

高考新概念

3+X

聚合思维

JUHE

SIWEI

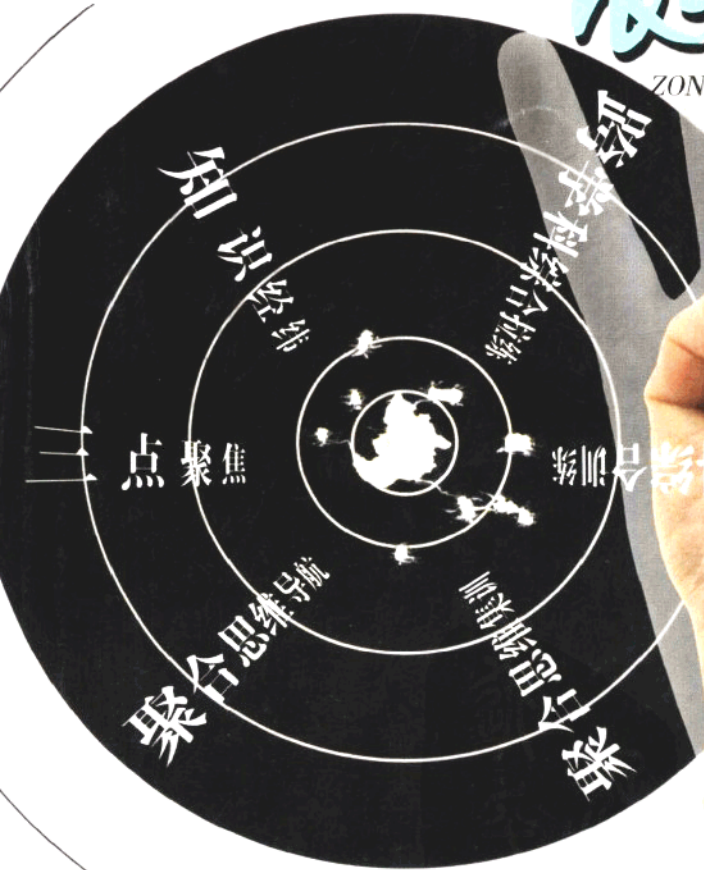
主编 郁祖权

总动员

ZONG

DONG

YUAN



安徽教育出版社

3+X

聚合思维

JUHE

SIWEI

物理

总动员

ZONG

DONGYUAN

高考新概念

主 编 郁祖权

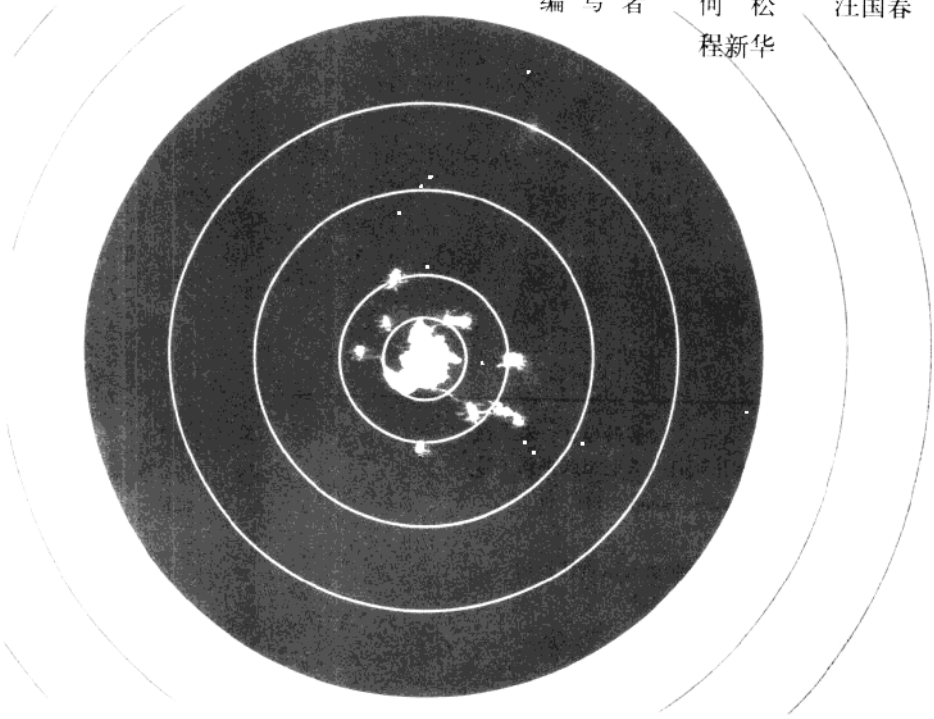
本册主编 黄恩涛

编 写 者 何 松

程新华

汪国春

黄恩涛



安徽教育出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

3+X 聚合思维总动员. 物理 / 黄恩涛等编著. —合肥:
安徽教育出版社, 2002.1
(高考新概念 / 郁祖权主编)
ISBN 7-5336-2812-8
I. 3... II. 黄... 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 084742 号

责任编辑: 杨多文 装帧设计: 朱 锦
出版发行: 安徽教育出版社 (合肥市跃进路 1 号)
网 址: <http://www.ahep.com.cn>
经 销: 新华书店
排 版: 安徽飞腾彩色制版有限责任公司
印 刷: 合肥义兴印刷厂
开 本: 787×1092 1/16
印 张: 14
字 数: 350 000
版 次: 2002 年 1 月第 1 版 2002 年 1 月第 1 次印刷
印 数: 7 000
定 价: 14.10 元

发现印装质量问题, 影响阅读, 请与我社发行部联系调换
电 话: (0551) 2651321 邮 编: 230061

序 言

思维是人类的特质,思维是智力的核心,思维更是能力的体现.思维的表现特征是素质教育重要的研究课题之一.古往今来成大器、立伟业者,无不有超凡的思维能力.诸葛亮以其对事物的深刻认识、缜密思维而料事如神,屡建奇功,成为中国古代智慧的化身;毛泽东在建国安邦中的文韬武略,无一不是其深邃洞察、周密思维的显现;爱因斯坦以其思维的独创性、批判性,创立了相对论等,成为 20 世纪的科学巨人;钱学森深刻、灵活、缜密的思维品质,使他成为中国两弹一星的功勋.

