



导学教程系列丛书

3+X 综合

导学教程

DAOXUEJIAOCHENG

高中总复习

物理

W U L I

语 文
数 学
英 语
物 理
化 学
政 治
历 史
地 理
生 物

丛书主编 孙翔梓 王显忠

延边人民出版社

DAOXUEJIAOCENGXILIECHONGSHU



高三总复习

导学教程 物理

本册主编 刘新章
副主编 张学禹 姜连国
林宪良

丛书主编 孙翔峰
王显忠
延边人民出版社

高三复习



图书在版编目(CIP)数据

高中总复习导学教程系列丛书·物理/孙翔峰 王显忠主编

刘新章分册主编. —延吉:延边人民出版社,2001.6

ISBN 7-80648-613-5

I. 高… II. ①孙…②刘… III. 物理课—高中—
升学参考资料 IV. G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 028719 号



Handwritten text: 96/4/550/92

章德伙
国教委
禹学光
良安林

高中总复习导学教程系列丛书

物 理

出版发行 延边人民出版社
(延吉市友谊路 11 号)

邮政编码:133000

印刷 山东梁山印刷有限公司

经销 全国新华书店

开本 787×1092 毫米 1/16 印张 112.5

印数 1-5000 字数 2800 千字

2001 年 6 月第 1 版 2001 年 6 月第 1 次印刷

ISBN 7-80648-613-5/G·177

全套定价:246.00 元 (本册定价:27.60 元)

(凡本丛书如有印装质量问题,请与印刷厂调换)

出版说明

江泽民总书记曾说：“到建国一百年时，中华民族将实现伟大的复兴。实现这个复兴，要靠科学技术的创新，靠全民族的创新意识和创新精神，归根到底还是要靠具有创新精神和创造能力的人才。”教育将要承担起这一神圣历史使命。今天的莘莘学子，将是21世纪世界舞台的主人，因此，提高他们的文化素质是教育义不容辞的责任。

1998年，教育部提出：为迎接新世纪知识经济时代，培养大批创新型高素质人才，高考将实行“3+X”改革方案。在广东和江苏、吉林、浙江、山西等五省改革试点的基础上，今年又有天津、内蒙古、辽宁、黑龙江、上海、安徽、福建、河南、海南、四川、陕西、湖南、湖北等13个省（市、区）加盟。2002年，全国将全面推广这一新方案。这标志着新一轮的高考改革已全面展开，将对推进素质教育起到很大的促进作用。

本套丛书的编写即是适应这一新形势，按照教育部考试中心拟定的《关于高考内容和形式改革方案》的精神，以“能力立意”为编写主旨，突出“综合创新”特点。本套丛书从整体策划、编写思路、体例设计、栏目设置、内容撰写、题目筛选和答案的确认均体现其精神。

“导学”——引导、启发学习。本丛书充分体现以学生为主体，以能力提高为核心的指导思想，变“授之以鱼”为“授之以渔”，强调知识的启发性、探索性和实际应用性。引导学生要“学会学习”、“学会创造”。这不仅是教学思想的转变，也是编撰思路的更新。

“教程”——教与学程序化。一个管理和教学水平高的学校，教师的教和学生的学都具有相对科学、完善的程序。本丛书侧重于这方面的研究和教研成果的学习借鉴，通过与一线教师和应考学生的对话，使编写体例与教学程序吻合。本丛书的九个分册均为配合高三复习的三个阶段设计了三大板块内容。即：“同步辅导与双基过关”、“专题归纳与强化训练”和“备考指导与仿真演习”。

“综合创新”——新一轮高考改革的鲜明特点，高考命题改革的方向。综合是指建立在中学文化知识和实践能力基础上的综合。它包括学科内综合和跨学科综合。“创新是一个民族的灵魂，是一个国家兴旺发达的不竭动力。”（江泽民语）它是综合与应用基础之上的创新。本丛书从理论、分析、示例、练习等各个角度重墨泼洒此内容。试图培养学生良好的学习习惯、收集处理信息能力、获取新知识和分析解决问题能力，以适应改革后的高考。

考虑到目前高三复习还是分科教学，为使学生适应这种“合起来考”与“分开教和学”的教考现状，在编写时采取以九学科为“经”，将各学科相对独立的主要知识单元为“纬”，深入研究“经”、“纬”之间的结合点，科学巧妙地将“综合创新”板块内容分解到各分册中。这种“纲举目张、经纬交融”的组编思路，充分体现了“3+X”高考要求，是最成熟的备考策略，也进一步突出了科学性和实用性。

本丛书专为2002年参加高考的同学高三全程复习编写。成稿过程中，本着对考生、对学科高度负责的态度，题题把关，层层推敲，力求完美。我们相信，本套丛书能给广大读者一种耳目一新的感觉。使用这套丛书的考生定能从中得到启迪和教益。恳请广大师生和命题专家提出批评和修改意见，为此我们专门设立了信息办公室，负责收集整理读者反馈信息，以使再版时日臻完善。

前言

本书编写过程始终紧扣高考动态,针对3+X高考新的要求,充分听吸收相关资料的成功经验,集信息性和实用性为一体,力争使本书成为高三师生复习的得力助手。

本书共有三部分,是按照高三全程复习的三个阶段分编的

第一部分 供第一轮复习用,全面细致不落俗套,按章节先后顺序逐章阐述,每章章首设有〔本章高考要求〕和〔重点·热点·考点指向〕两栏目。根据近几年高考理科综合试题及最新的高考说明,对本章知识点的高考热点、地位及新考题动向进行尽可能准确具体的阐述。在此基础上,每章根据3+X的高考要求分几个单元,每个单元设有如下栏目:

