多,常用的坐标系有:数轴坐标系、平面直角坐标系、平面极坐标系、空间直角坐标系、柱面坐标系和球面坐标系等。

4. 时刻和时间

时刻:某一瞬时,在表示时间的数轴上用点来表示。

时间:两时刻的间隔,在表示时间的数轴上用线段来表示。

5. 位置、位矢与位移

位置:物体(质点)所在的地方。在坐标系中,质点的位置,可用坐标来表示,如 $P(x, y, z)$ 。位置与时刻相对应。

位矢:位置矢量的简称,在坐标系中,也用来表示质点的位置。位矢是由坐标原点指向质点所在位置的有向线段,一般是关于时间的函数,用 $\mathbf{r}(t)$ 表示, $\mathbf{r}(t) = x(t)\mathbf{i} + y(t)\mathbf{j} + z(t)\mathbf{k}$ 。位矢也与时刻相对应。

位移:物体(质点)的位置变化,即由初位置到末位置的有向线段,大小与路径无关,方向由起点指向终点。它是一个有大小和方向的物理量,即矢量,一般是关于时间的函数,常用 $\Delta \mathbf{r}(t)$ 表示。位移与时间相对应。

$$\Delta \mathbf{r}(t) = \mathbf{r}_t - \mathbf{r}_0 = (x_t - x_0)\mathbf{i} + (y_t - y_0)\mathbf{j} + (z_t - z_0)\mathbf{k} = \Delta x(t)\mathbf{i} + \Delta y(t)\mathbf{j} + \Delta z(t)\mathbf{k}$$

6. 速度与加速度

速度:当质点在 Δt 时间内完成的位移是 $\Delta \mathbf{r}$ 时,为了表示运动在这段时间内的快慢,把质点的位移与相应时间的比值叫做质点在这段时间内的平均速度,用 $\bar{\mathbf{v}}$ 表示,平均速度与时间(或位移)相对应。要确定质点在某一时刻(或某一位置)的瞬时速度(简称速度),应使时间 Δt 无限趋于零,用平均速度的极限来表述,即

$$\mathbf{v} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \mathbf{r}}{\Delta t} = \frac{d\mathbf{r}}{dt} = \frac{dx}{dt}\mathbf{i} + \frac{dy}{dt}\mathbf{j} + \frac{dz}{dt}\mathbf{k} = v_x\mathbf{i} + v_y\mathbf{j} + v_z\mathbf{k}。$$

$$v_x = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{dx}{dt}, \quad v_y = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta y}{\Delta t} = \frac{dy}{dt}, \quad v_z = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta z}{\Delta t} = \frac{dz}{dt},$$

$$\text{即 } v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2 + v_z^2}。$$

速度与时刻(或位置)相对应。

加速度:描述物体速度变化快慢的物理量,是矢量,大小是速度变化量与发生这一变化所用时间的比值 $\frac{\Delta v}{\Delta t}$,方向是物体速度变化(量)的方向,与合外力的方向相同。

通常用 $\mathbf{a}(t)$ 表示,即

$$\mathbf{a}(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \mathbf{v}}{\Delta t} = \frac{d\mathbf{v}}{dt} = \frac{d^2 \mathbf{r}}{dt^2}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{dv_x}{dt} \mathbf{i} + \frac{dv_y}{dt} \mathbf{j} + \frac{dv_z}{dt} \mathbf{k} \\
 &= \frac{d^2x}{dt^2} \mathbf{i} + \frac{d^2y}{dt^2} \mathbf{j} + \frac{d^2z}{dt^2} \mathbf{k} \\
 &= a_x \mathbf{i} + a_y \mathbf{j} + a_z \mathbf{k} \\
 a &= \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2}。
 \end{aligned}$$

特例：在直线运动中，

$$\Delta \mathbf{r} = \Delta x \mathbf{i} = s, \quad \mathbf{v} = \frac{dx}{dt} \mathbf{i} = v_x \mathbf{i}, \quad \mathbf{a} = \frac{dv_x}{dt} \mathbf{i} = \frac{d^2x}{dt^2} \mathbf{i} = a_x \mathbf{i}$$