人的智力是由多重因素构建的,但核心是思维,有些青年学生总感慨自己的智力不如他人,因而成绩不理想.其实不然,《简明不列颠百科全书》中指出:“智力的高低并非不可改变,科学的训练,可以将之增进和提高……”因而,科学地训练思维能力,便是提高智力的有效方法.《3+X 聚合思维总动员》正是在《发散思维辅导》之后,从另一个角度、另一个层面对中学生思维品质进行科学训练.心理学家认为:聚合思维与发散思维是思维结构中求同与求异的两种形式,二者都有新颖性,二者都是创造性思维的必要前提.吉尼斯纪录世界智商最高记录保持者莎凡说:“智力增进法可以最大限度地调整和拓展你的心智,把你带到智力发展的高峰.”可以预期,青年学生通过这两套书的训练,涉足思维方法,探究思维过程,培养思维品质,思维的深刻性、灵活性、独创性、批判性、敏捷性必将大大提高.

中国思维科学学会筹委会主任
山西省社会科学院思维所所长

张发荣

2001 年 11 月

前言

随着素质教育的实施和招生考试制度的改革,高考命题指导思想由知识立意为主转向能力立意为主;2002年除台港澳外全部加入“3+X”命题行列,其中综合能力测试包括文科综合、理科综合等.命题的操作原则是既注重各学科内的综合,也兼顾跨学科的综合,跨学科的综合题占一定比例.为适应这种改革形势,我们编写了《“3+X”聚合思维总动员》(套书),共有语、数、外、理、化、生、政、史、地九科,作为高中毕业班学生综合复习用书.

这是安徽教育出版社继《发散思维辅导》之后出版的又一套论述思维方法的助学读物.聚合思维是相对于发散思维的另一种思维方式,即调动各种知识信息朝着某个既定目标聚合前进,以期解决问题、整理知识或总结方法的一种思维方式.高中学生不同于初中学生,其思维具有一定的抽象性和概括性,并逐步由经验型向理论型转化,思维的独立性和批判性已得到良好发展.特别是进入综合复习的高三学生,正处在中学教育和大学教育的交接阶段,逻辑思维已居主导地位,具有鲜明的意识性,稍加点拨即可更上一层楼.

本套书共设置了观察实验、分析综合、比较分类、抽象概括、归纳演绎、联想猜测、类比映射、建模化归、逆向推论、假说反驳等十多种解题思维方法.以法统题,以题说法,一题多解,多题一法.我们力求做到:

精选五类习题 减少陈题,不选偏题,补充新题;穿插文字、符号、图形、实物的读图填空题;增加综合题、应用题、实验题和创新能力考查题;重视单项表述能力和整篇写作能力的写作题;精选或设计一批全学科和跨学科聚合思维训练题.

协调四种关系 基础与能力的关系、课内与课外的关系、全面与重点的关系、依据大纲和灵活选材的关系.

渗透五个因素 思想方法的介绍、知识技能的连接、创新思维的启迪、实验能力的训练和应试心态的调节。

本套书各分册结构框架:按课本章节知识谋篇布局,以聚合思维方法为主线贯穿全书;各章包括知识经纬,三点聚焦,聚合思维导航(其中包括思维方式的转换、思维方法的运用和思维品质的培养),聚合思维集训,书末附有全学科聚合思维训练和跨学科聚合思维拉练。

本套书作者队伍强大,编写人员均为教学第一线优秀教师,教学和科研功底深厚;大多为特级教师、全国模范教师、全国先进工作者、全国优秀教师、省劳动模范、省十大杰出教师、省“五一”劳动奖章获得者、享受国贴、省级教坛新星和省市级名师等。《物理》由黄恩涛主编,其中第一章至第四章以及第十五章由汪国春编写,第五章、第六章由黄恩涛编写,第七章至第九章以及第十六章至第十七章由何松编写,第十章至第十四章由程新华编写,《全学科聚合思维集训》由汪国春、程新华和何松编写,《跨学科聚合思维集训》由黄恩涛、何松编写。

向中学生介绍科学思维方法是一种新的教学尝试,尽管书中许多内容是我们长期教学研究的心得和成果,但编写过程中仍有力不从心的感觉,甚或有构思不完善及错误之处,因此,恳请读者在使用中不吝指正,以期再版时修订。

郁祖权

2001年11月1日

《物理》聚合思维方法释义

【观察实验法】 通过物理仪器考察物理现象,解释实验结果并得出实验结论,以及根据要求设计简单的实验方案的思维方法.

【抽象概括法】 从所考察的问题出发,撇开个别的、非本质的因素,抽出其共同的、本质的物理属性,形成物理概念或规律的思维方法.

