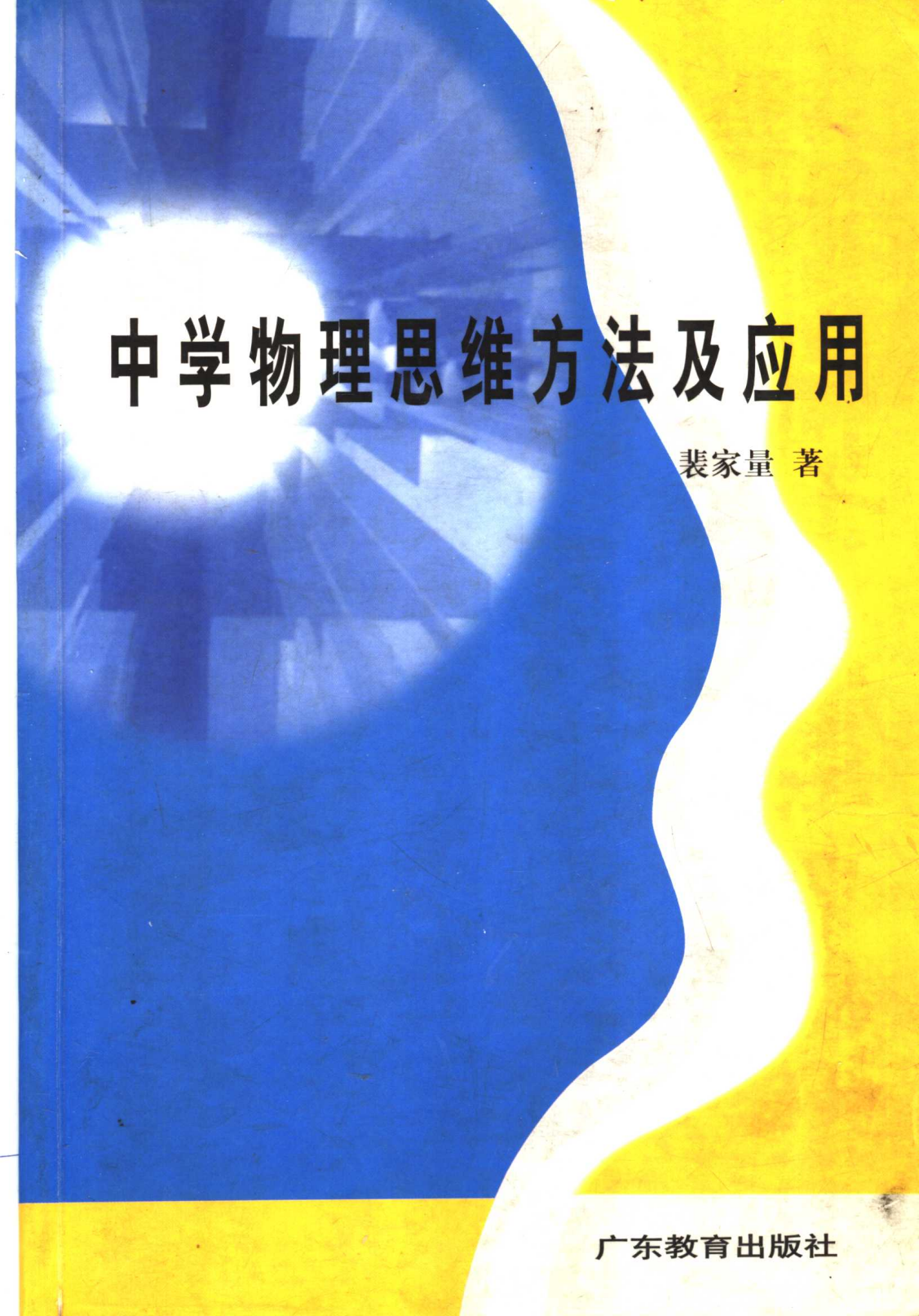


The book cover features a large, stylized blue silhouette of a human head in profile, facing left. The interior of the head is filled with a bright, glowing light source, creating a lens flare effect with rays of light extending outwards. The background is a solid yellow color. The title is printed in large, bold, black Chinese characters across the upper part of the head silhouette.