〔知识排查 要点梳理〕 采取把基本知识、基本规律以填空形式出现,使学生通过看书对遗忘的知识加强记忆,同时能使学生对本单元知识系统化、网络化。

〔疑误点拨 学法指导〕 对疑点问题进行深入透彻地辨析,概括总结本单元涉及知识、规律和方法。

〔典例剖析 考题回顾〕 以典型例题或近几年来代表今后高考命题方向的高考试题为例,对基本解题思路、方法和综合问题进行剖析并予以启发指导,培养学生综合能力。

〔巩固训练〕 精选习题,全面而且有梯度以达到强化知识,培养能力的目的。

为了适应3+X综合考试,每章设立本章知识在多学科中应用单元,配有典型例题和高质量的综合练习,以便培养学生综合运用多学科知识分析解决问题的能力。

每章最后附有活页同步检测题,以方便教师查漏补缺、检测评估。

第二部分:打破一轮复习面面俱到之常规,从高考应试角度对知识能力点进行板块式拆装,把教材重点、难点、热点中有共性的知识点,重新组合,以若干个专题形式出现。

在编写过程中,首先注意了难度和精度,相对第一部分显现梯度,为减轻学生的作业负担,每一专题的例题均精选典型、流行的与实际应用相结合题目,辅以精当引导和点拨,习题配以详解答案。

知识结构上注意了知识内容的横向综合及典型问题纵向综合。总结各章的解题思想,归纳出综合问题,进而概括出常规求解思路,同时注意训练常用的科学思维方法及解题技巧,以达到培养学生分析处理综合问题的能力。

第三部分:①报告高考最新信息和热点,预测命题趋向;②结合典型例题,从怎样审题、怎样分析问题、怎样规范解题等角度,评述解题策略及技巧,和应试方法。③根据高考要求和2002年高考命题趋向,设计两套以学科内容综合为主的多学科综合测试题。

编者

目 录

第一部分 同步辅导与双基过关

第一章 力 物体的平衡	(1)
第一单元 力、物体的平衡	(1)
第二单元 力的合成与分解	(5)
第三单元 共点力作用下物体的平衡力矩	(9)
综合与创新	(13)
第二章 直线运动	(16)
第一单元 运动学基本概念	(16)
第二单元 匀变速直线运动	(19)
第三单元 自由落体和竖直上抛运动	(22)
第四单元 直线运动的图象	(24)
综合与创新	(27)
第三章 牛顿运动定律	(30)
第一单元 牛顿第一定律和牛顿第三定律	(30)
第二单元 牛顿第二定律	(33)
第三单元 物体受力分析 超重失重	(37)
第四单元 动力学的两类基本问题	(40)
第五单元 连结体问题	(44)
综合与创新	(48)
第四章 曲线运动 万有引力	(51)
第一单元 运动的合成和分解	(51)
第二单元 曲线运动 平抛运动	(55)
第三单元 圆周运动	(58)
第四单元 万有引力定律及天体运动	(63)
综合与创新	(68)
第五章 动量	(72)
第一单元 动量 冲量 动量定理	(72)
第二单元 动量守恒定律	(75)
第三单元 动量守恒定律的应用	(78)

第四单元 碰撞、爆炸和反冲·····	(81)
综合与创新·····	(83)
第六章 机械能·····	(86)
第一单元 功和功率·····	(86)
第二单元 动能定理及应用·····	(90)
第三单元 机械能守恒及应用·····	(93)
第四单元 功能关系和能量守恒·····	(96)
综合与创新·····	(100)
第七章 机械振动和机械波·····	(103)
第一单元 机械振动与单摆·····	(103)
第二单元 机械波·····	(108)
第三单元 振动图象与波的图象·····	(113)
综合与创新·····	(118)
第八章 分子运动理论 热和功 气体的性质·····	(121)
第一单元 分子运动论 热和功·····	(121)
第二单元 气体状态参量·····	(125)
第三单元 玻意耳定律·····	(129)
第四单元 查理定律 盖·吕萨克定律·····	(133)
第五单元 理想气体状态方程及应用·····	(136)
第六单元 气体的状态变化分析及图象·····	(140)
综合与创新·····	(144)
第九章 电场·····	(147)
第一单元 库仑定律 电场强度·····	(148)
第二单元 电势能 电势 电势差·····	(152)
第三单元 电场中的导体 电容 电容器·····	(156)
第四单元 带电粒子在匀强电场中的运动·····	(160)
综合与创新·····	(164)
第十章 恒定电流·····	(167)
第一单元 基本概念·····	(167)
第二单元 基本规律·····	(171)
第三单元 直流电路分析和计算·····	(175)
第四单元 电阻的测量·····	(180)
综合与创新·····	(184)
第十一章 磁场·····	(188)
第一单元 磁场的基本概念·····	(188)
第二单元 磁场对电流的作用力·····	(192)
第三单元 磁场对运动电荷的作用·····	(197)
第四单元 带电粒子在复合场中的运动·····	(200)

综合与创新	(204)
第十二章 电磁感应	(206)
第一单元 电磁感应现象、楞次定律	(206)
第二单元 感应电动势的分析和计算	(210)
第三单元 自感现象及电磁感应图象	(214)
综合与创新	(218)
第十三章 交变电流 电磁振荡与电磁波	(221)
第一单元 交变电流的产生及变化规律	(221)
第二单元 变压器 远距离输电	(225)
第三单元 电磁振荡电磁波	(229)
综合与创新	(232)
第十四章 光的反射和折射	(235)
第一单元 光的直进 平面镜	(235)
第二单元 光的折射 全反射	(240)
第三单元 透镜成像	(244)
综合与创新	(247)
第十五章 光的本性	(251)
第一单元 光的波动性	(251)
第二单元 光电效应和光的波粒二象性	(255)
综合与创新	(259)
第十六章 原子和原子核	(262)
第一单元 原子结构	(262)
第二单元 原子核	(265)
综合与创新	(268)
第十七章 实验	(271)
第一单元 基本仪器的使用及实验数据处理	(271)
第二单元 学生实验	(277)
第三单元 演示实验	(300)
第四单元 设计实验	(304)

第二部分 专题归纳与强化训练

专题一 平衡条件及应用	(310)
专题二 牛顿运动定律及应用	(313)
专题三 追及相遇问题	(319)
专题四 圆周运动及卫星问题	(322)
专题五 用动量观点解题	(325)
专题六 用能量观点解题应用	(329)
专题七 动量和能量的综合应用	(332)