【比较分类法】 用某种同一标准,确定物理概念、物理规律及物理情景之间的差异点和共同点,分门别类地进行研究的思维方法.

【假说反驳法】 对那些具有非此即彼两种可能,并且不易直接证明其正确性的物理问题,证明与原结论相反的论断不成立的思维方法.

【归纳演绎法】 由个别的物理判断推出一般的物理判断的思维方法,叫做归纳法;由一般的物理判断推出个别的物理判断的思维方法,叫做演绎法.

【一般特殊法】 在物理事物一般规律的基础上,突出特定物理条件下典型问题的不同结论,将普遍性和特殊性相结合的思维方法.

【联想猜测法】 在已有的认知状态中,尝试建立所研究物理问题的目标和条件之间的联系,并用以解决问题的思维方法.

【类比映射法】 依据两类不同物理事物之间的某些相似关系,将一类事物的研究方法或规律应用于另一类事物的思维方法.

【建模化归法】 依据一定的物理规则,对所研究的实际问题进行抽象,构建合理的物理情景,并将其归结为相应的物理问题的思维方法.

【分析综合法】 将复杂的物理问题分解为简单的要素分别加以研究,找出各要素之间的联系,从而在整体上把握问题的思维方法.

目
录

第一章 力	1
第二章 直线运动	14
第三章 牛顿运动定律	26
第四章 曲线运动 万有引力	37
第五章 动量	47
第六章 机械能	62
第七章 振动和波	77
第八章 分子动理论 热和功	89
第九章 气体	93
第十章 电场	105
第十一章 恒定电流	119
第十二章 磁场	133
第十三章 电磁感应	142
第十四章 交变电流	153
第十五章 光的反射和折射	163
第十六章 光的本性	171
第十七章 原子和原子核	177
全学科聚合思维集训	184
跨学科聚合思维拉练	199

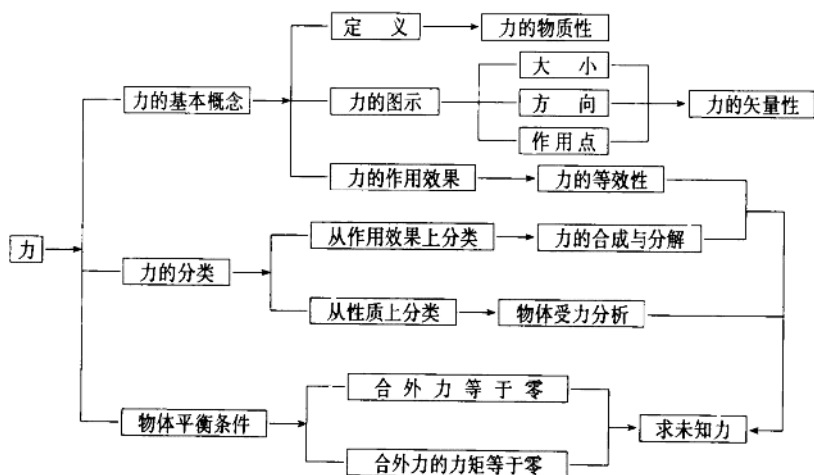


第一章

力



知识经纬



三点聚焦

【重点与难点】

力是贯穿力学甚至整个物理学的重要基本概念,本章主要介绍力的初步概念;分析力学中常见的三种力的特点;讲述共点力的合成和分解的原则和方法;探讨物体在共点力作用下的平衡条件;最后对力矩概念和有固定转轴物体的力矩平衡作初步介绍。

在《教学大纲》的必修加选修教学内容和要求中,将力的概念、力的矢量性、重力和重心、形变和弹力、滑动摩擦力、静摩擦力和最大静摩擦力、力的合成和分解、共点力的平衡、力矩和力矩的平衡列为 A 层次要求,平行四边形法则属于 B 层次要求。而在《高考说明》中,上述内容中除静摩擦力和最大静摩擦力属 A 层次要求外,其余考查内容均列为 B 层次要求。这说明本章的基本概念和知识点在高中物理中占有很重要的地位。

物体受力分析是力学的起点。要练就过硬的分析物体受力情况的基本功,就要了解各种性质力的特点,熟悉各种常见力的产生条件及方向特征。如:如何求解弹力大小;如何理解摩擦力的方向是“与相对运动或相对运动趋势方向相反”;摩擦力能否成为动力。这些概念是学生在学习难以理解的。在对力进行合成与分解的运算中,既要求学生充分了解力的作用效果,按照平行四边形法则,从力的作用效果上进行合成和分解,又要





求学生能用几何图形和三角函数等数学手段来分析解决物理问题.这是学生在学习本章内容的第二个难掌握的知识点.新教材将有固定转轴的物体力矩平衡作为必修内容,也成为本章内容中的重点和难点之一.

【热点】

从近几年高考命题情况来看,本章内容中物体受力分析;弹簧和细绳的弹力大小变化;静摩擦力方向的判断和大小的求解等知识点被反复考查,是高考的热点.力矩平衡作为一个相对独立的知识点,在高考中常被单独命题.本章内容知识点的考查常与其他章节知识点相结合,虽然难度不太大,但有较大的区分度.不少学生就是由于对物体受力情况判断分析错误,而导致解题失误.因此,在复习时应系统总结后续学到的电场力、磁场对电流的安培力、洛伦兹力、核力等各种性质力的大小和方向特征,培养对不同物理问题采用同一思路和方法分析、归纳的聚敛思维能力.