中学物理思维方法及应用

裴家量 著

广东教育出版社

裴家量 著

中学 物理 思维 方法 及 应用

广东教育出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

中学物理思维方法及应用/裴家量著.

广州: 广东教育出版社, 1998.12

ISBN 7—5406—4033—2

I. 中…

II. 裴…

III. 中学物理—思维方法

IV. G42

广东教育出版社出版发行

(广州市环市东路水荫路11号)

邮政编码: 510075

广东省新华书店经销

中山新华印刷厂印刷

(中山市火炬开发区逸仙路)

850×1168毫米 32开本 32印张 750 000字

1998年12月第1版 1998年12月第1次印刷

印数 1—5 200册

ISBN 7—5406—4033—2/G·3741

定价: 42.80元

如发现印装质量问题, 影响阅读, 请与承印厂联系调换。

前 言

培养创造性的思维能力,掌握科学的学习方法和研究方法,不仅是现代素质教育、教学改革和物理教学的核心问题,也是造就跨世纪人才的根本问题.这个问题的严峻性,正如恩格斯所深刻指出的:“一个民族要站在科学的最高峰,就一刻也不能没有理论的思维.”

思维是一种高级而复杂的认识活动,是人的大脑对千姿百态的客观世界的本质和规律的反映.一般思维有三种基本形式.

抽象思维——思维工具(逻辑)起主要作用的思维活动.

形象思维——思维原料(形象)起主要作用的思维活动.

直觉思维——思维主体(大脑)起主要作用的思维活动.

创造性思维,就是这三种思维的有机结合、高度升华和完美结晶——从量变到质变的飞跃.它不仅具有强烈的能动性、灵活的发散性、独特的想象性,还具有敏锐的顿悟性、深邃的直觉性、大胆的质疑性和彻底的批判性.

为了培养中学生的创造性思维能力,本书将重要的科学思维方法(包括记忆规律)与中学物理的基本概念、基本规律和基本方法(包括数学方法)有机地结合起来,通过约1000道典型例题和500道思考题(主要是近10年的高考试题),全面、系统、翔实地介绍了各种科学思维方法在物理教学中的广泛应用.本书具有以下四个特点.

第一,采用的科学思维方法新颖、独特、巧妙、简捷,为读

者展现了一个崭新的思维世界。

第二，培养创造性的思维能力，是贯穿全书的主线。

为此，书中还介绍了七种典型的综合物理模型、临界法和估算法的应用，以及多解问题和极值问题的分析方法。

第三，重点、难点和疑点的解析详尽，知识面覆盖中学物理教学的全部内容。对于在学习和考试中具有普遍性的疑难问题，读者都可以在书中，尤其是在第十六章“其他典型规律及应用”中找到答案和启示。

第四，例题典型、新颖，分析精辟、透彻，内涵丰富，针对性强；思考题和提示言简意赅，富有启迪性，为读者在书外开辟了更为广阔的驰骋天地。

“行成于思而毁于随。”希望读者阅读本书时，先自己分析、思考和解答，然后再与书中介绍的方法相比较；不要拘泥于书上的方法，更不要死记硬背，而要触类旁通，以一贯十，甚至独辟蹊径。