专题八 弹簧类问题	(336)
专题九 振动和波	(341)
专题十 力学在生活、生产、科技及多学科中的应用	(345)
专题十一 气态方程的常见类型	(352)
专题十二 热学图象及状态变化过程分析	(355)
专题十三 热学在生产、生活、科技及多学科中的应用	(358)
专题十四 电粒子在复合场中运动	(361)
专题十五 电路分析及计算	(365)
专题十六 “导电滑轨类”问题	(367)
专题十七 电容器及振荡电路分析	(371)
专题十八 电磁学在生产、生活、科技及多学科中的应用	(375)
专题十九 成像和视场问题	(379)
专题二十 近代物理中几个热点问题	(381)
专题二十一 光原在生产、生活、科技及多学科中的应用	(384)
专题二十二 高考中常出现的估算题	(390)
专题二十三 电表、电路的选择及实物连接	(392)
专题二十四 实验综合与创新	(397)

第三部分 备考指导与仿真演习

一、高考信息、热点定位	(401)
二、考前指导 答题技巧	(403)
专题一 常见的几种破题方法	(403)
专题二 怎样挖掘隐含条件	(407)
专题三 怎样规范做计算题论述题	(411)
专题四 怎样做物理综合题	(414)
三、备考演习	(418)
仿真演习(一)	(418)
仿真演习(二)	(422)

注:另附详细答案

第一章 力 物体的平衡

本章高考要求

1. 力是物体间的相互作用,是物体发生形变和物体运动状态变化的原因。力是矢量,力的合成和分解。(B)

2. 力矩(B)

3. 形变和弹力,胡克定律。(B)

4. 静摩擦,最大静摩擦力。(A)

5. 滑动摩擦。滑动摩擦定律。(B)

6. 共点力作用下的物体的平衡。(B)

说明:1. 关于力的合成与分解在计算方面只要求会应用直角三角形知识求解。

2. 不要求知道静摩擦因数。

重点 热点 考点指向

近几年来,本章所涉及的一些知识点,如:三种性质的力;物体的受力分析;力的合成与分解及共点力的平衡在高考中几乎年年有题,而且重在考查学生对这类知识的分析、推理能力及数学运算能力。

(1)在这三种性质的力中,“弹力”、“摩擦力”属高考热点。在考纲中对弹力及胡克定律的理解和应用属于B级要求,其中对于弹力大小和方向的判断,尤其是“弹簧模型”在不同物理情景下的

综合应用在高考中出现的频率极高,望引起重视。

“静摩擦力”在高考中既是重点又是难点,尽管在考纲中属于A级要求,但在复习中也不容忽视,重点应放在对静摩擦力的大小及方向的判断上。“滑动摩擦力”多在考查对公式“ $f = \mu N$ ”的应用,尤其是要正确理解“N”的含义。

(2)力的合成与分解遵从的是矢量的平行四边形定则,这一知识点无论在静力学还是动力学的应用中都占有非常重要的地位,高考中往往将其与一些数学法如:几何法、图象法、函数法等结合在一起使用,旨在全面考查学生的综合能力及用数学手段解决物理问题的能力。

(3)平衡状态下的物体是高中物理中重要的模型,解平衡问题的基础是对物体进行受力分析。对物体受力分析时不仅需要分析出三种性质的力是否存在,还要认识它们各自的特点及其在物体的运动中所起的作用,物体的平衡在物理学中有着广泛的应用:在静力学中有单体平衡、双体平衡;在气体压强的计算中,带电粒子在电、磁场中等等,都需要用到物体平衡知识。在高考中,直接出现或间接出现的几率非常大。

本章考查形式以选择、填空题为主,但在综合题中有大量渗透,尤其是通过本章学习所掌握的物理及数学方法、技巧对整个物理学的学习和应考是非常重要的。

第一单元 力 物体的平衡

知识排查 要点梳理

1. 力是物体间的相互作用,不接触的物体间也可能产生力,如磁力。任何一个力都有受力物体和施力物体。力的作用效果是形变或改变运动状态。力的作用效果与力的大小、方向、作用点这三个要素有关。在重力、弹力、摩擦力、浮力、支持力、压力、拉力、动力、阻力、向心力、回复力、内力、外力、分子力、电场力、磁场力、核力等。这些

力中按力的效果命名的有重力、弹力、摩擦力、浮力、支持力、压力、拉力、动力、阻力、向心力、回复力、内力、外力、分子力、电场力、磁场力、核力。按力的性质命名的有重力、弹力、摩擦力、浮力、支持力、压力、拉力、动力、阻力、向心力、回复力、内力、外力、分子力、电场力、磁场力、核力。力在国际单位制中的单位是牛顿,符号为N。力的测量工具是测力计、弹簧秤。

2. 重力是由于地球吸引而产生的力,其大小为 $G = mg$,它与物体的运动情况无关。测量物体重力时,要使物体处于静止状态。在超重或失重状态时,物体的重力不变。

力 不变。重力的作用点叫 重心，它不一定在此物体上；重力的方向为 竖直向下。

3. 弹力是由于物体发生 形变 而产生。一个物体产生的弹力作用于使此物体发生弹性形变的另一个物体上。弹力的大小一般是根据物体的运动情况，利用 平衡 条件或 牛顿第二定律 方程求解；弹簧的弹力大小跟 弹性伸长或缩短的长度 成正比，这一规律叫胡克定律，即 $F = -Kx$ ，式中 K 是 劲度系数。

4. 摩擦力产生条件：①有粗糙的接触面；②有正压力；③有 相对运动 或 相对运动趋势，三个条件缺一不可。摩擦力方向的判定：物体受到的摩擦力的方向与 物体间的相对运动 或 相对运动趋势 的方向相反。摩擦力大小计算：若是滑动摩擦，则可用 $f = \mu N$ 计算。式中的 μ 叫 动摩擦因素，它的数值跟 物体材料 和 接触面情况 有关，跟滑动的速度及其变化情况 无 关，跟接触面的大小 无 关。 N 是 两物体表面间的压力，并不总是等于物体的重力。若是静摩擦，一般应根据物体的运动情况，利用 平衡 条件或运动定律列方程求解。

误区点拨 学法指导

1. 重力的分析方法，重力是由于地球的吸引而产生的力，但它并不等于地球对物体的引力。重力是地球对物体的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。由于物体随地球自转所需向心力很小，所以计算时一般可近似地认为物体重力的大小等于地球对物体的引力。