聚合思维导航

思维方式

本章围绕处于平衡状态下物体受力分析和求解未知力的大小和方向展开的.聚敛思维方式主要体现在:(1)分析与综合思维.应用于求解未知力大小和方向,判断某个力是否存在等问题.例如:对物体受力情况分析一般从四个方面来考虑:①根据这种性质力产生的条件来判断;②根据受力物体的平衡条件来判断;③根据力矩平衡条件来判断;④转换分析对象,将施力物体作为分析对象,再根据牛顿第三定律来判断.(2)抽象或形象思维.应用于力的图示法、平行四边形法则等问题.例如:用抽象的质点来代替分析对象求解共点力平衡问题;用形象的图示矢量代表力的大小和方向,并且可以用几何图形来表示力的合成和分解情况.(3)直觉或创新思维.如①受力分析对象的选择上,是采用整体法还是采用隔离法;②处理方法上是用图示法、正交分解法、相似形方法以及力矩平衡方法中的哪一种方法最简便.直觉和创新思维,既要求学生能尽快地根据所学知识找到解题的思路,又要求学生大胆地开拓,用各类新思想、新知识来分析旧问题,特别是运用新的数学手段解决物理问题.

思维方法

【比较分类法】

范例 1 如图 1-1 所示, A、B、C 三个物体叠放在一起,静止在水平面上, A 对 C 有压力吗?能否说 A 对 B 的压力就是 A 的重力?

思路 压力是从作用效果命名的力,从性质上分类,它属于弹力,要直接接触才能产生.所以, A 对 C 没有压力作用. A 所受重力与 A 对 B 的压力是两个完全不同的力,它们的区别在于:(1)它们属于不同性质的力;(2)它们的施力物体分别是地球和 A 物体;(3)它们的作用对象分别是 A 物体和 B 物体.所以,不能说 A 对 B 的压力就是 A 的重力.

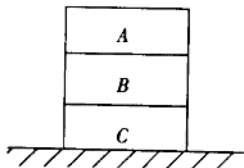


图 1-1

范例 2 下列各组力中,根据力的性质分类的是哪一组? ()

A. 弹力、拉力和磁力 B. 重力和动力 C. 摩擦力和万有引力 D. 撞击力和弹力

思路 拉力、动力和撞击力都是从力的作用效果来命名的,撞击力本质上属弹力范畴,正确答案是:C.

思维亮点 将力进行分类,有两种不同分类的方式.一种是根据不同性质进行命名的分类法,对物体进行受力分析时,要找出各个不同性质的力,并能说出它的来龙去脉,不可无中生有地虚构出来;另一种是根据力的作用效果进行命名的分类法,在进行合成和分解力时,要根据力的作用效果来进行.

【假说反驳法】

范例 1 在图 1-2 中,与小球接触的面都是光滑的接触面,小球静止时受到两个弹力作用的是哪个?

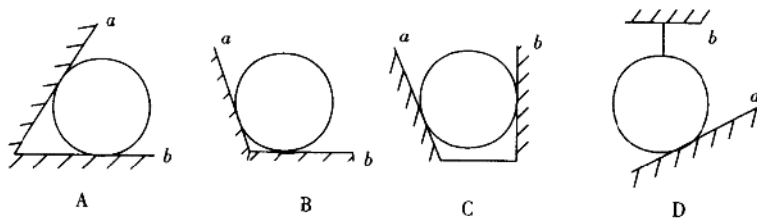


图 1-2

思路 相互接触的物体之间并不一定有弹力作用,只有发生了相互挤压或被拉伸时,物体产生弹性形变,才会有弹力产生.设 A、B、D 三图中,小球都受 a 面的弹力作用,则小球水平方向所受合力一定不为零,与小球处于平衡状态所满足的条件相矛盾.说明这三图中小球只受 b 平面的弹力作用.反之,在选项 C 图中,无论假设 a 面或 b 面对小球无弹力作用,小球都不能处于静止状态.正确答案:C.

范例 2 如图 1-3 所示,A、B、C 三物块组成的系统一起以同一速度沿水平面向右做匀速运动,其中 C 物块受到向右的水平恒力 F 的作用,试分析每个物块所受的摩擦力的大小和方向.

思路 假设 B 受到 A 的静摩擦力作用,B 物体水平方向合外力不等于零,假设不成立.假设 C 不受到 A 的静摩擦力作用,C 物体将在 F 力作用下加速,假设也不成立,C 物体受静摩擦力方向向左,大小等于 F .根据牛顿第三定律,A 物体受到 C 的静摩擦力方向向右,大小等于 F .A 物体要处于匀速运动状态,必然受到地面的滑动摩擦力作用,其大小也等于 F ,方向向左.

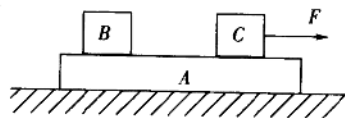


图 1-3

思维亮点 判断相互接触的物体间弹力和摩擦力是否存在?方向如何?方法多样,最好的方法是“假设法”.既可以假设接触面原本存在的弹力和摩擦力不存在,看看物体的平衡状态是否被破坏.也可以假设原本不存在的弹力和摩擦力存在,看看物体是否仍平衡.还可以假设弹力和摩擦力的方向,根据物体的平衡条件列出方程式,求得结果为负值,则力的方向与假设的方向相反,否则就相同.对静摩擦力,假设静摩擦力被取消,如果发生了相对运动,说明原来的相对静止是有相对运动趋势的静止,发生相对运动的方向就是原来的相对运动趋势的方向,从而



确定静摩擦力的方向.

