



国家卫生和计划生育委员会“十三五”规划教材配套教材
全国高等医药教材建设研究会“十三五”规划教材配套教材

全国高等学校药学类专业第八轮规划教材配套教材
供药学类专业用

物理学

学习指导与习题集

第**3**版

主编 武 宏



人民卫生出版社
PEOPLE'S MEDICAL PUBLISHING HOUSE



国家卫生和计划生育委员会“十三五”规划教材配套教材
全国高等医药教材建设研究会“十三五”规划教材配套教材

全国高等学校药学类专业第八轮规划教材配套教材
供药学类专业用

物理学

学习指导与习题集

第③版

主 编 武 宏

副主编 孙宝良 石继飞

编 者 (以姓氏笔画为序)

王晨光 (哈尔滨医科大学)

王章金 (华中科技大学物理学院)

仇 惠 (牡丹江医学院)

石继飞 (包头医学院)

丘翠环 (广东药科大学)

孙宝良 (沈阳药科大学)

张 燕 (广西医科大学)

陈 曙 (中国药科大学)

武 宏 (山东大学物理学院)

洪 洋 (中国医科大学)

章新友 (江西中医药大学)

盖立平 (大连医科大学)

人民卫生出版社

图书在版编目(CIP)数据

物理学学习指导与习题集 / 武宏主编. —3 版. —北京:
人民卫生出版社, 2016

ISBN 978-7-117-22444-4

I. ①物… II. ①武… III. ①物理学—高等学校—教
学参考资料 IV. ①O4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 187889 号

人卫社官网	www.pmph.com	出版物查询, 在线购书
人卫医学网	www.ipmph.com	医学考试辅导, 医学数 据库服务, 医学教育资 源, 大众健康资讯

版权所有, 侵权必究!

物理学学习指导与习题集

第 3 版

主 编: 武 宏

出版发行: 人民卫生出版社(中继线 010-59780011)

地 址: 北京市朝阳区潘家园南里 19 号

邮 编: 100021

E - mail: pmph@pmph.com

购书热线: 010-59787592 010-59787584 010-65264830

印 刷: 河北新华第一印刷有限责任公司

经 销: 新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 12

字 数: 300 千字

版 次: 2007 年 7 月第 1 版 2016 年 2 月第 3 版

2016 年 2 月第 3 版第 1 次印刷(总第 5 次印刷)

标准书号: ISBN 978-7-117-22444-4/R·22445

定 价: 28.00 元

打击盗版举报电话: 010-59787491 E-mail: WQ@pmph.com

(凡属印装质量问题请与本社市场营销中心联系退换)

全国高等学校药学类专业本科国家卫生和计划生育委员会规划教材是我国最权威的药学类专业教材,于1979年出版第1版,1987~2011年间进行了6次修订,并于2011年出版了第七轮规划教材。第七轮规划教材主干教材31种,全部为原卫生部“十二五”规划教材,其中29种为“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材;配套教材21种,全部为原卫生部“十二五”规划教材。本次修订出版的第八轮规划教材中主干教材共34种,其中修订第七轮规划教材31种;新编教材3种,《药学信息检索与利用》《药学服务概论》《医药市场营销学》;配套教材29种,其中修订24种,新编5种。同时,为满足院校双语教学的需求,本轮新编双语教材2种,《药理学》《药剂学》。全国高等学校药学类专业第八轮规划教材及其配套教材均为国家卫生和计划生育委员会“十三五”规划教材、全国高等医药教材建设研究会“十三五”规划教材,具体品种详见出版说明所附书目。

该套教材曾为全国高等学校药学类专业唯一一套统编教材,后更名为规划教材,具有较高的权威性和较强的影响力,为我国高等教育培养大批的药学类专业人才发挥了重要作用。随着我国高等教育体制改革的不断深入发展,药学类专业办学规模不断扩大,办学形式、专业种类、教学方式亦呈多样化发展,我国高等药学教育进入了一个新的时期。同时,随着药学行业相关法规政策、标准等的出台,以及2015年版《中华人民共和国药典》的颁布等,高等药学教育面临着新的要求和任务。为跟上时代发展的步伐,适应新时期我国高等药学教育改革和发展的要求,培养合格的药学专门人才,进一步做好药学类专业本科教材的组织规划和质量保障工作,全国高等学校药学类专业第五届教材评审委员会围绕药学类专业第七轮教材使用情况、药学教育现状、新时期药学人才培养模式等多个主题,进行了广泛、深入的调研,并对调研结果进行了反复、细致地分析论证。根据药学类专业教材评审委员会的意见和调研、论证的结果,全国高等医药教材建设研究会、人民卫生出版社决定组织全国专家对第七轮教材进行修订,并根据教学需要组织编写了部分新教材。