2. 弹力的分析方法

(1) 弹力的有无。由于对弹力有无的分析是一个难点，尤其是对一些微小形变的分析，因此分析弹力的产生时一定要注意两个条件，此两个条件缺一不可。首先要看两物体是否接触，只有相互接触的物体之间才可能有弹力的作用，但仅仅有接触不一定能产生弹力，还要看二者间是否有弹性形变产生。所以接触是产生弹力的前提，发生弹性形变是关键。对一些不易判断的微小形变问题，可用假设法，用假设法判断弹力有无的基本

思路是：假设将与研究对象接触的物体解除接触，判断研究对象的运动状态是否发生改变，若运动状态不变，则此处不存在弹力；若运动状态改变，则此处一定存在弹力。

(2) 弹力的方向。a. 据物体的形变方向判断：弹力方向与物体形变方向相反，作用在迫使这个物体形变的那个物体上。具体情况有以下几种：(i) 轻绳的弹力方向沿绳且离开受力物体。(ii) 面与面，点与面接触时，弹力方向垂直于面（若是曲面则垂直于切面），且指向受力物体。(iii) 球面与球面的弹力沿半径方向，且指向受力物体。b. 根据物体的运动情况，利用平衡条件或动力学规律判断。

(3) 弹力的计算一般分为两类问题。一类是根据已知条件求物体间的压力和拉力。方法是用平衡条件或动力学规律。另一类是由胡克定律对弹簧问题的计算。

3. 摩擦力的分析方法

(1) 摩擦力的产生的条件。a. 有粗糙接触面；b. 有正压力；c. 有相对运动（或相运动趋势），以上三个条件中任缺一个，就不能产生摩擦力。

(2) 摩擦力的方向。a. 滑动摩擦力方向的判定：“滑动摩擦力的方向与物体相对运动的方向相反”是判定滑动摩擦力方向的依据。其步骤为：(I) 选研究对象（即受摩擦力作用的物体）。(II) 选跟研究对象接触的物体为参照物。(III) 找出研究对象相对参照物的速度方向。(IV) 滑动摩擦力的方向与相对速度的方向相反。b. 静摩擦力方向的判定；判定静摩擦力方向的依据是“静摩擦力的方向总是跟接触面相切，并且跟相对运动趋势的方向相反”。其步骤为：(I) 选研究对象（受静摩擦力作用的物体）。(II) 选跟研究对象接触的物体为参照物。(III) 假设接触面光滑，找出研究对象相对参照物的速度方向（即相对运动趋势的方向）。(IV) 静摩擦力方向与相对运动趋势的方向相反。

(3) 摩擦力大小的计算：在计算摩擦力的大小之前，必须首先分析物体的运动情况，判明是滑动摩擦，还是静摩擦。若是滑动摩擦，可用 $f = \mu N$ 计算。但要注意 N 是接触面的正压力，并不总是等于物体的重力。若是静摩擦，一般应根据物体的运动情况（静止、匀速运动或加速运动），利用平衡

条件或运动定律列方程求解。

典例剖析 考题回顾

【例1】(93上海)下列关于物体受静摩擦力作用的叙述中,正确的是 ()

- A. 静摩擦力的方向一定与物体的运动方向相反
 B. 静摩擦力的方向不可能与物体运动方向相同
 C. 静摩擦力的方向可能与物体运动方向垂直
 D. 静止物体所受静摩擦力一定为零

解析 静摩擦力的方向用物体相对哪个方向有运动趋势较难确定,可利用物体摩擦力产生的效果(加速度方向)进行判断。摩擦力的方向是与相对运动或运动趋势方向相反而不是与物体运动方向相反,例如依靠摩擦力而运动的物体摩擦力方向与物体运动方向是相同的,人走路就是靠静摩擦力向前运动的,由此可知 A, B, D 都是错误的。我们可以找出静摩擦力的方向与物体运动方向垂直的例子,例如静止在转动的水平转盘上的物体,受到向里的静摩擦力方向与运动方向垂直

【例2】(94全国)如图1-1所示, C 是水平地面, A, B 是两个长方形物块, F 是作用在物块 B 上沿水平方向的力, 物体 A 和 B 以相同的速度作匀速直线运动。由此可知, A, B 间的滑动摩擦系数 μ_1 和 B, C 间滑动摩擦系数 μ_2 有可能是:

- A. $\mu_1 = 0$ $\mu_2 = 0$ B. $\mu_1 = 0$ $\mu_2 \neq 0$
 C. $\mu_1 \neq 0$ $\mu_2 = 0$ D. $\mu_1 \neq 0$ $\mu_2 \neq 0$

答案: (B)、(D)

解析 把 A, B 看成一个大物体(整体法)。力 F 与 B, C 间的滑动摩擦力平衡, $\mu_2 \neq 0$ 。A, B 间摩擦力为 0, 因其间无相对运动和相对运动趋势(以相同速度作匀速直线运动), 则 μ_1 可能为 0, 也可能不为 0, 故 (B)、(D) 皆可能。

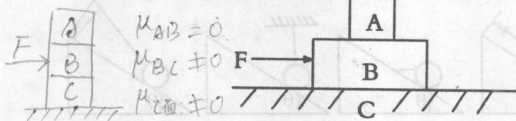


图 1-1

【例3】如图1-2所示,小车上固定一根

成 α 角的曲杆,杆的另一端固定一个质量为 m 的球,试分析下列情况下,杆对球的弹力。

- (1) 小车静止。
 (2) 小车以加速度 a 水平向右运动。

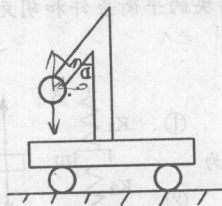


图 1-2

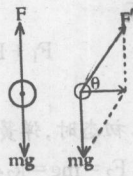


图 1-3

解析 受力分析如图1-3所示,

(1) 根据球的平衡条件可知:杆对球的弹力大小为 $F = mg$, 方向竖直向上。

(2) 设小球所受弹力方向与水平方向的夹角为 θ , 可知 $\tan \theta = \frac{ma}{mg} = \frac{a}{g}$

$$F' = \sqrt{(ma)^2 + (mg)^2} = m \sqrt{g^2 + a^2}.$$

说明 不能确定弹力方向时,可以根据物体的运动状态,利用平衡条件或动力学规律列方程求解。从本题结论可知,杆对物体的弹力方向不一定沿杆方向。

【例4】如图1-4所示,用外力 F 水平压在质量为 m 的物体上(设受力 F 面绝对光滑),恰好使物体静止。此时物体与墙之间的摩擦力为 f 。如果外力增加到 $3F$, 那么