【建模化归法】

范例 1 已知合力的大小和方向,求两个分力时,下面说法中正确的是().

- A. 若已知两个分力的方向,则这两个分力的大小是惟一确定的
- B. 若已知一个分力的大小和方向,则另一个分力的大小和方向都是惟一确定的
- C. 若已知一个分力的大小和另一个分力的方向,则这两个分力的大小和方向都是惟一确定的
- D. 合力可分解成两个与合力大小相等的分力,也可分解成两个比合力大得多的分力

思路 由几何作图的知识可以知道,如图 1-4 所示,图中线段 OA 代表合力 F 的大小和方向,若 OE 和 OP 两射线分别代表两个分力的方向,只要过 A 点分别作 OE 和 OP 的平行线,就可以确定一个惟一的平行四边形, A 正确.

在图 1-5 中,线段 OA 代表合力 F 的大小和方向, OB 代表分力 F_1 的大小和方向,只要连接 AB ,然后过 O 点作 OC 平行 AB 且长度相等(或交 OB 的平行线于 C 点),也可以作出一个惟一的平行四边形, B 正确.

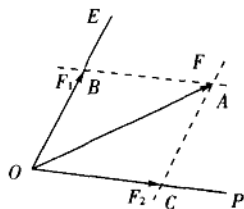


图 1-4

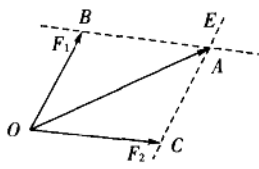


图 1-5

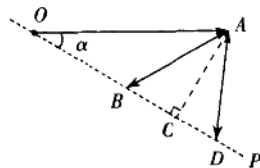


图 1-6

以某线段为对角线,总能画出边长等于对角线,或边长都比对角线长得多的平行四边形, D 正确.

对 C 选项,有如下几种情况,由图 1-6 所示的 OP 方向即为分力 F_1 的方向,要使 F_1 、 F_2 和 F 组成一个闭合的三角形,根据图解法可知:

(1) 当 $F_1 < F \sin \alpha$ 时,无解.

(2) 当 $F_1 = F \sin \alpha$ 时,有惟一解,即图中线段 AC 表示 F_2 ,线段 OC 表示 F_1 .

(3) 当 $F > F_1 > F \sin \alpha$ 时,有二解, F_1 的大小可用 OB 或 OD 表示, F_2 的方向也分别对应于沿 BA 方向和 DA 方向.

(4) 当 $F_1 \geq F$ 时,有惟一解.

范例 2 如图 1-7 所示,一球重为 mg 套在固定的竖直大圆环上,环半径为 R ,轻弹簧原长为 L ,其劲度系数为 K ,一端固定在圆环最高点,另一端与小球连接,所有接触面均光滑,试说明 L 满足什么条件,小球静止而且处于稳定平衡状态,弹簧与竖直方向的夹角 θ 为多大?

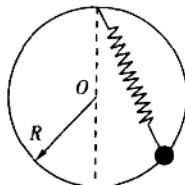


图 1-7

思路 (1) 当 $L \geq 2R$ 时,小球只能处于最低点时才能处于平衡状态, θ 角为零.



(2) 当 $K(2R-L) \leq mg$ 时, 即 $L \geq 2R - \frac{mg}{K}$ 时, 小球稳定平衡时仍在最低点, θ 角为零.

(3) 当 $L < 2R - \frac{mg}{K}$ 时, 小球稳定平衡时偏离了最低点, 设这时弹簧与竖直方向夹角为 θ . 对小球受力分析如图 1-8 所示, 小球受重力 G 和环的弹力 N 的合力 T' 一定与弹簧拉力 T 大小相等, 方向相反.

由弹力 N 、重力 G 及其合力 T' 组成的闭合三角形与几何三角形 OAB 相似, 根据比例关系 $\frac{T'}{AB} = \frac{N}{OB} = \frac{G}{OA}$ 求得:

$$N = G; T' = \frac{G}{R} \times AB = \frac{G}{R} \cdot 2R \cos \theta.$$

对弹簧由胡克定律得: $T = K \cdot (2R \cos \theta - L)$.

$$\text{再由 } T = T' \text{ 得 } \cos \theta = \frac{KL}{2(KR - G)},$$

这时弹簧与竖直方向夹角为 $\arccos \frac{KL}{2(KR - G)}$.

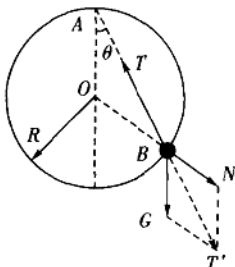


图 1-8

思维亮点 在讨论合力与其两个分力的关系和讨论物体在三个共点力作用下处于平衡状态的问题时, 总能找到一个闭合三角形, 用其三边的边长来代替三个力的大小, 用三角形的内角来表述这些力的方向关系. 然后用求解三角形边长和内角的方法, 如: 余弦定理、正弦定理、相似三角形法等, 讨论或求解某个力的大小及其方向.

【分析综合法】

范例 1 如图 1-9 所示, 重为 60 N 的物体, 放在粗糙水平面上, 现施加一个与水平方向成 $\alpha = 53^\circ$ 的拉力 F 作用, 试画出物体所受摩擦 f 随 F 逐渐增大而变化的图象. 已知 $\mu = 0.5$, 最大静摩擦力等于滑动摩擦力, $\sin 53^\circ = 0.8$.