本书主要是为中学生写的，但对中学物理教师和师范院校物理专业的学生，也是非常实用的参考书。

作者深信，本书不仅会使读者的思维品质、学习方法和应试能力发生质的飞跃，而且将在读者跨入 21 世纪的道路铺下一块坚实的砖石。

在听到催人奋进的 21 世纪脚步声的时刻，能把这本凝聚作者 10 年心血的书奉献给广大中学生，作者感到不胜的欣慰！

裴家量

1998 年 5 月于西北工业大学北村舒室

目 录

第一章	巧选研究对象、参照系、坐标系和零势点	(1)
§ 1	巧选研究对象	(1)
§ 2	巧选参照系	(13)
§ 3	巧选坐标系	(25)
§ 4	巧选零势点	(36)
第二章	极限分析法及应用	(55)
§ 1	定性分析	(56)
§ 2	定量分析	(65)
§ 3	综合分析	(74)
第三章	割补法及应用	(83)
§ 1	物理模型的割补	(83)
§ 2	物理量的割补	(97)
§ 3	图线的割补	(101)
第四章	微元分割法及应用	(108)
§ 1	将非理想模型转化为理想模型	(108)
§ 2	将变量转化为恒量	(118)
§ 3	三角函数 $\sin\alpha \approx \tan\alpha \approx \alpha$ 的应用	(126)
第五章	对称性及应用	(132)
§ 1	运动的对称性	(133)
§ 2	场的对称性	(146)
§ 3	物理模型的对称性	(154)

	§ 4 光路的对称性	(160)
第六章	可逆性及应用	(167)
	§ 1 运动的可逆性	(168)
	§ 2 弹簧形变的可逆性	(178)
	§ 3 光路的可逆性	(181)
第七章	虚拟法及应用	(190)
	§ 1 判定弹力	(190)
	§ 2 判定静摩擦力	(193)
	§ 3 虚拟刚体	(196)
	§ 4 虚拟物理条件	(201)
	§ 5 虚拟物理过程和微扰	(207)
	§ 6 虚拟物理量和模型	(214)
	§ 7 虚拟物和像	(220)
第八章	类比法及应用	(227)
	§ 1 物理模型的类比	(228)
	§ 2 物理现象的类比	(233)
	§ 3 物理量及其公式的类比	(240)
第九章	等效法及应用	(247)
	§ 1 等效力及应用	(248)
	§ 2 等效运动及应用	(256)
	§ 3 等效场及应用	(271)
	§ 4 等效条件、等效模型和等效物理量及 应用	(282)
	§ 5 电阻定律的等效变化及应用	(296)
	§ 6 等效电阻及应用	(300)
	一、等电势点断、接法的应用	(300)
	二、元件跨接法的应用	(308)
	三、无限网络割补法的应用	(313)

§ 7	等效电容及应用	(317)
§ 8	等效电源及应用	(325)
	一、电阻获得最大功率问题	(327)
	二、矩阵式电池组输出最大功率问题	(329)
	三、电磁感应中的等效电源问题	(333)
第十章	图解法及应用	(348)
§ 1	函数图的应用	(348)
§ 2	矢量图的应用	(374)
§ 3	几何图的应用	(382)
	一、 $\frac{1}{z} = \frac{1}{x} + \frac{1}{y}$ 关系图解法	(382)
	二、实像和虚像可见域的确定	(387)
	三、折射光线的几何作图	(393)
第十一章	多解性问题	(402)
§ 1	多解型、多答案问题	(402)
	一、电学黑盒问题	(403)
	二、光学黑盒问题	(411)
§ 2	隐含型多答案问题	(415)
§ 3	周期型多答案问题	(433)
	一、圆周运动型问题	(434)
	二、振动型问题	(441)
	三、波动型问题	(453)
第十二章	临界法及应用	(462)
§ 1	临界量 $V = \sqrt{Rg}$ 的应用	(464)
§ 2	临界量 $N=0$ 和 $T=0$ 的应用	(473)
§ 3	临界量 $a=0$ 或 $\sum F=0$ 的应用	(487)
§ 4	临界量相对速度 $V=0$ 的应用	(504)
§ 5	全反射中的临界问题	(515)