这时物体与墙之间的摩擦力为多少? 图 1-4

解析 对于静止物体,静摩擦力只能和使物体产生运动趋势的力相平衡,当外力为 F 时,静摩擦力 f 恰好和重力 mg 相平衡,当外力增为 $3F$ 时,静摩擦力仍和重力 mg 相平衡,仍为 f 。

说明 由于 $f = \mu N$ 只适用于滑动摩擦力的计算。故本题不能认为摩擦力等于 μN , 正压力增到原来的 3 倍,则摩擦力也增大到原来的 3 倍。而静摩擦力只能根据所受力的情况由平衡条件计算(或由动力学公式计算)。所以在确定摩擦力大小之前,必须先分析物体的运动状态,判明发生的是滑动摩擦还是静摩擦。

【例5】如图1-5(甲)所示,劲度系数为 k_2 的轻质弹簧竖直放在桌面上,上面压一质量为 m 的物块,另一劲度系数为 k_1 的轻质弹簧竖直放在

物块上面,其下端与物块上表面连接在一起.要想使物块在静止时,下面弹簧承受物重的 $\frac{2}{3}$,应将上面弹簧的上端 A 竖直向上提高的距离是多少?

解析 末态时对物块受力分析

如图 1-5(乙)所示,依物块的平衡条件和胡克定律有

$$F_1 + F'_2 = mg.$$

初态时,弹簧 2 弹力为

$$F_2 = mg = k_2 \Delta x_2,$$

末态时,弹簧 2 弹力为

$$F'_2 = \frac{2}{3} mg = k_2 \Delta x'_2, \quad \text{③}$$

式③代入式①可得 $F_1 = k_1 \Delta x_1 = \frac{1}{3} mg.$

由几何关系有 $d = \Delta x_1 + \Delta x_2 - \Delta x'_2.$

④

联立式②、③、④得

$$d = \frac{mg(k_1 + k_2)}{3k_1 k_2}.$$

若原题中“下面弹簧承受物重的 $\frac{2}{3}$ ”改为

“下面弹簧受力为 $\frac{2}{3} mg$ ”时,则 d 有两解:一个是

上面的结论;另一个是按 k_2 伸长时受力 $\frac{2}{3} mg$,得

$$d = \frac{5}{3} mg \left(\frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} \right).$$

双基巩固练习

1. 关于物体重心的下列说法中,正确的是

(ACD)

A. 重心就是物体所受重力的作用点

B. 地球的重心在地心

C. 物体的重心可以不在物体上

D. 物体的形状改变,重心的位置可能改变

2. 月球表面重力加速度是地球表面重力加速度 g 的六分之一, g 取 10 m/s^2 .一位举重运动员在地球上最多能举起 120 kg 的杠铃,他在月球上最多能举起 (BC). (武汉市部分学校高三测试题)

A. 重为 120 kg 的杠铃

B. 质量为 720 kg 的杠铃

C. 重为 1200 N 的杠铃

D. 质量为 120 kg 的杠铃

3. 如图 1-6 所示,a、b 为两根

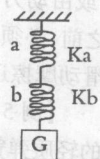


图 1-6

相连的轻质弹簧,它们的劲度系数分别为 $k_a = 1 \times 10^3 \text{ N/m}$, $k_b = 2 \times 10^3 \text{ N/m}$,原长分别为 $L_a = 6 \text{ cm}$, $L_b = 4 \text{ cm}$.在 b 的下端挂一物体 G,物体受到的重力为 10 N ,平衡时(广东省高考题) (BC)

A. 弹簧 a 下端受的拉力为 4 N ,b 下端受到的拉力为 6 N

B. 弹簧 a 下端受的拉力为 10 N ,b 下端受的拉力为 10 N

C. 弹簧 a 的长度变为 7 cm ,b 的长度变为 4.5 cm

D. 弹簧 a 的长度变为 6.4 cm ,b 的长度变为 4.3 cm

4. 如图 1-7 所示,位于斜面上的物块 M 在沿斜面向上的力 F 作用下,处于静止状态,则斜面作用于物块的静摩擦力的 (BD), AC

A. 方向可能沿斜面向上

B. 方向可能沿斜面向下

C. 大小可能等于零

D. 大小可能等于 F

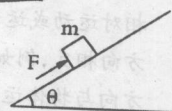


图 1-7

5. 如图 1-8 所示,物体放在水平面上,受到水平向右的力 $F_1 = 7 \text{ N}$ 和水平向左的力 $F_2 = 2 \text{ N}$ 的共同作用,物

体处于静止.则 (AD) (北京

市西城区试题)

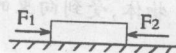


图 1-8

A. 若撤去 F_1 ,则物体受的合力一定为零

B. 若撤去 F_1 ,则物体受的摩擦力一定为零

C. 若撤去 F_2 ,则物体受的合力一定为 2 N

D. 若撤去 F_2 ,则物体受的摩擦力一定为 5 N

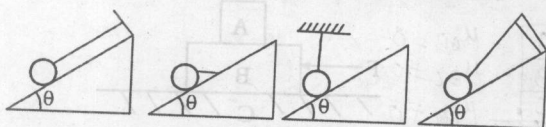
6. 如图 1-9 所示甲、乙、丙、丁四种情况,光滑斜面的倾角都是 θ ,球的质量都是 m ,球都是用轻绳系住处于平衡状态,则 (BC) (辽宁省试题)

A. 球对斜面压力最大的是甲图所示情况

B. 球对斜面压力最大的是乙图所示情况

C. 球对斜面压力最小的是丙图所示情况

D. 球对斜面压力最小的是丁图所示情况



甲

乙

丙

丁

图 1-9

7. 质量为 m 的物体放在水平面上, 在大小相等、互相垂直的水平力 F_1 与 F_2 的作用下从静止开始沿水平面运动, 如图 1-10 所示, 若物体与水平面间的动摩擦因数为 μ , 则物体 () (成都试题)

