



新政策版

洞悉命题规律 集粹典型试题 预测知识考点

高校自主招生考试 直通车

物理



上海交通大学出版社

SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

编著 范小辉



范小辉

特级教师，华师大二附中，上海市、江苏省特级教师。曾荣获全国五一劳动奖章、省有突出贡献中青年专家和省十大杰出青年、省劳动模范、市优秀教师等荣誉称号。曾参加教育部首期全国中学物理骨干教师国家级培训。多年从事高中物理教学工作，教学思想先进，教学方法灵活，教学手段多样，教学效果显著，物理高考成绩名列省市前茅。自1993年起还兼带物理竞赛辅导与培训，先后有5位学生在全国物理竞赛的决赛中获第一、第二名，20人进入国家物理奥赛集训队，4位学生获国际物理奥赛金牌，4位学生获亚洲物理奥赛金牌。在各种物理教学杂志上发表论文30多篇，对物理竞赛、自主招生和高考辅导都有一套成熟有效且独到的教学方法，编著的多本竞赛和自主招生辅导书位列当当网中小学教辅畅销书的年度排名前300名。

巍巍交大 百年书香
www.jiaodapress.com.cn
bookinfo@sjtu.edu.cn



责任编辑 易文娟
封面设计 朱琳珺

高校自主招生考试直通车



新政策版

高校自主招生考试直通车 数学（新政策版）



高校自主招生考试直通车 物理（新政策版）

高校自主招生考试直通车 面试（新政策版）

新政策版

高校自主招生考试 直通车

物理

编著 范小辉



上海交通大学出版社
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

内容提要

本书根据近年各重点高校自主招生及学科营考试中对物理学科的要求,精心选择既与高考内容相关、又高于高考要求的31个专题,通过知识概要、典型例题、巩固练习三个模块的详细阐述,力求使学生通过不长时间的学习达到重点高校自主招生考试对物理学科内容与能力两方面的要求,从而在自主招生考试中取得优异成绩。在书后对练习题都给出提示或简解。本书还特别适合学校作为开设选修课的教材,每个专题对应一次课的内容,一年时间正好可以修选完全部自招要求的内容。

图书在版编目(CIP)数据

高校自主招生考试直通车.物理:新政策版/范小辉编著. —上海:上海交通大学出版社, 2015
ISBN 978-7-313-13896-5

I. ①高… II. ①范… III. ①中学物理课—高中—升学参考资料 IV. ①G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 235213 号

高校自主招生考试直通车 物理 (新政策版)

编 著: 范小辉

出版发行: 上海交通大学出版社

邮政编码: 200030

出 版 人: 韩建民

印 制: 常熟市文化印刷有限公司

开 本: 787 mm×960 mm 1/16

字 数: 374 千字

版 次: 2010 年 7 月第 1 版 2015 年 10 月第 6 版 印 次: 2015 年 10 月第 20 次印刷

书 号: ISBN 978-7-313-13896-5/G

定 价: 45.00 元

地 址: 上海市番禺路 951 号

电 话: 021-64071208

经 销: 全国新华书店

印 张: 21

版权所有 侵权必究

告读者: 如发现本书有印装质量问题请与印刷厂质量科联系

联系电话: 0512-52219025



再版说明

名校,是莘莘学子梦寐以求的奋斗目标,逐步过渡的多元化评价体系催生的招生形式层出不穷:从历年交大冬令营、复旦千分考、全国五校联考、北大校长推荐制到“华约”、“北约”、“卓越同盟”的形成,地方高校的自主招生考试也群雄逐鹿等,目的只有一个:提前选拔出适合高校培养方向的更优秀的人才。

选拔,从形式看,考察内容分为面试、笔试、GSI等模式。面试考察的综合性较强,试题内容宽泛、灵活,考核重点在于考生的逻辑思维能力、分析能力、专业潜质等各方面。而笔试基本是所有自主招生院校都例行考察的内容,也是高校自主招生考试录取的重要依据。既然是“自主”招生,各高校根据自己人才培养的目标、人才选拔标准,设定不同的笔试考试科目和考试难度,而这正是自主招生考试的核心之所在,也是编写本系列丛书的初衷,帮助广大考生找到自主招生考试的方向。