	一、媒质临界角的计算.....	(515)
	二、全反射的两个条件的应用.....	(516)
第十三章	求极值的基本方法.....	(527)
	§ 1 利用 $y=ax^2+bx+c$ 的性质	(527)
	§ 2 利用判别式	(534)
	§ 3 利用分式性质	(542)
	§ 4 利用三角函数	(547)
	§ 5 利用定和求积与定积求和原理	(554)
	§ 6 利用图像法	(566)
	一、利用函数图.....	(567)
	二、利用矢量图——渡河四个极值问题.....	(578)
	§ 7 自由弦运动的等时性及应用	(588)
	§ 8 偏向角 (φ)、圆心角 (α) 和弦切角 (θ) 的关系及应用	(593)
	§ 9 利用费马原理求最小值	(601)
	§ 10 利用物理方法	(605)
第十四章	估算及应用.....	(633)
	§ 1 力学估算问题	(634)
	§ 2 热学估算问题	(644)
	一、摩尔数的三种计算方法.....	(644)
	二、克拉珀龙方程的四种表达式.....	(645)
	三、利用克拉珀龙方程导出各种估算关系.....	(645)
	§ 3 光学估算问题	(651)
	一、视深公式及应用.....	(651)
	二、光子的估算.....	(655)
	§ 4 电磁学估算问题	(663)

§ 5	五个电学实验的估算问题	(675)
一、	伏安法测电阻	(675)
二、	伏安法测电池的 ε 和 r	(687)
三、	将电流表改装成伏特表	(694)
四、	利用万用表测电阻	(705)
五、	测定金属的电阻率	(710)
§ 6	原子核衰变的估算问题	(713)
一、	α 衰变和 β 衰变次数的计算	(714)
二、	核子、质子和中子数及其变化的计 算	(715)
三、	半衰期、剩余量和衰变量的计算	(717)
四、	放射性同位素鉴年法	(720)
第十五章	综合物理模型及应用	(724)
§ 1	“火车”模型及应用	(725)
一、	合外力和牵引力的分配规律	(725)
二、	牵引力分配规律的应用	(726)
三、	“火车”模型等效变形的应用	(731)
四、	合外力分配规律的应用	(733)
§ 2	“翻滚过山车”模型及应用	(737)
一、	在环顶的最小速度和加速度	(737)
二、	最小下滑高度	(738)
三、	在环底的临界速度、加速度和压力	(738)
四、	在环顶和环底的向心加速度差和压 力差	(739)
§ 3	圆锥摆模型及应用	(751)
一、	圆锥摆的受力特点	(751)
二、	圆锥摆的基本规律	(752)

三、圆锥摆运动产生的临界条件·····	(753)
§ 4 “人船”模型及应用 ·····	(761)
一、“人船”模型原理——质心运动守恒 ·····	(761)
二、“人船”模型的基本公式和适用条件 ·····	(762)
三、“人船”模型的典型变形 ·····	(763)
§ 5 “一动一静”正碰模型及应用 ·····	(773)
一、三种碰撞的特点·····	(773)
二、“一动一静”弹性正碰的基本规律 ···	(774)
三、“一动一静”完全非弹性碰撞的基本 规律·····	(777)
§ 6 单摆模型及应用 ·····	(796)
一、单摆模型的基本规律·····	(796)
二、广义的单摆周期公式及应用·····	(798)
三、摆钟的误差和调准·····	(813)
四、“用单摆测重力加速度实验”分析 ···	(817)
§ 7 法拉第圆盘发电机模型及应用 ·····	(823)
一、公式 $\epsilon = \frac{1}{2} B \omega l^2$ 的推导 ·····	(823)
二、两类“发电机”模型及应用·····	(824)
第十六章 其他典型规律及应用·····	(837)
§ 1 三力平衡的基本特性及应用 ·····	(837)
一、三力平衡的基本特性·····	(838)
二、两个重要的推论·····	(838)
§ 2 弹簧组 K 值的计算 ·····	(845)
一、串联弹簧组的特点·····	(845)
二、并联弹簧组的特点·····	(846)