药学类专业第八轮规划教材的修订编写,坚持紧紧围绕全国高等学校药学类专业本科教育和人才培养目标要求,突出药学类专业特色,对接国家执业药师资格考试,按照国家卫生和计划生育委员会等相关部门及行业用人要求,在继承和巩固前七轮教材

建设工作成果的基础上,提出了“继承创新”“医教协同”“教考融合”“理实结合”“纸数同步”的编写原则,使得本轮教材更加契合当前药学类专业人才培养的目标和需求,更加适应现阶段高等学校本科药学类人才的培养模式,从而进一步提升了教材的整体质量和水平。

为满足广大师生对教学内容数字化的需求,积极探索传统媒体与新媒体融合发展的新型整体教学解决方案,本轮教材同步启动了网络增值服务和数字教材的编写工作。34种主干教材都将在纸质教材内容的基础上,集合视频、音频、动画、图片、拓展文本等多媒介、多形态、多用途、多层次的数字素材,完成教材数字化的转型升级。

需要特别说明的是,随着教育教学改革的发展和专家队伍的发展变化,根据教材建设工作的需要,在修订编写本轮规划教材之初,全国高等医药教材建设研究会、人民卫生出版社对第四届教材评审委员会进行了改选换届,成立了第五届教材评审委员会。无论新老评审委员,都为本轮教材建设做出了重要贡献,在此向他们表示衷心的感谢!

众多学术水平一流和教学经验丰富的专家教授以高度负责的态度积极踊跃和严谨认真地参与了本套教材的编写工作,付出了诸多心血,从而使教材的质量得到不断完善和提高,在此我们对长期支持本套教材修订编写的专家和教师及同学们表示诚挚的感谢!

本轮教材出版后,各位教师、学生在使用过程中,如发现问题请反馈给我们(renweiyaoxue@163.com),以便及时更正和修订完善。

全国高等医药教材建设研究会

人民卫生出版社

2016年1月

国家卫生和计划生育委员会“十三五”规划教材 全国高等学校药学类专业第八轮规划教材书目

序号	教材名称	主编	单位
1	药学导论(第4版)	毕开顺	沈阳药科大学
2	高等数学(第6版)	顾作林	河北医科大学
	高等数学学习指导与习题集(第3版)	顾作林	河北医科大学
3	医药数理统计方法(第6版)	高祖新	中国药科大学
	医药数理统计方法学习指导与习题集(第2版)	高祖新	中国药科大学
4	物理学(第7版)	武 宏	山东大学物理学院
		章新友	江西中医药大学
	物理学学习指导与习题集(第3版)	武 宏	山东大学物理学院
	物理学实验指导***	王晨光	哈尔滨医科大学
		武 宏	山东大学物理学院
5	物理化学(第8版)	李三鸣	沈阳药科大学
	物理化学学习指导与习题集(第4版)	李三鸣	沈阳药科大学
	物理化学实验指导(第3版)(双语)	崔黎丽	第二军医大学
6	无机化学(第7版)	张天蓝	北京大学药学院
		姜凤超	华中科技大学同济药学院
	无机化学学习指导与习题集(第4版)	姜凤超	华中科技大学同济药学院
7	分析化学(第8版)	柴逸峰	第二军医大学
		邸 欣	沈阳药科大学
	分析化学学习指导与习题集(第4版)	柴逸峰	第二军医大学
	分析化学实验指导(第4版)	邸 欣	沈阳药科大学
8	有机化学(第8版)	陆 涛	中国药科大学
	有机化学学习指导与习题集(第4版)	陆 涛	中国药科大学
9	人体解剖生理学(第7版)	周 华	四川大学华西基础医学与法医学院
		崔慧先	河北医科大学
10	微生物学与免疫学(第8版)	沈关心	华中科技大学同济医学院
		徐 威	沈阳药科大学
	微生物学与免疫学学习指导与习题集***	苏 昕	沈阳药科大学
		尹丙姣	华中科技大学同济医学院
11	生物化学(第8版)	姚文兵	中国药科大学
	生物化学学习指导与习题集(第2版)	杨 红	广东药科大学