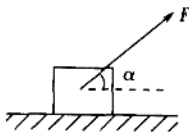


图 1-9

思路 当 F 较小时, 物体保持静止, 根据平衡条件有所受的静摩擦力 $f_{\text{静}} = F \cos \alpha$.

可见, 静摩擦力 f 与拉力 F 成正比.

当 F 较大时, 物体在相对滑动, 根据滑动摩擦力特点有所受的滑动摩擦力 $f_{\text{滑}} = \mu(G - F \sin \alpha)$.

可见, 其图象仍是一条直线.

物体将要滑动而没有滑动时有 $F \cos \alpha = \mu(G - F \sin \alpha)$, 代入数值可得, $F = 30$ (N), 这时, $f_{\text{静}} = 18$ (N) 即图象中 a 点. 当 $N = G - F \sin \alpha = 0$ 时, 物体将要离开水平面, 这时 $f_{\text{滑}} = 0$, 即图象中的 b 点. 图象如图 1-10 所示.

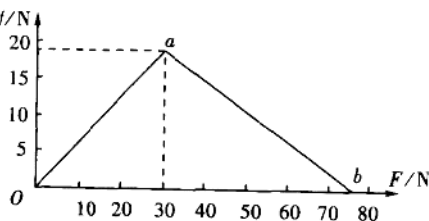


图 1-10

思维亮点 静摩擦力的大小只能根据平衡条件或牛顿运动定律来求解, 一般不随正压力减小而减小, 只是最大静摩擦力随正压力减小才减小. 滑动摩擦力的大小与正压力成正比, 只有在匀速运动时, 才能根据平衡条件求解. 也可以在变速运动中由牛顿运动定律来求解, 这是在第三章将学的内容.



范例 2 如图 1-11 中所示,物体 A 的质量 m 为 $2\sqrt{3}$ kg,用细线连在光滑小钩上. 现将一条轻而柔软的细绳一端拴在天花板上的 P 点,另一端拴在竖直墙上的 Q 点, P 点到 O 点的距离是绳长的一半,细绳处松垂状态. 若将小钩挂到细绳上,在达到平衡时,绳所受的拉力是多大?

思路 由于是光滑的小钩挂在细绳上,相当于一个动滑轮,因此细绳张力处处相等. 受力如图 1-12 所示, $T_1 = T_2 = T$. ①

由水平方向平衡可知, $T_1 \cos \theta_1 = T_2 \cos \theta_2$. ②

由竖直方向平衡可知, $T_1 \sin \theta_1 + T_2 \sin \theta_2 = mg$. ③

求得 $\theta_1 = \theta_2 = \theta$.

由几何关系可知 $l_1 \cos \theta_1 + l_2 \cos \theta_2 = \overline{OP}$. ④

再由 $l_1 + l_2 = 2\overline{OP}$, 可得 $\cos \theta = \frac{1}{2}$, 即 $\theta = 60^\circ$.

求得 $T = \frac{\sqrt{3}}{3}mg = 20$ N.

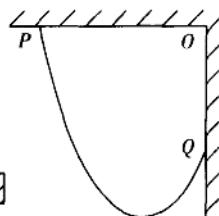


图 1-11

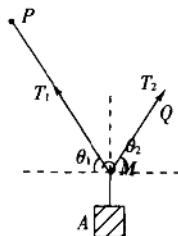


图 1-12

思维亮点 如何选择解题的突破点, 主要在了解题意的基础上, 考虑所给出的已知条件的含义. 本题中的关键条件是: (1) 由光滑的小挂钩这一条件可知 $T_1 = T_2 = T$, 并由此得出 $\theta_1 = \theta_2 = \theta$. (2) 由绳长是 OP 的 2 倍, 根据几何知识求出 $\theta = 60^\circ$. 善于从已知条件中寻找解题的方法和思路, 善于了解出题者的用意, 是综合分析能力的一种体现.

【类比映射法】

范例 1 一个重为 G 的物体被细绳悬挂后, 再对物体施加一个大小一定的作用力 F ($F < G$), 使物体在某一位置重新获得平衡, 如图 1-13 所示, 若不计悬线质量, 求悬线与竖直方向的最大夹角多大?

思路 设施加 F 力的方向与细线的夹角为 α 时, 细线与竖直方向夹角最大, 大小为 θ . 如图 1-14 所示.

在垂直细线方向合外力为零.

$$F \sin \alpha = G \sin \theta.$$

由于 F, G 大小确定, 故 $\alpha = 90^\circ$ 时, θ 角最大, 由 $\sin \theta = \frac{F}{G}$ 得 $\theta = \arcsin \frac{F}{G}$.

思维亮点 在很多问题中, 常只需考虑某一方向上的平衡, 一般采用正交分解法. 对以上实例进行类比, 可以发现: (1) 正确地选择坐标系的方向, 可以使问题大为简化. (2) 正交分解法在应用时一般要尽量分解已知力, 使尽量多的未知力沿坐标轴方向上. (3) 例 1 告诉我们, 同一个题中, 可以两次选择不同坐标系来求解. (4) 在动力学中一般选择沿加速度方向和垂直加速度方向建坐标系, 分别列出牛顿第二定律表达式和平衡方程.