§ 3	杆秤公式、天平公式及应用	(852)
	一、杆秤公式及应用	(852)
	二、天平公式及应用	(857)
§ 4	匀变速直线运动的典型规律及应用	(861)
	一、初速为零的匀加速直线运动	(861)
	二、任意匀变速直线运动	(866)
	三、两个容易混淆的瞬时速度	(869)
§ 5	抛体运动的推论及应用	(874)
	一、平抛运动的三个推论	(874)
	二、斜上抛运动的三个推论	(875)
§ 6	牛顿第二定律增量式及应用	(880)
§ 7	质点系牛顿第二定律及应用	(886)
	一、合外力为零的质点系	(887)
	二、合外力不为零的质点系	(890)
§ 8	判定气体隔离物动向的简捷方法	(900)
	一、温度变化型问题	(901)
	二、运动状态变化型问题	(905)
§ 9	混合气体状态方程及应用	(910)
§ 10	三个点电荷的平衡规律及应用	(918)
	一、三个自由电荷的平衡规律	(918)
	二、一个自由电荷与两个固定电荷的 平衡规律	(919)
§ 11	电场力转动电偶极子做功的特点及 应用	(924)
§ 12	电路动态变化的简捷分析方法	(927)
§ 13	多档电热器的功率和时间公式及应用	(932)
§ 14	楞次定律的四个推论及应用	(936)

§ 15	多输出变压器的基本原理及应用·····	(950)
§ 16	光学中多线共点和三点共线规律及 应用·····	(954)
§ 17	像的放大率综合公式及应用·····	(961)
§ 18	氢原子能级跃迁规律及应用·····	(964)
	一、自发辐射谱线种数的计算·····	(964)
	二、光子频率、波长的极值的计算·····	(965)
	三、动能、电势能和总能量的变化规律 ·····	(965)
第十七章	数学工具及应用·····	(971)
§ 1	韦达定理及应用·····	(971)
§ 2	数列及应用·····	(973)
§ 3	轨迹方程及应用·····	(985)
§ 4	相交弦定理及应用·····	(991)
§ 5	相似三角形对应边成比例及应用·····	(993)
第十八章	记忆规律及应用·····	(997)
§ 1	记忆的重要性·····	(997)
§ 2	记忆的基本形式·····	(998)
§ 3	增强记忆的基本方法·····	(1000)
	一、发掘兴趣,产生欲望·····	(1000)
	二、明确目标,集中注意力·····	(1001)
	三、寻求特点,创造表象·····	(1001)
	四、将机械记忆转化为意义记忆·····	(1002)
	五、将语词记忆转化为表象记忆·····	(1002)
	六、举纲张目,以一贯十·····	(1004)
	七、联想类比,形成群象·····	(1004)
	八、发散思维,扩展记忆·····	(1005)
	九、数理结合,巧用思维·····	(1006)

十、利用单位量纲式	(1008)
十一、记忆卫生，合理用脑	(1008)

第一章 巧选研究对象、参照系、坐标系和零势点

§ 1 巧选研究对象

确定研究对象、选取参照系和建立坐标系，是解决物理问题的关键步骤。在分析物理问题，且涉及两个或者两个以上的研究对象（如物体、状态、转轴等）时，研究对象的选取是否恰当，决定解题的思路、步骤是否简捷。一般选取研究对象的基本原则如下：

1. 研究对象必须与待求量有关，且所包含的未知量较少。
2. 尽可能采用整体法，避免因取隔离体而出现非待求力。
3. 由于有一个研究对象，就可以列一个独立方程式，故一般选取的研究对象数目应等于待求量数目。
4. 尽可能以初状态和末状态为研究对象，避免涉及不必要的中间状态。
5. 列力矩平衡方程时，转轴应选在非待求力通过最多的位置，使力矩方程具有最简形式。

例 1 如图 1—1—1 所示，在水平面上，有一个光滑的轻质 L 型支架，其 A 端用细线 AB 悬挂一个重力为 G 、半径为 R 的球，且 $\overline{AB} = \overline{CD} = R$ 。为了使系统处于图示的平衡状态，求在 D 点应加一个多大的竖直向下的力？