续表

序号	教材名称	主编	单位
12	药理学(第8版)	朱依谆	复旦大学药学院
		殷明	上海交通大学药学院
	药理学(双语)**	朱依谆	复旦大学药学院
		殷明	上海交通大学药学院
	药理学学习指导与习题集(第3版)	程能能	复旦大学药学院
13	药物分析(第8版)	杭太俊	中国药科大学
	药物分析学习指导与习题集(第2版)	于治国	沈阳药科大学
	药物分析实验指导(第2版)	范国荣	第二军医大学
14	药用植物学(第7版)	黄宝康	第二军医大学
	药用植物学实践与学习指导(第2版)	黄宝康	第二军医大学
15	生药学(第7版)	蔡少青	北京大学药学院
		秦路平	第二军医大学
	生药学学习指导与习题集***	姬生国	广东药科大学
	生药学实验指导(第3版)	陈随清	河南中医药大学
16	药物毒理学(第4版)	楼宜嘉	浙江大学药学院
17	临床药物治疗学(第4版)	姜远英	第二军医大学
		文爱东	第四军医大学
18	药物化学(第8版)	尤启冬	中国药科大学
	药物化学学习指导与习题集(第3版)	孙铁民	沈阳药科大学
19	药剂学(第8版)	方亮	沈阳药科大学
	药剂学(双语)**	毛世瑞	沈阳药科大学
	药剂学学习指导与习题集(第3版)	王东凯	沈阳药科大学
	药剂学实验指导(第4版)	杨丽	沈阳药科大学
20	天然药物化学(第7版)	裴月湖	沈阳药科大学
		姜红祥	山东大学药学院
	天然药物化学学习指导与习题集(第4版)	裴月湖	沈阳药科大学
	天然药物化学实验指导(第4版)	裴月湖	沈阳药科大学
21	中医药学概论(第8版)	王建	成都中医药大学
22	药事管理学(第6版)	杨世民	西安交通大学药学院
	药事管理学学习指导与习题集(第3版)	杨世民	西安交通大学药学院
23	药学分子生物学(第5版)	张景海	沈阳药科大学
	药学分子生物学学习指导与习题集***	宋永波	沈阳药科大学
24	生物药剂学与药物动力学(第5版)	刘建平	中国药科大学
	生物药剂学与药物动力学学习指导与习题集(第3版)	张娜	山东大学药学院

续表

序号	教材名称	主编	单位
25	药学英语(上册、下册)(第5版)	史志祥	中国药科大学
	药学英语学习指导(第3版)	史志祥	中国药科大学
26	药物设计学(第3版)	方 浩	山东大学药学院
	药物设计学学习指导与习题集(第2版)	杨晓虹	吉林大学药学院
27	制药工程原理与设备(第3版)	王志祥	中国药科大学
28	生物制药工艺学(第2版)	夏焕章	沈阳药科大学
29	生物技术制药(第3版)	王凤山	山东大学药学院
		邹全明	第三军医大学
	生物技术制药实验指导***	邹全明	第三军医大学
30	临床医学概论(第2版)	于 锋	中国药科大学
		闻德亮	中国医科大学
31	波谱解析(第2版)	孔令义	中国药科大学
32	药学信息检索与利用*	何 华	中国药科大学
33	药学服务概论*	丁选胜	中国药科大学
34	医药市场营销学*	陈玉文	沈阳药科大学

注：*为第八轮新编主干教材；**为第八轮新编双语教材；***为第八轮新编配套教材。

全国高等学校药学类专业第五届教材评审委员会名单

顾 问 吴晓明 中国药科大学

周福成 国家食品药品监督管理局执业药师资格认证中心

主任委员 毕开顺 沈阳药科大学

副主任委员 姚文兵 中国药科大学

郭 姣 广东药科大学

张志荣 四川大学华西药学院

委 员 (以姓氏笔画为序)