备考,有方向、有策略、有重点。评价“万变不离其宗”,学考、高考、自主招生考试、各类竞赛,其考察的根源还是在于对基础知识的掌握程度、知识运用程度以及对知识的探索能力。

在对近十年的全国重点高校自主招生考试分析和研究的基础上,上海交大出版社精心打造了“高校自主招生考试直通车”辅导丛书,本系列丛书主要有以下特点:

权威专家团队:本套图书的编著者中,集结了高考辅导、竞赛指导、自主招生命题研究、高中教材编写及高校招生办等多个领域中最权威的专家、重点高中一线教学名师,因此,无论从体系覆盖面、真题解析水平、模拟试题难度等各方面,都尽可能做到全面、权威。

指导复习重点:本套书系统剖析各高校、各学科的命题方向、考察重点,对重点考察知识给予具体讲解、知识结构搭建、知识运用情景具体点评,对常见考点、要点精讲精练,重点提升同学普遍薄弱的知识迁移和综合运用能力。基于历年的招



生考试的分析,梳理和总结,本书从能力的角度出发,结合真题,提炼总结独特的自主招生考试复习方向及策略指导,内容触及竞赛匹配的内容。

历届真题透视:对于自主招生的考试,在高考的知识梳理、方法的指导基础上,再提高一个层次,即在学科的思想,能力上做进一步的拓展和应用,表现出来的就是解决创新题目、知识超纲、题型新等新问题。高校近年自主招生试卷系统解析,从考试题型、考查知识点、知识点考察深度等方面,对历届真题深入点评,并从真题中回归知识点,巩固知识掌握的深度和牢度。

权威模拟试题:专家团队根据真题的透视和分析,命制高水平自主招生模拟试卷,帮助考生熟悉考试思路、提前热身训练、把握考试节奏,作为考前的自我审视和评估,先人一足、快人一步。

本书适应希望参加自主招生的同学,对于不参加自主招生的同学,本书对高考也极有参考价值,也就是兼容效应。目前的高考趋势也是能力考试,创造性思维的考试,即能力“立意”。

蒙读者厚爱,本书长期在同类图书销售中名列前茅,目前已修订至第六版。一方面,我们在每次修订前,都广泛搜集网络与实体书店中读者的反馈意见,力求在新一版次中对各类中肯的建议做出改进;另一方面,我们也非常遗憾地看到,由于本书的畅销,市面上也有一些图书对本套丛书的抄袭现象非常严重、恶劣。因此我们在此郑重声明,若再有此类现象发生,我们必定诉诸法律、追究责任!

本书出版仍值自主招生探索和改革之际,力求正确、可靠、有用、高效,书中存在的疏漏与不足之处,敬请广大读者批评、指正。

上海交通大学出版社

2015年5月



新政策版前言

范小辉

高校自主招生选拔考试试点政策始于 2003 年,当年共有清华大学、北京大学等 22 所顶尖高校试点。随后参与高校逐步增加,2009 年涵盖了全国 76 所一流重点大学。在 2011 年,教育部又新增云南大学、广西大学、贵州大学等几所省属“211 工程”大学,至此自主招生试点院校将达到 80 所。

而考生最终能够如愿进入心仪的自主招生学校,一般都需要过笔试和面试两道关卡。2015 年自主招生最大的变化是取消了联考(如北约、华约和卓越联盟等),这样又恢复到了各校自主命题的时代。但综观 2015 年各校自主招生笔试题和少数学校的学科营物理试题,无论在内容的把握、题目的难度和对口相应解题能力的要求诸方面实际上都大大高于高考要求的。

因此要想在自主招生考试中如鱼得水,应付自如,考前一定要在扩展知识的同时切实提高分析问题和解决问题的能力,否则即使在学校学习中成绩优秀的学生参加这类考试也是一筹莫展,因为在绝大部分知识都闻所未闻的前提下做得出、考得好那是不可能实现的。