分析：以小球、支架组成的系统为研究对象，系统受到如图 1—1—2 所示的三个力的作用。以 C 点为转轴，根据力矩的平衡条

件，有

$$F \times R = G \times R$$

所以

$$F = G$$

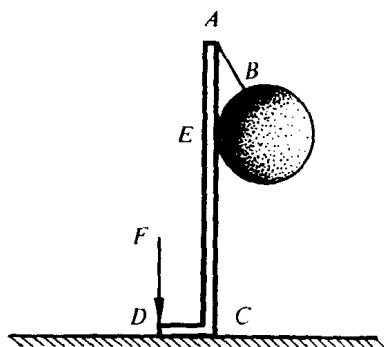


图 1-1-1

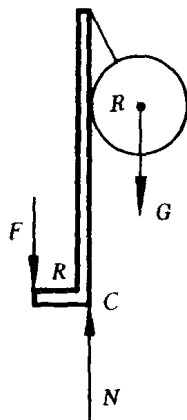


图 1-1-2

这个结果，实际上一下就可以看出来。但如果以支架为研究对象，就会将两个非待求的内力——AB 的拉力 T 和球的压力 N' 转化为外力。这时，必须再取球为研究对象，分析其受力（图 1-1-3）。然后，根据以 E 为转轴的合力矩为零，有

$$T \sin \theta \times 2R \cos \theta = F \times R \quad (1)$$

小球在三个共点力作用下平衡，有

$$T \cos \theta = G \quad (2)$$

并由直角三角形关系得

$$\theta = 30^\circ \quad (3)$$

利用上面三式解联立方程，才能得出同样的结果。

例 2 （1988 年高考试题）在粗糙水平面上有一个三角形木块 abc ，在其两个粗糙斜面上分别放两个质量为 m_1 和 m_2 的木块，

且 $m_1 > m_2$ (图 1-1-4). 已知三角形木块和两物体都是静止的, 则粗糙水平面对三角形木块:

(A) 有摩擦力的作用, 摩擦力的方向水平向右;

(B) 有摩擦力的作用, 摩擦力的方向水平向左;

(C) 有摩擦力的作用, 但摩擦力的方向不能确定, 因为 m_1 、 m_2 、 θ_1 、 θ_2 的数值未给出;

(D) 以上结论都不对.

分析: 根据两物体 m_1 和 m_2

静止在三角形木块上, 因此可以将三者视为一个形状不规则的整体 (图 1-1-5). 因为整个物体受到竖直方向的重力 (G) 与支持力 (N) 的作用, 在水平方向对地面无相对运动趋势, 所以不受到地面的摩擦力作用——应选答案 (D).

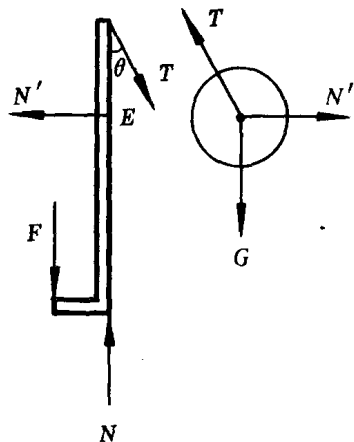


图 1-1-3

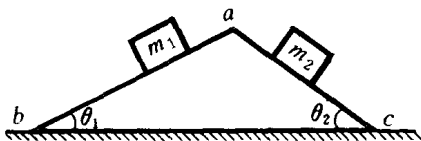


图 1-1-4

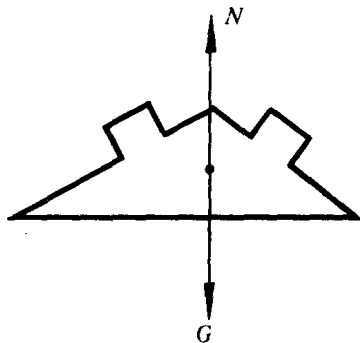


图 1-1-5

例 3 如图 1-1-6 所示, 砖夹之间, 有质量均为 m 的四块相同的砖. 当在两侧施以水平压力 F 时, 可以将砖缓慢提起. 若