王凤山 山东大学药学院

朱依淳 复旦大学药学院

朱 珠 中国药学会医院药学专业委员会

刘俊义 北京大学药学院

孙建平 哈尔滨医科大学

李晓波 上海交通大学药学院

李 高 华中科技大学同济药学院

杨世民 西安交通大学药学院

杨 波 浙江大学药学院

张振中 郑州大学药学院

张淑秋 山西医科大学

陆 涛 中国药科大学

周余来 吉林大学药学院

胡长平 中南大学药学院

胡 琴 南京医科大学

姜远英 第二军医大学

夏焕章 沈阳药科大学

黄 民 中山大学药学院

黄泽波 广东药科大学

曹德英 河北医科大学

彭代银 安徽中医药大学

董 志 重庆医科大学

本书是国家卫生和计划生育委员会“十三五”规划教材、全国高等医药教材建设研究会“十三五”规划教材《物理学》(第7版)的配套教材。依据全国高等医药教材建设研究会关于全国高等学校药学类专业第八轮规划教材修订意见,在上版的基础上对全书进行了修订。本书编写的目的是使学生在系统地学习《物理学》(第7版)的基础上,更好地掌握物理学的基本概念和思想方法,进一步提高学生应用物理知识分析问题和解决问题的能力,在为学生们提供学习辅导材料的同时,也为从事物理学教学的教师提供一本必要的教学参考书,以利于教师更好的实施教学,提高教学效果。

随着科学技术的不断发展,各学科相互融合渗透,作为一门基础学科,药学专业的物理学既有物理学基础性的特点,也有着在药学及其他相关学科中具体应用的实用意义。本书在上版的基础上,对结构进行了完善。在每章设置了“要点概览”“重点例题解析”“知识与能力测评”“参考答案”四个模块,便于学生复习、掌握及检验所学知识;在内容和结构上更合理、科学,着重加强物理学原理及方法在药学及相关学科中的应用,培养和提高学生们的综合素质。

由于时间仓促及作者水平所限,本书难免会有一些疏漏和不足,衷心希望使用本书的教师和同学们提出宝贵意见,以便再版时更正。

编 者

2016年1月

目 录

第一章 力学的基本定律	1
第二章 相对论	17
第三章 流体的运动	24
第四章 分子动理论	36
第五章 振动和波	43
第六章 静电场	52
第七章 直流电路	69
第八章 磁场	78
第九章 电磁感应	90
第十章 光的波动性	98
第十一章 光的粒子性	109
第十二章 量子力学基础	116
第十三章 光谱的物理基础	127
第十四章 原子核	135
综合模拟试题	147
综合模拟试题一	147
综合模拟试题二	151
综合模拟试题三	154
综合模拟试题四	157
综合模拟试题五	159
综合模拟试题六	162
综合模拟试题七	165
综合模拟试题八	168
综合模拟试题九	170
综合模拟试题十	172
综合模拟试题参考答案	175

第一章

力学的基本定律

【要点概览】

力学的基本定律是物理学的基础知识,本章在复习中学内容的基础上主要讨论了刚体的运动规律和角动量守恒等相关知识。

经典力学是描述宏观低速运动物体运动规律的理论,牛顿第一定律、牛顿第二定律和牛顿第三定律分别定义了力的定义、力的度量和力的属性。

物体的基本运动可以分为平动和转动,当不关心物体自身各点的运动差异时,无论是平动还是转动,都可以把物体的运动看作是质点的运动。当关注物体上各点运动的差异时,除研究物体的平动外,还要考虑其转动的问题。

刚体是一种忽略了形变的理想模型。牛顿第二定律在刚体上的表现形式是刚体的转动定律。将力与力臂的矢量积定义为力矩,转动定律说明,当刚体在合外力矩的作用下,刚体的转动加速度与合外力矩的大小成正比、与刚体的转动惯量成反比。转动惯量是刚体的固有性质,当刚体的形状、质量、质量分布和转轴位置确定后转动惯量是一个恒量,与转动过程无关。

力矩所做的功符合力的功能原理,当力矩做正功时,刚体的转动动能增加;同理,当力矩做负功时,刚体的转动动能减少。

角动量是描述物体转动问题的物理量。角动量是一个综合参量,与物体自身的质量相关,与物体的运动状态相关,还与坐标系相关。角动量定理说明了物体在合外力矩的作用下刚体动力学改变的规律。