1.1.1.2 匀变速直线运动规律

1. 基本规律

沿一条直线且加速度恒定的运动叫做匀变速直线运动。根据加速度方向与初速度方向的异同，可分为匀加速直线运动和匀减速直线运动两种。

速度： $v_t = v_0 + at$ 。

位移： $x = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$ 。

$$v_t^2 - v_0^2 = 2ax, \quad \bar{v} = \frac{v_t + v_0}{2}。$$

当物体由静止开始运动(即 $v_0 = 0$)时，我们称之为初速度为零的匀加速直线运动。

速度： $v = at$ 。

位移： $x = \frac{1}{2} at^2$ 。

$$v^2 = 2ax。$$

2. 基本推论

$\Delta x = x_2 - x_1 = x_3 - x_2 = x_4 - x_3 = \cdots = x_n - x_{n-1} = at^2$ ，即任意相邻相等时间内的位移之差相等。

可以推广为： $x_m - x_n = (m - n)at^2$ 。

$v_{\frac{t}{2}} = \bar{v} = \frac{v_0 + v_t}{2} = \frac{x}{t}$ ，某段时间中间时刻的瞬时速度等于该段时间内的平均速度。

$v_{\frac{x}{2}} = \sqrt{\frac{v_0^2 + v_t^2}{2}}$ ，某段位移中间位置的瞬时速度不等于该段位移内的平均速度。

3. 运动图象

(1)位移图象($x-t$ 图，如图1-1所示)：表示质点(物体)位置随时间变化的关系曲线，图象上任意一点处的切线斜率表示质点在该时刻的瞬时速度；匀速直线运动的 $x-t$ 图象是直线，变速运动的 $x-t$ 图象是曲线。

(2)速度图象($v-t$ 图，如图1-2所示)：表示质点(物体)运动速度随时间变化的关系曲线，物体在一段时间内的位移大小等于物体速度图象与这段时间轴线所围面积的大小；物体任意时刻的加速度就是速度图象上所对应点的切线斜率；图象与时间轴的交叉点表示物体运动方向的改变点；匀速直线运动和匀变速直线运动的 $v-t$ 图都是直线(前者与时间轴平行，后者倾斜)。

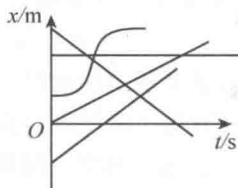


图 1-1 $x-t$ 图象

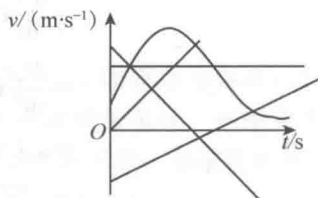


图 1-2 $v-t$ 图象

4. 自由落体运动

物体只在重力作用下从静止开始下落的运动,叫做自由落体运动。自由落体运动是初速度为零,加速度为 g 的匀加速直线运动。 g 的方向总是竖直向下的,在地理的不同位置, g 的大小略有不同。在同一高度, g 随纬度的升高而增大;在同一纬度, g 随高度的增加而减小。其运动规律为: $v=gt$, $h=\frac{1}{2}gt^2$, $v^2=2gh$ 。

5. 匀变速直线运动实验

(1) 学习目标。

掌握研究匀变速直线运动的实验原理、实验步骤及注意事项;掌握运用“逐差法”和“图象法”求加速度的原理和方法;重点掌握纸带的处理方法。

(2) 实验原理。

由纸带判断物体是否做匀变速直线运动。设物体做匀变速直线运动,加速度是 a ,在各个连续相等的时间间隔 T 内的位移分别是 $s_1, s_2, s_3, \dots$, 由运动公式可得: $\Delta s = s_2 - s_1 = s_3 - s_2 = \dots = s_n - s_{n-1} = aT^2$, 即连续相等的时间间隔内的位移差相等。因此,要由纸带判断物体是否做匀变速直线运动,只要看纸带上相等的时间间隔连续相邻的计数点间的距离之差是否相等即可。用纸带求物体运动加速度的方法如下。