目前市面上涉及自主招生方面的资料鱼龙混杂,但普遍缺乏对相应知识点的详细介绍,或者是起点较高,基本上是物理竞赛的基础本,因此在实用、有效等方面还有不足,而作者这些年来一直关注自主招生考试,通过多种途径积累了大量各名校自主招生的考试真题,并都认真做了详细的解答。在这一基础上,再精心选择各名校的常考知识点,从高考难度起步,分 31 个相对独立的专题按知识概要、典型例题、巩固练习三方面进行详细的阐述,特别是对重点知识的介绍比较到位,以方便优秀学生的自学,同时将有关专题分得较细,也很适合于基础年级学生的同步提高,对即将参加自主招生考试的学生则可以根据各人自身情况和各名校的具体要求选择相关专题进行学习。同时本书的例、习题中选择大量的名校自主招生的真题或改编题,因而针对性强、实效性高,可以起到事半功倍的作用。而对例题尽量



提供多种解法,讲解则做到深而不繁,重在方法指点,通过解一道题达到通一类题的特殊功效。另外,根据广大读者的要求,对绝大部分的练习题都作了简解,方便考生使用。

同时,通过对本书的学习,可快速有效提高分析问题和解决问题的能力,这样再回来处理那些高考难题,就有一种居高临下的感觉,因而十分有助于在高考中取得高分。

编写本书总的指导思想是帮助学生掌握重点知识、理清学习思路,通过各类精选例题的剖析、求解和示范,分析解题思路,示范解题过程,总结方法要略,展示题型变化,达到扩展知识视野、启迪创新思维、促进能力提高的目的。

承蒙广大读者的厚爱,编者所著多种竞赛辅导和自主招生资料都位列当当网中小学教辅(有十几万种)畅销书的年度排名前 300 名,所以本次修订,编者格外上心,力求更上一层楼。特别根据各校 2015 自主招生试题特点增加了一些选择题(如清华就是机考,所有题目都是选择题),并通过实例讲解给出了选择题的一些特殊解法。当然由于编写时间较为仓促,同时限于收集资料不甚全面及编者自身水平所限,书中存在的不足之处,还望读者斧正。

最后,特别声明,市面上的很多自主招生辅导书都是用剪刀和糨糊剪贴编者所著资料的一部分内容而成,希望这部分“专家”自重,否则一定会承担相应的后果。



目 录

专题 1	共点力物体的平衡和固定转动轴物体的平衡	/001
专题 2	一般物体的平衡条件	/009
专题 3	质点和质点系的直线运动	/016
专题 4	物体的曲线运动	/024
专题 5	直线运动中的牛顿定律	/031
专题 6	曲线运动中的牛顿定律	/040
专题 7	万有引力定律和天体运动	/047
专题 8	功和功率	/054
专题 9	动能定理	/063
专题 10	能量守恒定律	/070
专题 11	动量定理和动量守恒定律	/080
专题 12	碰撞	/089
专题 13	能量和动量的综合	/098
专题 14	机械振动	/108
专题 15	机械波和多普勒效应	/117
专题 16	气体性质	/127
专题 17	热力学第一定律	/136
专题 18	电场强度和电势	/148
专题 19	静电感应和电容器	/160



- 专题 20 直流电路 /170
- 专题 21 含容电路和电学实验 /180
- 专题 22 磁场对电流和运动电荷的作用 /194
- 专题 23 带电粒子在复合场中的运动 /205
- 专题 24 感生感应 /216
- 专题 25 动生感应和自感 /225
- 专题 26 交流电 /238
- 专题 27 光的反射和折射 /246
- 专题 28 透镜和面镜的成像 /255
- 专题 29 物理光学 /264
- 专题 30 原子结构 /274
- 专题 31 原子核结构 狭义相对论 /281