角动量守恒定律说明当物体不受外力矩作用时,刚体的角动量守恒。角动量守恒定律是力学三个重要的守恒定律之一。进动是物体在高速旋转时受到不平衡的外力矩作用时,物体在绕自身对称轴旋转的同时,其对称轴本身又绕另一轴回转的运动,如陀螺的进动。陀螺的进动可以作为电子和原子核在外磁场中做进动的模型。

$$\text{角速度的基本定义: } \omega = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \theta}{\Delta t} = \frac{d\theta}{dt}$$

$$\text{角加速度的基本定义: } \beta = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \omega}{\Delta t} = \frac{d\omega}{dt} = \frac{d^2\theta}{dt^2}$$

$$\text{匀变速转动的运动学基本公式: } \omega = \omega_0 + \beta t$$

$$\theta = \omega_0 t + \frac{1}{2} \beta t^2$$

$$\omega^2 = \omega_0^2 + 2\beta\theta$$

$$\text{线速度与角速度的关系: } \boldsymbol{v} = \boldsymbol{\omega} \times \boldsymbol{r}$$

$$\text{线加速度与角加速度的关系: } \boldsymbol{a}_t = r\boldsymbol{\beta}$$

$$\text{力矩的定义(标量式): } M = fd = fr \sin \varphi$$

$$\text{力矩的定义: } \boldsymbol{M} = \boldsymbol{r} \times \boldsymbol{f}$$

$$\text{转动惯量的定义: } J = \lim_{\Delta m_i \rightarrow 0} \sum_i r_i^2 \Delta m_i = \int_m r^2 dm = \int_V r^2 \rho dV$$

转动惯量: 刚体的转动惯量是刚体转动时惯性的量度。

刚体的转动惯量取决于三个因素: ①刚体的总质量; ②刚体质量的分布情况, 即刚体的形状、大小及各部分的密度, 例如质量和半径都相同的圆环和圆盘的转动惯量不同; ③转轴的位置, 例如质量相同的均匀细棒对通过中心及通过一端的垂直轴的转动惯量不同。因此给出刚体的转动惯量必须明确指明是对于哪一转轴的转动惯量。

转动定律: 刚体在外力矩作用下, 获得的角加速度的大小与合外力矩的大小成正比, 与刚体对给定转轴的转动惯量成反比, 角加速度的方向与合外力矩的方向相同。转动定律是刚体做定轴转动时所必须遵循的规律。

$$M = J\beta = J \frac{d\omega}{dt}$$

$$\text{力矩的功: } A = \int_{\theta_1}^{\theta_2} M d\theta$$

$$\text{定轴转动动能: } A = \frac{1}{2} J \omega_2^2 - \frac{1}{2} J \omega_1^2$$

$$\text{角动量的基本定义: } \mathbf{L} = \mathbf{r} \times \mathbf{p}$$

$$\text{刚体角动量: } \mathbf{L} = J\boldsymbol{\omega}$$

角动量定理: 转动物体所受合外力矩的冲量矩, 等于这段时间内转动物体角动量的增量。

$$\int_{t_1}^{t_2} \mathbf{M} dt = \int_{L_1}^{L_2} d\mathbf{L} = L_2 - L_1 = J_2 \boldsymbol{\omega}_2 - J_1 \boldsymbol{\omega}_1$$

角动量守恒定律: 物体角动量是其转动惯量和角速度的乘积, 因此物体所受的合外力矩为 0 时, 角动量守恒。角动量守恒有两种情况: 一种是转动惯量和角速度都不变。例如惯性飞轮所受的摩擦力矩可以忽略时, 保持匀速转动。另一种是转动惯量和角速度大小都在改变, 然而其乘积保持不变。例如舞蹈演员、滑冰运动员在旋转时, 往往先将两臂伸开旋转, 然后收回两臂靠拢身体, 以减小转动惯量加快旋转速度。跳水运动员则在起跳开始旋转后, 迅速用两臂抱起双膝, 使身体在空中很快翻滚; 入水前又迅速伸直腿臂, 减慢旋转, 以便控制入水角度。

$$\text{当 } \mathbf{M} = 0 \quad J\boldsymbol{\omega} = c (\text{常量})$$

$$\text{进动方向: } \mathbf{M} dt = d\mathbf{L}$$

进动: 刚体在绕自身对称轴旋转的同时, 对称轴本身又绕另一轴回转的现象。

【重点例题解析】

例题 1. 固定在一起的两个同轴均匀圆柱体可绕其光滑水平轴 OO' 转动 (图 1-1), 大、小圆柱体的半径分别为 R 和 r , 质量分别为 M 和 m , 绕在两柱上的绳子分别与物体 m_1 和 m_2 相连, m_1 和 m_2 挂在圆柱体两侧。设 $R=0.2\text{m}$, $r=0.1\text{m}$, $M=20\text{kg}$, $m=2\text{kg}$, $m_1=m_2=2\text{kg}$, 求圆柱体转动时的角加速度。