范例 2 如图 1-15 所示, 绳子一端固定于墙上 A 点, 另一端通过定滑轮吊一重物 G, 定滑轮固定在杆 BC 的 C 端, 杆 BC 可绕 B 点无摩擦转动, 不计杆、滑轮和绳子的质量. 现

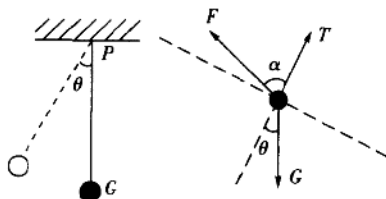


图 1-13

图 1-14

将绳端 A 点沿墙向下移动一小段距离并使整个装置达到新的平衡后,问 BC 杆受到的压力如何变化? 试简述分析过程和理由.

思路 由于轻杆可绕 B 点转动,因此平衡时滑轮受力一定通过转轴 B,即沿轻杆的方向. 又由于绳子张力处处相等,对滑轮的作用力一定沿 AC 与 CD 的角平分线方向. 所以, $\triangle ABC$ 是等腰三角形, $AB=AC$.

当 A 点沿墙下移一段距离后,只有减小 α 角才能达到重新平衡,因为 $N=2T\cos\alpha$, 所以 BC 杆受到压力增大.

思维亮点 将细绳的张力与轻杆的张力进行类比发现,细绳的张力一定沿细绳方向,而且是收缩力. 轻杆可以承受拉力、压力,而且可以不沿着杆子方向. 但如果轻杆可绕固定转轴转动时,除转轴对轻杆有作用力外,其他外力的合力一定通过转轴,维持力矩平衡.

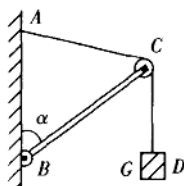


图 1-15

【一般特殊法】

范例 1 如图 1-16 所示,在两块固定木板间,夹着质量 $m=6\text{ kg}$ 的木块 A,所加的水平压力为 $F_1=100\text{ N}$,木块与木板间的动摩擦因数为 $\mu=0.4$, (1) 要使木块 A 被水平方向匀速抽出来,需施加多大的平行于木板的力? 方向如何? (2) 要使木块 A 被抽出来,施加平行于木板上的力的大小在什么范围内?

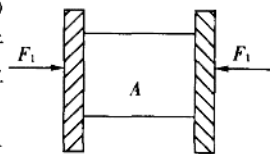


图 1-16

思路 A 要被抽出来,在左、右面受滑动摩擦力分别都等于 μF_1 ,方向都与抽出方向相反. 所以,如果向水平方向抽木块,则根据平衡条件:

$$\begin{cases} \text{水平方向上: } F\cos\theta=2\mu F_1; \\ \text{竖直方向上: } F\sin\theta=G. \end{cases} \quad \begin{matrix} \text{①} \\ \text{②} \end{matrix}$$

求得: $\theta=37^\circ$, $F=100\text{ N}$.

当木块被向下抽出时,所需拉力 F 最小,最小拉力为 $F'=2\mu F_1-G=20\text{ N}$.

当木块被向上抽出时,所需拉力 F 最大,最大拉力为 $F''=2\mu F_1+G=140\text{ N}$.

故 $20\text{ N} \leq F \leq 140\text{ N}$ 的范围内都可能将木块沿不同方向匀速抽出.

范例 2 均匀木板长 12 米,重 200 牛顿,距 A 端 3 米处有一固定转轴 O,另一端 B 用细绳悬挂,使板呈水平状态,绳与板成 30° 角,如图 1-17 所示. 如果细绳能承受的最大拉力为 200 牛,重为 600 牛的人能在板上安全行走的范围多大?

思路 当人处在 OA 之间时,一旦人的重力对转轴 O 的力矩大于板的重力对转轴 O 的力矩,板将逆时针翻转. 因此,人处于 OA 之间距转轴 O 的最大距离为 x_1 ,这时细绳拉力为零,根据力矩平衡: $G_A \cdot x_1 = G_B \cdot l_{OB}$.

①

将 $G_A=600\text{ N}$, $G_B=200\text{ N}$, $l_{OB}=3\text{ m}$ 代入得 $x_1=1\text{ m}$.

当人处于 OB 之间,距转轴 O 的最大距离为 x_2 时,

细绳拉力达到最大值,根据力矩平衡:

$$G_A \cdot x_2 + G_B \cdot l_{OB} = T_{\max} \cdot l_{OB} \sin 30^\circ. \quad \text{②}$$

将 $G_A=600\text{ N}$, $G_B=200\text{ N}$, $l_{OB}=3\text{ m}$, $T_{\max}=200\text{ N}$, $l_{OB}=9\text{ m}$ 代入,求得 $x_2=0.5\text{ m}$.

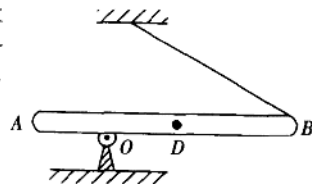


图 1-17



思维亮点 在物理问题中常有“极值”问题的讨论，一般是从考虑题中的某一物理量超过一定的“极限”后，物体的平衡条件将被破坏，或者物体不能在满足题意状态下保持平衡。这类问题的处理要从该物理量的“极大”或“极小”两种特殊情况来考虑。

【演绎归纳法】

范例 如图 1-18 所示，在棒的 A 端受到 F_1 、 F_2 、 F_3 、 F_4 四个力作用，它们大小关系是： $F_1 > F_3 = F_1 > F_2$ ，作虚线 PQ 并使 $PQ \parallel OA$ 。关于这四个力对转轴 O 的力矩的大小关系正确的是()。