参考答案 /291

提示或简解 /300

专题 1

共点力物体的平衡和固定转动轴物体的平衡

知识概要

一、力学中常见的几种力

1. 重力

在地面附近的物体都受重力作用,重力是由于地球对物体的吸引而产生的力。重力的方向竖直向下,作用点是物体的重心。地面上除南极和北极两点外,重力实际上是万有引力的一个分力。物体受到地球的万有引力作用,按照力的作用效果将它进行分解,一个分力是使物体随地球自转做匀速圆周运动的向心力,另一个分力就是物体受到的重力,如图 1-1 所示。因此物体受到的重力随物体在地球上的纬度不同而略有差异,物体受到的重力在赤道处最小,在两极处最大,两者相差约千分之三。由于物体随地球自转做圆周运动的向心力远远小于万有引力,因此粗略计算时可以认为物体所受的重力就等于它受到的万有引力。

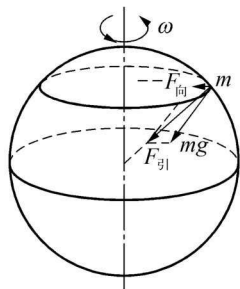


图 1-1

2. 弹力

弹力是物体由于形变而产生的力,产生弹力的条件是两个物体接触,并且发生弹性形变。弹力的作用点在两个物体的接触处,方向和物体形变的方向相反,作用在迫使物体发生形变的另一个物体上。弹力的大小和物体的形变的大小有关。胡克定律指出,在弹性限度内弹簧的弹力和弹簧的伸长量(或压缩量)成正比,即 $F = kx$ 。其中 k 为劲度系数,决定于弹簧的材料、圈数、每圈的形状及大小等因素。如果劲度系数分别为 k_1 、 k_2 的弹簧并联,等效劲度系数为 $k = k_1 + k_2$,而若两弹簧串联,则等效劲度系数 k 满足: $1/k = 1/k_1 + 1/k_2$ 。因而若将一根弹簧剪短一些,它的



劲度系数将会变大。一些物体,例如绳、杆或面接触的物体,发生的形变都很小,需要根据物体受力的具体情况来确定弹力的大小。

3. 摩擦力

摩擦力包括滑动摩擦力和静摩擦力,是一个物体在另一个物体表面有相对运动或相对运动趋势时所产生的阻碍相对运动或相对运动趋势的力。产生摩擦力的条件是两个物体必须接触,且有相互作用的弹力,接触表面不光滑且有相对运动或相对运动趋势。摩擦力的方向为沿接触面的切线且阻碍相对运动或相对运动趋势的方向。滑动摩擦力的大小,由公式 $f = \mu N$ 确定。式中 μ 为动摩擦因数,决定于两个接触面的材料和粗糙程度。一般情况下,可以认为滑动摩擦力的大小与物体接触的面积以及物体相对速度的大小无关。

静摩擦力 f_s 的大小可表示为 $0 < f_s < f_m$, 其中 f_m 为最大静摩擦力,其值为 $f_m = \mu_s N$, 其中 μ_s 为最大静摩擦因数,一般来说稍大于动摩擦因数,粗略计算时,可以近似认为 $\mu = \mu_s$ 。静摩擦力 f_s 的大小在区间 $[0, f_m]$ 内,具体的值也要由物体的受力情况依据平衡条件或牛顿第二定律确定。

4. 物体的重心

物体的重心是物体各部分所受重力的合力(即物体的重力)的作用点。均匀物体的重心在它的几何中心上。由此可见,物体的重心有可能不在物体上,而在它附近空间中的某一个点上。只要物体的物质分布情况确定,物体的重心与物体各部分的相对位置就确定了,所以无论物体(刚体)怎样运动,其重心对物体(刚体)的位置总保持不变。此结论在实际生活中常常用到。设物体各部分的质量分别为 $m_1, m_2, \dots, m_n$, 且各部分重力的作用点在 Oxy 坐标系中的坐标分别是 $(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n)$, 则物体的重(质)(如果物体上各点的重力加速度 g 一样,质心和重心共点)心坐标 x_c, y_c 可表示为

$$x_c = \frac{\sum m_i x_i}{\sum m_i} = \frac{m_1 x_1 + m_2 x_2 + \dots + m_n x_n}{m_1 + m_2 + m_3 + \dots + m_n}$$

$$y_c = \frac{\sum m_i y_i}{\sum m_i} = \frac{m_1 y_1 + m_2 y_2 + \dots + m_n y_n}{m_1 + m_2 + m_3 + \dots + m_n}$$