解: 圆柱体的转动惯量通式为 $mr^2/2$ 。由于两个同轴均匀圆柱体是固定在一起的, 所以可以看成是一个物体, 其转动惯量是两个圆柱体转动惯量之和:

$$J = J_1 + J_2 = \frac{1}{2} mr^2 + \frac{1}{2} MR^2$$

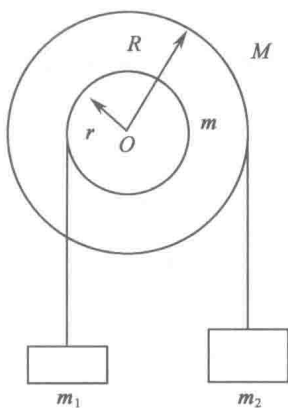


图 1-1

以 m_2 的运动方向沿绳建立坐标系, 设坐标方向向下为正, 对 m_1 、 m_2 做力学分析(图 1-2), 应用牛顿第二定律方程:

$$\begin{aligned} m_2 g - T_2 &= m_2 a_2 \\ T_2 &= m_2 (g - a_2) \end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} T_1 - m_1 g &= m_1 a_1 \\ T_1 &= m_1 (a_1 + g) \end{aligned} \quad (2)$$

作用在圆柱体的外力矩为:

$$M = T_2' R - T_1' r \quad (3)$$

应用转动定律:

$$\begin{aligned} M &= J \beta \\ T_2' R - T_1' r &= (J_1 + J_2) \beta \end{aligned} \quad (4)$$

$$\text{考虑角量与线量的关系 } a = r\beta, \text{ 有: } a_1 = r\beta \quad (5)$$

$$a_2 = R\beta \quad (6)$$

考虑 $T_1' = T_1$, $T_2' = T_2$

$$\text{方程联立, 解此方程组得: } \beta = \frac{(m_1 R - m_2 r) g}{\frac{1}{2} M R^2 + \frac{1}{2} m r^2 + m_1 R^2 + m_2 r^2}$$

代入数据得 $\beta = 3.84 \text{ rad/s}^2$

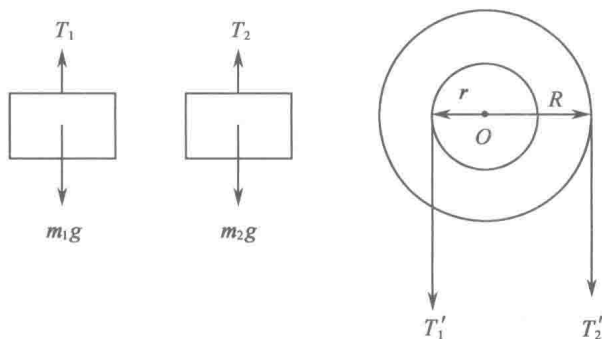


图 1-2

例题 2. 有一根 8.0m 长的铜丝和一根 4.0m 长的钢丝, 横截面积均为 0.50cm^2 。将它们串联后, 加 500N 的张力, 求每根金属丝的长度改变了多少? ($E_{\text{铜}} = 1.10 \times 10^{11}\text{Pa}$; $E_{\text{钢}} = 2.00 \times 10^{11}\text{Pa}$)

解: 由 $E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{F \cdot l_0}{S \cdot \Delta l}$ 得

$$\Delta l_{\text{铜}} = \frac{F \cdot l_{0\text{铜}}}{S \cdot E_{\text{铜}}} = \frac{500 \times 8}{5 \times 10^{-5} \times 1.10 \times 10^{11}} = 7.27 \times 10^{-4}\text{m}$$

$$\Delta l_{\text{钢}} = \frac{F \cdot l_{0\text{钢}}}{S \cdot E_{\text{钢}}} = \frac{500 \times 4}{5 \times 10^{-5} \times 2.00 \times 10^{11}} = 2.00 \times 10^{-4}\text{m}$$

【知识与能力测评】

1. 动量和动能都与质量和速度有关, 都是物体运动的量度, 两者有何不同?