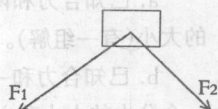


图 1-10

图 1-10 所示, 若物体与水平面间的动摩擦因数为 μ , 则物体 () (成都试题)

- A. 在 F_1 的反方向上受到 $f_1 = \mu mg$ 的摩擦力
- B. 在 F_2 的反方向上受到 $f_2 = \mu mg$ 的摩擦力
- C. 在 F_1 、 F_2 合力的反方向上受到的摩擦力为 $f_{\text{合}} = \sqrt{2}\mu mg$
- D. 在 F_1 、 F_2 合力的反方向上受到的摩擦力为 $f_{\text{合}} = \mu mg$

8. 如图 1-11 所示, 物体 A 放在物体 B 上, 物体 B 放在光滑的水平面上, 已知 $m_A = 6\text{ kg}$, $m_B = 2\text{ kg}$, A、B 间动摩擦因数 $\mu = 0.2$, A 物上系一细线, 细线能承受的最大拉力是 20 N , 水平向右拉细线, 下述中正确的是: ($g = 10\text{ m/s}^2$) () (东城试题)

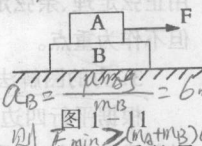


图 1-11

- A. 当拉力 $F < 12\text{ N}$ 时, A 静止不动
- B. 当拉力 $F > 12\text{ N}$ 时, A 相对 B 滑动
- C. 当拉力 $F = 16\text{ N}$ 时, B 受 A 摩擦力等于 4 N
- D. 无论拉力 F 多大, A 相对 B 始终静止

9. 如图 1-12 所示, A、B、C 的质量分别为 m_A 、 m_B 、 m_C , A、B 间用细绳连接挂在固定在 C 上的光滑定滑轮上. 整个系统相对于地处于静止状态, 则 B 对 C 和地面对 C 的摩擦力的大小分别是 () (南昌试题)

- A. $m_A g$, $m_B g$
- B. $m_B g$, $m_A g$
- C. $m_A g$, 0
- D. 0 , 0

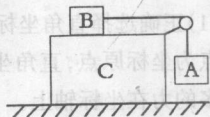


图 1-12

10. 如图 1-13 所示, a、b 为两根相连的轻质弹簧, 它们的劲度系数分别为 $k_a = 1 \times 10^3\text{ N/m}$, $k_b = 2 \times 10^3\text{ N/m}$, 原长分别为 $L_a = 6\text{ cm}$, $L_b = 4\text{ cm}$. 在下端挂一物体 G, 物体受到的重力为 10 N , 平衡时 () (上海考题)

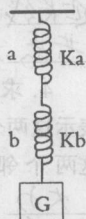


图 1-13

- A. 弹簧 a 下端受的拉力为 4 N , b 下端受的拉力为 6 N
- B. 弹簧 a 下端受的拉力为 10 N , b 下端受的拉力为 10 N
- C. 弹簧 a 的长度变为 7 cm , b 的长度变为 4.5 cm
- D. 弹簧 a 的长度变为 6.4 cm , b 的长度变为 4.3 cm

11. 如图 1-14 所示, A、B 两物体重力都等于 10 N , 各接触面摩擦因数都等于 0.3 , 同时有 $F = 1\text{ N}$ 的两个水平力分别作用在 A 和 B 上. A 和 B 均静止, 则地面对 B 和 B 对 A 的摩擦力分别为 ()

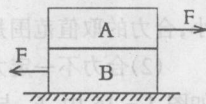


图 1-14

- A. 6 N 静 3 N 静
- B. 1 N 静 1 N 静
- C. 0 N 静 1 N 静
- D. 0 N 静 2 N 静

12. 如图 1-15 所示, 物体 A 以某一初速度沿斜面向下运动时, 斜面体 B 处于静止状态, 此时 B 与水平地面间的静摩擦力大小为 f_1 ; 若 A 以某一初速度沿斜面向上运动时, B 仍处于静止状态, 此时 B 与水平地面间的静摩擦力大小为 f_2 . 则 () (武汉市联考)

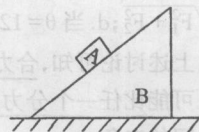


图 1-15

- A. f_1 可能为零
- B. f_1 不可能为零
- C. f_2 可能为零
- D. f_2 不可能为零

第二单元 力的合成与分解

知识排查 要点梳理

1. 一个力, 如果它产生的效果跟几个力的效果

果相同, 则这个力就叫那几个力的合力. 而那几个力就叫这个力的分力.

2. 求几个力的合力叫做力的合成. 求一个力的分力叫做力的分解.



3. 几个力如果都作用在物体的同一点,或者各力的延长线相交于同一点,这几个力就叫做共点力.

4. 求两个互成角度的共点力的合力,可以用表示这两个力的线段为邻边作平行四边形,这两个邻边之间的对角线就表示合力的大小和方向.这叫做力的平行四边形定则.

5. 求两个互成角度的共点力 F_1 、 F_2 的合力,可以把 F_1 、 F_2 首尾相连地画出来,把 F_1 、 F_2 的另外两端连接起来,则此连线就表示合力的大小和方向,这一方法叫三角形法则.

疑误点拨 学法指导

1. 力的合成;求几个力的合力叫力的合成.

(1) 共点的两个力 (F_1 、 F_2) 的合力 (F) 的大小,与它们的夹角 (θ) 有关; θ 越大,合力越小; θ 越小,合力越大.合力可能比分力大,也可能比分力小. F_1 与 F_2 同向时合力最大, F_1 与 F_2 反向时合力最小,合力的取值范围是 $|F_1 - F_2| \leq F \leq F_1 + F_2$.

(2) 合力不一定大于分力,如图 1-16 中, F_1 与 F_2 的合力 F 的大小可由余弦定理求得

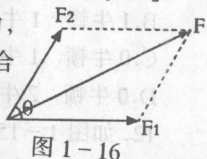


图 1-16

$F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2\cos\theta}$ 式中 θ 为 F_1 与 F_2 间的夹角.