另外,还可以利用悬挂法求薄形物体的重心。

二、共点力作用下物体的平衡条件

1. 共点力作用下物体的平衡条件

若几个力交于一点或几个力的作用线交于一点,则这几个力称为共点力。在共点

力作用下物体的平衡条件是这些力的合力为零,即 $\sum F=0$,或 $\sum F_x=0$, $\sum F_y=0$ 。

实际上,如果是三个力作用下的平衡问题,一般可以由任两个力的合力同第三个力等大反向作平行四边形,若平行四边形中有直角三角形,根据函数关系或勾股定理列方程。如果平行四边形中无直角三角形,则可由正弦定理或相似三角形的相似比相等列方程。

如果是三个以上共点力的平衡问题可由正交分解法列方程,当然有时也可将同一方向的几个力先合成为一个力,或者将不同方向的力先合成为一个力,如将处于同一点的弹力和摩擦力先合成为一个力(俗称全反力),再利用三力平衡的处理手法解决问题。

2. 三力汇交原理

一个物体受到三个非平行力的作用仍处于平衡状态,则这三个力的作用线或延长线一定汇交于一点。证明如下:如图 1-2 所示,有三个力 F_1 , F_2 和 F_3 作用于物体上,由于 F_1 , F_2 和 F_3 都不平行,因此必有二力可以交于一点。例如 F_1 和 F_2 交于点 O ,可以求出此二力的合力 R 。由于物体处于平衡状态,由二力平衡条件可知 F_3 和 R 一定是大小相等、方向相反且在同一直线上,故 F_3 一定也通过 O 点,亦即 F_1 、 F_2 和 F_3 必定汇交于 O 点。当然,物体受三个平行力作用也可处于平衡状态。

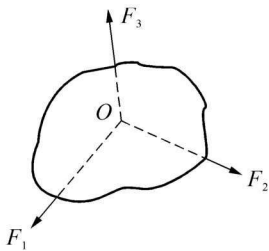


图 1-2

三、固定转动轴物体的平衡条件

1. 力矩

具有固定转轴的物体所受各力使物体转动的效应,决定于力矩和。中学物理只讲力对转动轴的力矩,如果力的作用线在与转轴垂直的平面内,力臂就是轴到力作用线的垂直距离,力矩的大小等于力和力臂的乘积;如果力的作用线和转轴平行,力矩的大小等于零;如果力 F 既不在垂直于转轴的平面内,又不平行于转轴,则可以将力 F 分解,其中一个分力 F_2 的方向和转轴平行,它对转轴的力矩为零;另一个分力 F_1 在和转轴垂直的平面内,如图 1-3 所示,它对转轴的力矩等于力臂 L 和 F_1 的乘积,这个力矩也就是力 F 对转轴的力矩。力矩是矢量,方向由右手螺旋定则确定。解题中通常规定使物体绕轴逆时针转动的力矩为正值,顺时针转动的力矩为负值。

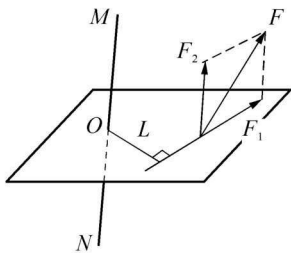


图 1-3

2. 固定转动轴物体的平衡条件

对于有固定转动轴的物体,如果作用于物体上的所有力对于转轴的力矩的代数和为零,则该物体处于平衡状态,平衡条件为 $\sum M = 0$ 。

3. 力偶矩

作用在物体上的大小相等、方向相反、作用线平行的两个力组成一个力偶,力偶对物体只有转动作用,其转动作用的大小由力偶矩来度量。力偶矩的大小等于力与力偶臂的乘积,力偶臂等于两个力的作用线之间的距离。