2. 一根质量为 M 、长度为 L 的链条被竖直地悬挂起来, 最低端刚好与秤盘接触, 今将链条释放并让它落到秤上。证明: 链条下落长度为 x 时, 秤的读数为 $N = \frac{3Mgx}{L}$ 。

3. 有一轻绳绕过一质量可以忽略不计, 且轴光滑的滑轮, 质量皆为 m 的甲、乙二人分别抓住绳的两端从同一高度静止开始加速上爬。求: (1) 二人是否同时到达顶点? 以甲、乙二人为一系统, 在运动中该系统的动量是否守恒? 机械能是否守恒? 系统对滑轮轴的角动量是否守恒? (2) 当甲相对于绳的运动速度 u 是乙相对绳的速度的 2 倍时, 甲、乙二人的速度各是多少?

4. 如图 1-3 所示在一辆小车上装有固定光滑的弧形轨道, 轨道下端水平, 小车质量为 m , 静止放在光滑的水平面上。今有一质量也为 m 、速度为 v 的铁球沿轨道下端水平射入并沿弧形轨道上升某一高度, 然后下降离开小车。求: (1) 铁球离开小车时相对地面的速度多大? (2) 铁球沿弧面上升的最大高度 h 是多少?

5. 有一轻绳绕过一质量可以忽略不计且轴光滑的滑轮, 质量为 M_1 的人抓住绳的一端 A , 而绳的另一端 B 系了一个质量为 M_2 ($M_1 = M_2$) 的物体, 如图 1-4 所示。若人从静止开始加速上爬, 当人相对于绳的速度为 u 时, B 端物体上升的速度为多少?

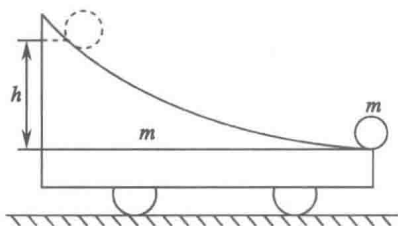


图 1-3

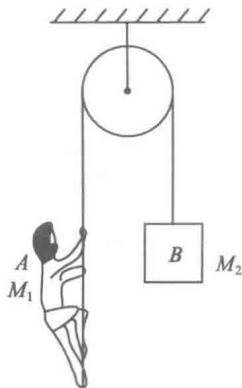


图 1-4

6. 对一个静止的质点施力, 如果合外力为 0, 则此质点不会运动。如果是一个刚体, 是否也有同样的规律? 对于刚体, 一个外力对它引起的影响与质点相比有哪些不同?

7. 一个有一定轴的刚体受到两个力的作用, 当这两个力的合力为 0 时, 它们对轴的合力矩也一定是 0 吗? 当两个力对轴的合力矩为 0 时, 它们的合力也一定是 0 吗? 举例说明。

8. 有一飞轮以 1500r/min 的转速绕定轴做反时针转动。制动后, 飞轮均匀地减速, 经时间 $t=50\text{s}$ 而停止转动。求: (1) 角加速度 β 是多少? (2) 从开始制动到静止, 飞轮转过的转数 N 是多少? (3) 制动开始后 $t=25\text{s}$ 时飞轮的角速度 ω 是多少? (4) 设飞轮的半径 $R=1\text{m}$, 求 $t=25\text{s}$ 时飞轮边缘上一点的速度和加速度分别是多少?

9. 如图 1-5 所示, 长为 L 的均匀细棒 AB , A 端悬挂在铰链上。开始时使棒自水平位置无初速地向下摆动, 当棒通过竖直位置时, 铰链突然松脱, 棒自由下落。求: (1) 在下落过程中, 棒的质心做什么运动? (2) 自由脱落后, 当棒质心 C 下降了 h 距离时, 棒一共转了多少圈?