由上式可知: a. 当 $\theta = 0^\circ$ 时, $F = F_1 + F_2$; b. 当 $\theta = 180^\circ$ 时, $F = |F_1 - F_2|$; c. 当 $\theta = 90^\circ$ 时, $F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2}$; d. 当 $\theta = 120^\circ$, 且 $F_1 = F_2$ 时, $F = F_1 = F_2$. 由上述讨论可知,合力既可能比任一个分力都大,也可能比任一个分力都小,它在大小依赖于两分力间的夹角.

(3) 共点的三个力,如果任意两个力的合力最小值小于或等于第三个力,那么这三个力的合力可能等于零.

2. 共点力的分解:由一个已知力求它的分力叫做力的分解.

(1) 在分解某个力时,要根据这个力产生的实际效果进行分解.

(2) 同一个力可以分解成无数对大小、方向不同的分力.下面是有确定的几种常见情况;

a. 已知合力和两个分力的方向,求两个分力的大小(有一组解).

b. 已知合力和一个分力的大小与方向,求另一个分力的大小和方向(有一组解).

c. 已知合力、一个分力 F_1 的大小和 F_2 的方向,求 F_1 的方向和 F_2 的大小(有一组解或两组解).

(3) 合力与分力的关系是等效替代关系.

(4) 力的合成与分解都遵循平行四边形定则,计算时首先要根据题目要求按照力的平行四边形定则作出力和合成或分解的图示,再根据数学知识解三角形求解合力与分力.主要要求解直角三角形问题,对于较简单的斜三角形问题,也应能利用正弦定理、余弦定理或相似三角形的知识求解,但不作为重点.

3. 力的图解法:

根据平行四边形定则,利用邻边及其夹角跟对角线长短的关系分析力的大小变化情况的方法,通常叫做图解法.图解法具有直观、简便的特点.应用图解法时应注意正确判断某个分力方向的变化情况及其空间范围.

4. 力的正交分解法

在很多问题中,常把一个力分解为互相垂直的两个分力,特别在物体受多个力作用时,把物体受到的各力都分解到互相垂直的两个方向上去,然后分别求每个方向的力的代数和,这样就可把复杂的矢量运算转化成了互相垂直方向上的简单的代数运算.

多力合成的正交分解法的步骤如下:

(1) 正确选择直角坐标系,能常选择共点力和作用点为坐标原点,直角坐标 x 、 y 轴的选择应使尽量多的力在坐标轴上.

(2) 正交分解各力,即分别将各力投影在坐标轴上,分别求 x 轴和 y 轴上各力投影的合力 F_x 和 F_y ,其中

$$F_x = F_{1x} + F_{2x} + F_{3x} \cdots$$

$$F_y = F_{1y} + F_{2y} + F_{3y} \cdots$$

(3) 共点力合力大小 $F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$

合力的方向与 x 轴夹角

$$\theta = \arctg \frac{F_y}{F_x}$$

典例剖析 考题回顾

【例1】 作用于同一点的三个力,大小分别为 4N, 7N 和 9N, 则它们合力的最大值是 _____ N, 最小值是 _____ N。

解析 作用于同一点的三个力, 当它们方向一致时, 合力最大, $F_{\text{合}} = (4+7+9)\text{N} = 20\text{N}$ 。

求三个共点力的合力可以先将其中任意两个力合成一个力, 然后再将该力与第三个力合成。如果该力和第三个力大小相等、方向相反, 则合力为零; 如果该力与第三个力方向相反、大小不相等, 那么, 它们之差也是合力的最小值。

由于本题中力 $F_1 = 4\text{N}$, $F_2 = 7\text{N}$, 它们的合力 F_{12} 范围在: $3\text{N} \leq F_{12} \leq 11\text{N}$, 可以看出 $F_3 (9\text{N})$ 介于 3N 和 11N 之间, 也就是说当 F_1 和 F_2 的夹角为某一角度时, 可以合成为 9N 的力。所以上述三个力合力的最小值为零。

说明 共点的三个力, 如果任意两个力的合力最小值小于或等于第三个力, 合力的最大值大于或等于第三个力, 那么这三个力的合力可能等于零。

【例2】 已知一个力 $F = 100\text{N}$, 把它分解为两个力, 已知其中一个分力 F_1 与 F 的夹角为 30° , 则另一个分力 F_2 的最小值为 _____ N。

解析 此题已知合力的大小、方向, 和一个分力的方向, 求另一个分力的最小值。可先画图表示, 如图 1-17 所示, 过 F 的顶点作 F_1 方向的平行线, 另一个分力由 O 点起, 其末端必定在这条平行线上 (这样才能符合平行四边形定则), 如图 1-17 F_2 如图中①所示时, 相应 F_1 如图中②所示, 可知当 F_2 垂直于 F_1 的方向时, F_2 有最小值 $F_{2\min}$

$$\text{即 } F_{2\min} = F \cdot \sin 30^\circ = \frac{1}{2} F = 50\text{N}$$

说明 本题所用分析方法, 称为图解法, 在分析矢量的动态变化时, 采用这种方法, 具有简捷、直观的优点。尤其是在合矢量不变, 一个矢量的方向不变, 分析另一个矢量的动态变化时, 更适合使用此法。

【例3】 半圆形支架 BAD, 两细绳 OA 和 OB

结于圆心 O, 下悬重为 G 的物体, 使 OA 绳固定不动, 将 OB 绳的 B 端沿半圆支架从水平位置逐渐移到竖直的位置 C 的过程中, (如图 1-18 甲) 分析 OA 绳和 OB 绳所受的力的大小如何变化?