①逐差法: 根据 $s_m - s_n = (m - n)aT^2$ 可知, $\Delta s_1 = s_6 - s_1 = 5a_1T^2$, $\Delta s_2 = s_7 - s_2 = 5a_2T^2$, $\dots$, $\Delta s_5 = s_{10} - s_5 = 5a_5T^2$, 求出 a_1, a_2, a_3, a_4, a_5 , 再算出 a_1, a_2, a_3, a_4, a_5 的平均值, 即为我们所求的匀变速直线运动物体的加速度。“逐差法”求加速度的目的是尽可能多地使用我们测量的数据 $s_1, s_2, s_3, \dots$, 以减小偶然误差。

② $v-t$ 图象, 图象的斜率即为匀变速直线运动物体的加速度。

(3) 实验器材。

打点计时器、一端附有定滑轮的长木板、小车、纸带、细绳、钩码、刻度尺、电源。

(4) 实验步骤。

①把一端附有定滑轮的长木板平放在实验桌上,并使定滑轮伸出桌面,把打点计时器固定在长木板上远离定滑轮的一端,连接好电路。

②把一条细绳拴在小车上,使细绳跨过滑轮,下边挂上合适的钩码,放手后,看小车能否在木板上平稳地加速滑行,然后把纸带穿过打点计时器,并把纸带的另一端固定在小车的后面。

③把小车停在打点计时器处,先接通电源,后释放小车,让小车拖着纸带运动,打点计时器就在纸带上打下一列小点,换上新纸带,重复实验三次。

④从三条纸带中选择一条比较理想的,舍掉开头一些比较密集的点,在后边便于测量的地方找一个开始点来确定计数点,为了计算方便和减小误差,通常用连续五个

点作为一个计时时间单位, 即 $t=5T=5\times 0.02=0.1\text{ s}$ 。正确使用毫米刻度尺测量每相邻两计数点间的距离, 并填入表中, 用逐差法求出加速度, 最后求其平均值, 也可求出各计数点对应的瞬时速度。

例 一质点沿 x 轴运动, 其坐标与时间的变化关系为 $x=4t-2t^2$, 式中 x , t 分别以 m , s 为单位, 试计算:

(1) 在最初 2 s 内的位移和平均速度。

(2) 2 s 末的瞬时速度。

(3) 3 s 末的瞬时加速度。

解: (1) $x=4\times 2-2\times 2^2=0(\text{m})$,

$$\bar{v}=\frac{x}{2}=0(\text{m/s}).$$

$$(2) v=\frac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}t}=4-4t=4-4\times 2=-4(\text{m/s}).$$

$$(3) a=\frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t}=-4(\text{m/s}^2), \text{说明该质点沿 } x \text{ 轴做匀变速直线运动, 即任何时刻的加速}$$

度大小均为 4 m/s^2 , 方向为沿 x 轴的负方向。

1.1.2 相互作用

1.1.2.1 力的描述

1. 力的概念

力是物体之间的相互作用, 离开物体力是不存在的。力的作用是相互的, 有作用力必然有与之对应的反作用力, 亦即力总是成对出现的。力有使物体发生形变和改变物体运动状态(使物体产生加速度)两种作用效果。力的三要素包括大小、方向、作用点。三要素完全相同的力作用在同一物体上产生的效果相同。

2. 常见的几种力

重力: 由于地球的吸引而使物体受到的力, 叫做重力, 即 $G=mg$ 。重力的方向总是竖直向下的, 是万有引力的一个分力, 另一个分力提供物体随地球自转所需的向心力, 在两极处重力最大, 等于万有引力, 在赤道上重力最小。一般情况下, 近似认为重力等于万有引力。

弹力: 物体在受力形变时, 有恢复原状的趋势, 这种抵抗外力、力图恢复原状的力就是弹力。在弹性限度内弹力遵从胡克定律: $F=-kx$, 式中比例系数 k 称为劲度系数, 负号表示弹力的方向与形变的方向相反, 如图 1-3 所示。

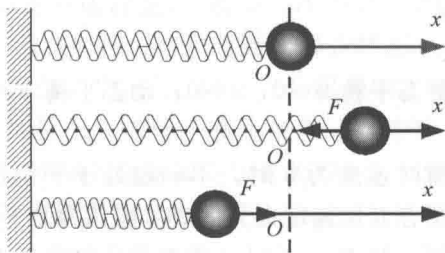


图 1-3