- A. $M_1 > M_2 > M_3 > M_4$ B. $M_2 > M_3 > M_1 > M_4$
C. $M_3 > M_2 = M_1 > M_4$ D. $M_3 = M_2 = M_1 = M_4$

思路 将 F_1 、 F_2 、 F_3 、 F_4 分别分解成平行于杆 OA 的分力和垂直 OA 的分力，其中平行 OA 的分力对转轴 O 的力矩为零，垂直 OA 的分力对转轴 O 的力臂都等于 OA 的长度，只需比较该分力的大小，就可知道该分力产生力矩的大小。根据力的作用效果的等效性，合力的力矩等于诸分力产生力矩的代数和，可以得出选项 C 正确。

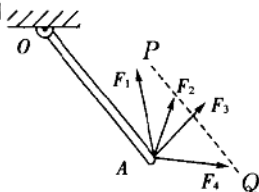


图 1-18

思维亮点 在求解力矩问题时有三种方法，在如图 1-19 所示中，杆的转轴 O 垂直于纸面，作用力 F 在纸面内作用于 A 点，OA 的长度 l ，力 F 与 OA 夹角为 α ，求力 F 对转轴 O 的力矩。

(1) 根据定义式，作 OB 垂直于力 F 的作用线于 B 点，则 OB 为力臂，力矩大小 $M = F \cdot (L \sin \alpha)$ 。

(2) 将 F 分解成一个分力平行 OA，另一个分力垂直 OA。垂直 OA 方向分力的力矩 $M = (F \sin \alpha) \cdot L$ 。

根据等效性，F 对转轴 O 的力矩表达式写成上述两种情况，具有不同的物理意义。

(3) 根据物体处于静止或匀速转动状态时力矩平衡的条件，用求已知力的力矩来求解未知力的力矩。

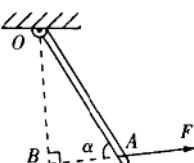


图 1-19



聚合思维集训

【比较分类法】

- 下面关于力的说法中正确的是()。
 - 物体受某外力的作用，一定会产生形变
 - 物体的运动状态发生了变化，一定是受到外力的作用
 - 只要两个力的大小相等，方向一致，它们产生的效果一定相同
 - 只有直接接触的物体之间才有力的作用
- 一物体静止在水平桌面上，则()。
 - 物体所受重力与桌面对它的支持力是一对作用力与反作用力
 - 桌面会受到弹力作用，这是因为桌面发生了形变
 - 物体对桌面的压力就是物体的重力，这两个力实质上是一个力

- D. 桌面对物体支持力的大小等于物体的重力,这两个力是一对平衡力
3. 现给出 10 个力的名称:重力、压力、摩擦力、阻力、下滑力、弹力、拉力、支持力、动力、电磁力. 其中根据力的性质命名的是_____,根据力的作用效果命名的是_____.

【假说反驳法】

1. 关于摩擦力的说法中正确的是().
- A. 摩擦力的大小总是与正压力成正比
- B. 滑动摩擦力的方向与物体运动方向一定相反,即它一定是阻力
- C. 运动的物体可能受静摩擦力作用
- D. 静止的物体可能受到滑动摩擦力的作用
2. 物体放在水平地面上,受推力方向沿水平方向,向左的 $F_1=12\text{ N}$,向右的 $F_2=5\text{ N}$,如图 1-20 所示,物体保持静止. 下列判断正确的有().

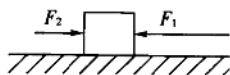


图 1-20

- A. 撤去 F_1 , 物体仍静止
- B. 撤去 F_1 , 物体受合外力为 5 N , 方向向右
- C. 撤去 F_2 , 物体受合外力可能等于 8 N
- D. 撤去 F_2 , 物体受合外力可能等于 3 N
3. 重为 80 N 的木块放在水平面上,它与水平面间的动摩擦因数 $\mu=0.25$,最大静摩擦力 25 N . 现用水平拉力拉木块,当拉力大小由零增大到 23 N 时,木块受到摩擦力大小为____;当拉力大小由 28 N 减小到 23 N 时,木块受到的摩擦力大小为_____.

4. 如图 1-21 所示, A 物体重为 20 N , B 物体重为 40 N , B 物体与桌面动摩擦因数为 $\mu=0.25$. 不计绳和滑轮间摩擦,要使 B 物体做匀速运动,则 C 物体的重力大小可能为_____.

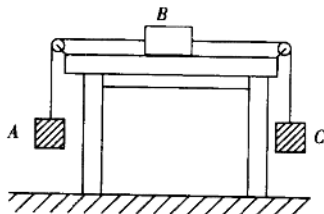


图 1-21

【建模化归法】

1. 设有 5 个力同时作用于质点 P, 它们的大小和方向相当于正六边形的两条边和三条对角线, 如图 1-22 所示, 这五个力的合力等于其中最小的力 F_1 的几倍?

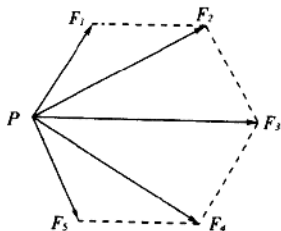


图 1-22

- A. 3 倍 B. 4 倍
- C. 5 倍 D. 6 倍
2. 作用在某一物体上的两个共点力的合力大小随两个力之间的夹角角度变化而变化, 结果如图象 1-23 所示, 则这两个力的大小分别是____N 和____N.

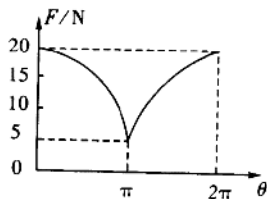


图 1-23

3. 如图 1-24 所示, 长方形斜面的倾