解析 因为绳结 O 受到重物的拉力 T , 所以才使 OA 绳和 OB 绳受力, 因此将拉力 T 分解为 T_A 和 T_B (如图 1-18 乙)

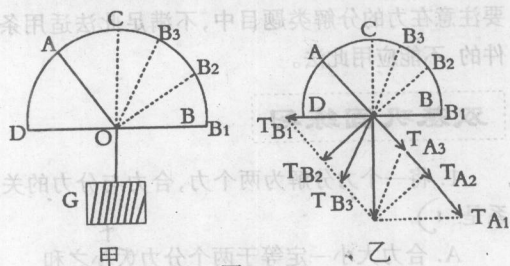


图 1-18

OA 绳固定, 则 T_A 的方向不变, 在 OB 向上靠近 OC 的过程中, 在 B_1 、 B_2 、 B_3 三个位置, 两绳受力分别为 T_{A1} 和 T_{B1} 、 T_{A2} 和 T_{B2} 、 T_{A3} 和 T_{B3} 。

从图形上看出, T_A 是一直逐渐变小, 而 T_B 却是先变小后增大, 当 OB 与 OA 垂直时 T_B 最小。

说明 这种利用图解法进行动态分析的方法, 不仅可以避免正交分解、列方程、解方程和讨论力的函数关系的繁琐过程, 而且具有简捷、直观的优点。凡是遇到合力的大小和方向不变, 一个分力的方向不变, 求这个力的大小及另一个分力的大小如何变化时, 都可用这种方法求解。

【例4】 (93 全国) 两根长度相等的轻绳, 下端悬挂一质量为 m 的物体, 上端分别固定在水平天花板上的 M、N 点, M、N 两点间的距离为 S , 如图 1-19 所示, 已知两绳所能经受的最大拉力均为 T , 则每根绳的长度不得短于 _____。

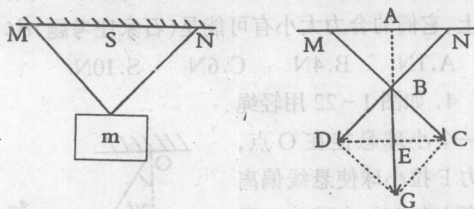


图 1-19

解析 由于物体重力 G 使两绳受到等大拉力 T , 将重力 G 沿两绳方向分解如图 1-20, 且作辅助线 AB、DC。若 BD 表示 T , BE 表示 $G/2$, 由

$\triangle ABN \sim \triangle EBD$ 得 $\frac{T}{G/2} = \frac{BN}{AB}$ 即 $\frac{T}{mg/2} = \frac{L}{\sqrt{L^2 - (\frac{S}{2})^2}}$ 解之, 得 $L = \frac{TS}{\sqrt{4T^2 - m^2g^2}}$

说明 本题突出的特点是利用三角形的相似比来求解。这种解法适用于在题目中给定绳长或给两点间距离, 求解力的大小或力的变化情况。要注意在力的分解类题目中, 不满足此法适用条件的, 不能应用此法。

双基巩固练习

1. 将一个力分解为两个力, 合力与分力的关系是 ()

- A. 合力大小一定等于两个分力大小之和
- B. 合力大小一定大于每一个分力大小
- C. 合力大小一定小于每一个分力的大小
- D. 合力大小有可能比两个分力都大, 也可能比两个分力都小, 还可能比一个分力大, 比另一个分力小

2. 如图 1-21 所示, AB 为轻质硬杆, AC 为轻绳, A 端悬挂一重物 G, 整个装置处于平衡状态。现在保持 AB 杆水平并且 G 不变, 将绳的固定点 C 向上移到 C', 则绳的拉力 T 的变化情况是 (石家庄考题)

- A. 一定减小
- B. 可能先减小后增大
- C. 一定增大
- D. 可能先增大后减小

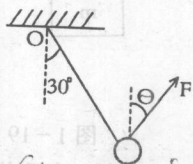
图 1-21

3. 大小分别为 4N、6N 的两个力作用一个质点上, 它们的合力大小有可能是 (石家庄考题)

- A. 1N B. 4N C. 6N D. 10N

4. 如图 1-22 用轻绳把一个小球悬挂在 O 点, 用力 F 拉小球使悬线偏离竖直方向 30° , 小球处于平衡, 力 F 与竖直方向成 θ 角, 要使 F 取最小值, θ 角应是 (西城考题)

- A. 30° B. 60° C. 90° D. 0



5. 如图 1-23 所示, 用两根轻绳 AO 和 BO 系住一小球, 手提 B 端由 OB 的水平位置逐渐缓慢地向上移动, 一直转到 OB 成竖直方向, 在这过程中保持 θ 角不变, 则 OB 所受拉力的变化情况是: (临沂考题)

- A. 一直在减小
- B. 一直在增大
- C. 先逐渐减小、后逐渐增大
- D. 先逐渐增大、后逐渐减小

图 1-23

6. 两个共点力 F_1 、 F_2 互相垂直, 其合力为 F, F_1 与 F 间的夹角为 α , F_2 与 F 间的夹角为 β , 如图 1-24 所示。若保持合力 F 的大小和方向均不变而改变 F_1 时, 对于 F_2 的变化情况, 以下判断正确的是

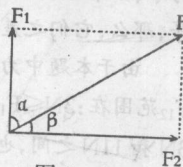


图 1-24

- A. 若保持 α 不变而减小 F_1 , 则 β 变小, F_2 变大
- B. 若保持 α 不变而减小 F_1 , 则 β 变大, F_2 变小
- C. 若保持 F_1 的大小不变而减小 α , 则 β 变大, F_2 变大
- D. 若保持 F_1 的大小不变而减小 α , 则 β 变小, F_2 变小

7. 如图 1-25 所示, 有五个力作用于同一点 O, 表示这五个力的有向线段恰分别构成一个正六边形的两邻边和三条对角线。已知 $F_3 = 10\text{N}$, 则这五个力的合力大小为 (合肥试题)

- A. 0 B. 20N C. 30N D. 40N

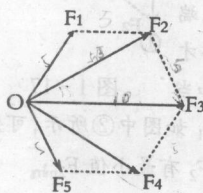


图 1-25

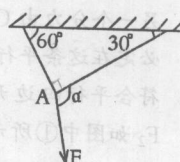


图 1-26

8. 两绳相交, 绳与绳、绳与天花板间夹角的大小如图 1-26 所示。现用力 F 作用于交点 A, F 与右绳间的夹角为 α 。保持 F 的大小不变, 改变 α 角的大小, 忽略绳本身的重力, 则在下述哪种情况下, 两绳所受的张力相等? ()

- A. $\alpha = 150^\circ$ B. $\alpha = 135^\circ$

正交分解

$$F \sin \theta = T \sin \alpha$$

$$F \cos \theta + T \cos \alpha = G$$

$$F = \frac{G \sin \alpha}{\sin(\theta + \alpha)}$$

当 $F \perp F_2$ 时 F 最小

此时 $\theta + \alpha = 90^\circ$

即 $\alpha = 90^\circ - \theta = 60^\circ$

故 B 正确