10. 有一长为 l 、质量可以忽略的直杆, 可绕通过其一端的水平光滑轴在竖直平面内做定轴转动, 在杆的另一端固定着一质量为 m 的小球。现将杆由水平位置静止释放。求: (1) 杆刚被释放时的角加速度 β_0 是多少? (2) 杆与水平方向的夹角为 60° 时的角加速度 β 是多少?

11. 如图 1-6 所示, 一长为 l 、质量为 M 的匀质竖直杆可绕通过杆上端的固定水平轴 O 无摩擦地转动。一质量为 m 的泥团在垂直于轴 O 的图面内以水平速度 v_0 打在杆的中点并黏住。求: (1) 杆开始转动时的角速度是多少? (2) 杆摆起的最大角度是多少?

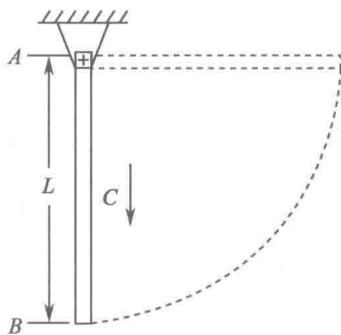


图 1-5

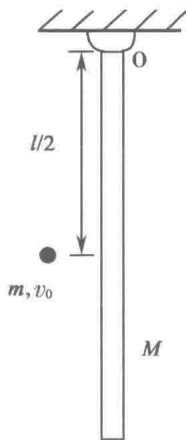


图 1-6

【参考答案】

一、本章习题解答

1. 一块木板能在与水平面呈 α 角的斜面上匀速滑下。试证明当它以初速率 v_0 沿该斜面向上滑动时, 它能向上滑动的距离为 $v_0^2/(4g\sin\alpha)$ 。

解: 由于木板匀速下滑, 因此有

$$mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha = 0$$

上滑时摩擦力向下, 设向下的加速度为 a , 则有

$$mg \sin \alpha + \mu mg \cos \alpha = ma$$

解得

$$a = 2g \sin \alpha$$

物体沿斜面向上做初速为 v_0 的匀减速直线运动, 末速为 0, 加速度为 $-a$ 。因此滑动距离为

$$s = \frac{v_0^2}{2a} = \frac{v_0^2}{4g \sin \alpha}$$

2. 沿半径为 R 的半球形碗的光滑内壁, 质量为 m 的小球以角速度 ω 在一水平面内做匀速圆周运动, 求该水平面离碗底的高度。

解: m 受重力和碗壁支承力, 由于小球在一水平面内做匀速圆周运动, 小球所受的合力必在该水平面内, 且为小球匀速圆周运动的向心力。设该圆的半径为 r , 并设 θ 角, 如图 1-7 所示, 则有

$$mg \tan \theta = m\omega^2 r = m\omega^2 R \sin \theta$$

$$\cos \theta = \frac{g}{\omega^2 R} = \frac{R-h}{R}$$

所以

$$h = R(1 - \frac{g}{\omega^2 R})$$

3. 一滑轮两侧分别挂着 A 、 B 两物体, $m_A = 20\text{kg}$, $m_B = 10\text{kg}$, 今用力 f 欲将滑轮提起, 如图 1-8 所示。设绳和滑轮的质量、轮轴的摩擦可以忽略不计, 当力 f 的大小分别等于 (1) 98N (2) 196N (3) 392N 和 (4) 784N 时, 求物体 A 、 B 的加速度和两侧绳中的张力。

解: 如图 1-8 所示。

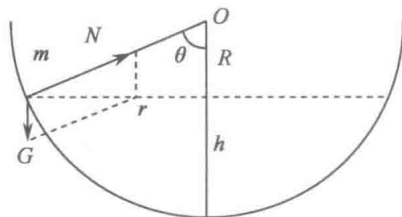


图 1-7

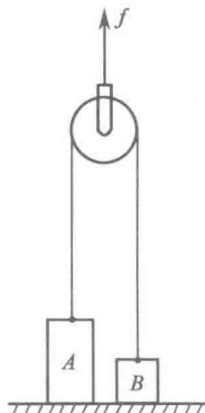


图 1-8

$$G_A = m_A g = 20 \times 9.8 = 196\text{N}$$

$$G_B = m_B g = 10 \times 9.8 = 98\text{N}$$

(1)

$$T = \frac{f}{2} = 49\text{N}$$

$$G_A > T, G_B > T$$

A 、 B 的加速度均为 0。