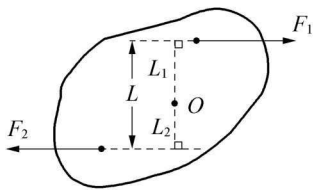


图 1-4

力偶矩的正负同样由它使物体转动的方向来确定:逆时针为正,顺时针为负。图 1-4 中,物体的转动轴为过点 O 且垂直于纸面的直线,物体受力偶 (F_1, F_2) 的作用,因 $F_1 = F_2 = F$,力偶对物体的转动作用可由 F_1 和 F_2 对转轴的力矩求得,如图 1-4 所示。

$$M = -(F_1 L_1 + F_2 L_2) = -FL$$

式中 $-FL$ 即力偶矩,它与转轴 O 的具体位置无关。“ $-$ ”号表示是顺时针转动的力偶矩。

典型例题

[例 1] (华约数学试题)一个有底无盖的圆柱形桶,底面质量不计,桶侧面质量为 a ,桶的重心在中轴线上的正中间位置,装满水后水的质量为 b 。

(1) 若 $b = 3a$, 水装到一半,求系统合重心到桶底面的距离与桶的高度之比。

(2) 装入水的质量 m 为多少时,水和桶的合重心最低?

解: (1) 设桶高 h ,合重心到桶底的高度为 y ,则

$$y = \frac{a(h/2) + (b/2)(h/4)}{a + b/2} = \frac{7}{20}h$$

即 $y/h = 7/20$ 。

(2) 当水和桶的合重心在水面上时系统合重心最低,因为如果此时再加水,相当于在合重心上面添加物体,合重心当然会升高;而如果在合重心下方去掉水,相当于在合重心下方抽掉物体,合重心也会升高。

设水质量 m 时水面距离桶底 x ,则由 $b/h = m/x$ 得 $x = mh/b$ 。

$$\text{由 } x = \frac{a(h/2) + m(x/2)}{a + m}, \quad \text{得 } m = \sqrt{a^2 + ab} - a.$$

点评：本题是2011清华等华约学校自主招生的数学试题，当然也可按数学方式来解决，但比较而言用物理方法解更好。设水质量为 m 时合重心距底面高 y ，则

$$\begin{aligned} y &= \frac{a(h/2) + m(x/2)}{a+m} = \frac{h}{2b} \frac{ab+m^2}{a+m} \\ &= \frac{h}{2b} \frac{(a+m)^2 - 2a(a+m) + a^2 + ab}{a+m} \\ &= \frac{h}{2b} \left[(a+m) + \frac{a^2+ab}{a+m} - 2a \right] \end{aligned}$$

因为 $\frac{a^2+ab}{a+m}(a+m) = a^2+ab$ 为常数，所以当 $m = \sqrt{a^2+ab} - a$ 时 y 最小。

【例2】如图1-5所示，光滑半球壳直径为 a ，与一光滑竖直墙面相切，一根均匀直棒 AB 与水平方向成 60° 角靠墙静止不动，求棒长。

解：棒受三力作用必交于一点，如图1-6所示。

设 B 处弹力与水平方向成 θ 角，在 $\triangle BCD$ 中有

$$\frac{L/2}{\sin(90^\circ - \theta)} = \frac{CD}{\sin \angle DBA} = \frac{(L/2) \sin 60^\circ}{\sin(\theta - 60^\circ)}$$

得

$$\tan \theta = 2\sqrt{3}$$

$$\text{在} \triangle OBE \text{ 中, 有 } \cos \theta = \frac{L \cos 60^\circ - a/2}{a/2} = \frac{L}{a} - 1$$

得

$$L = \left(1 + \frac{1}{\sqrt{3}} \right) a$$

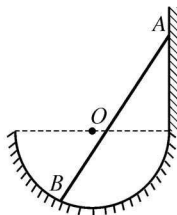


图 1-5

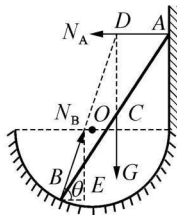


图 1-6

或者由三力共点得 $N_A = mg \cot \theta$ ，再以 B 为轴得 $mg \cdot \frac{L}{2} \cos 60^\circ = N_A L \sin 60^\circ$ ，

即可得 $\tan \theta = 2\sqrt{3}$ 。

【例3】（北大）如图1-7所示， P 为一个水闸的剖面图，闸门质量为 m ，宽为 b 。水闸两侧水面高分别为 h_1 ， h_2 ，水与闸门间、闸门与轨道间的动摩擦因数分别为 μ_1 ， μ_2 ，求拉起闸门至少需要多大的力？

解：左侧和右侧水对闸门向右和向左的压力分别为

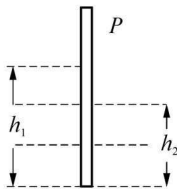


图 1-7

$$F_1 = \frac{\rho g h_1}{2} b h_1, F_2 = \frac{\rho g h_2}{2} b h_2$$

由水平方向合力为零可知,轨道与闸门之间的弹力 N 满足 $F_1 = F_2 + N$, 即 $N = F_1 - F_2 = \frac{1}{2} \rho g b (h_1^2 - h_2^2)$ 。

提起闸门时在一开始所需的拉力最大,其值为

$$F = mg + \mu_2 N + \mu_1 (F_1 + F_2) = mg + \frac{\mu_2 \rho g b}{2} (h_1^2 - h_2^2) + \frac{\mu_1 \rho g b}{2} (h_1^2 + h_2^2)$$

点评: 本题在计算水对闸门的压力时用平均压强计算,但该力的作用点却并不在水深一半处,而应该在距水底 $1/3$ 水深处,这一点可借助类比知识得到。设想将一等腰均匀三角形板分割为宽度相同的很多平行细窄条,如图 1-8 从顶点起每一窄条的质量显然与该窄条离顶点的距离成正比,而三角板的合重心在距底边 $1/3$ 高度处。同样将被水浸没的闸门从上往下分割成很多条相同细窄条,虽然各窄条的面积相同,但各窄条所受的压力从上而下也是线性增加的,这和前面列举的三角板情况完全相同。

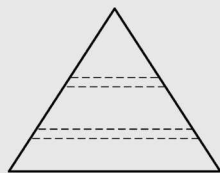


图 1-8

【例 4】 (交大) 重为 80 kg 的人沿如图 1-9 所示的梯子从底部向上攀登, 梯子质量为 25 kg , 顶角为 30° 。已知 AC 和 CE 都为 5 m 长且用铰链在 C 点处相连。 BD 为一段轻绳, 两端固定在梯子高度一半处。设梯子与地面的摩擦可以忽略, 求在人向上攀登过程中轻绳中张力的变化规律。

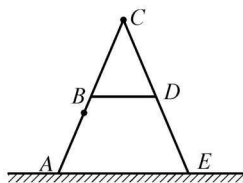


图 1-9

解: 设梯子的质量为 M , 人的质量为 m 。当人爬离 A 点的距离为 x 时有:

$$N_1 + N_2 - mg - Mg = 0$$

以整个梯子为研究对象受力如图 1-10 所示, 以 A 为轴, 有:

$$x \cos 75^\circ mg + AC \cos 75^\circ Mg - 2AC \cos 75^\circ N_2 = 0$$

其中 $AC = 5 \text{ m}$ 。

设绳中张力为 T , 以 C 为轴、左侧梯为对象:

$$(5-x) \sin 15^\circ mg + \frac{5}{2} \cos 15^\circ T + \frac{Mg}{2} \cdot \frac{5}{2} \sin 15^\circ - 5 \sin 15^\circ N_1 = 0$$

得 $T = (1421.3 - 245.7x) (\text{N})$

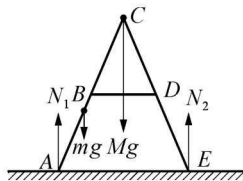


图 1-10