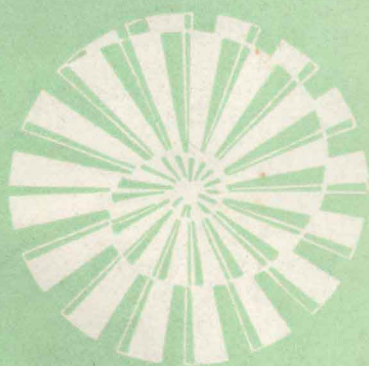


# 物理

主编：赵庆超 初明林 徐启林



專題  
分析  
與  
討論

青 島 海 洋 大 學 出 版 社

# 物理专题分析与讨论

**主 编：**赵庆超 初明林 徐启林

**副主编：**胡国永 杨卫军 张泉文 林敦良  
李仁麒

**编 委：**唐福善 史建民 高建斌 胡吉强  
刘林善 叶俊路 徐国民 崔涛

青 岛 海 洋 大 学 出 版 社

鲁新登字15号

物理专题分析与讨论

赵庆超 初明林 徐启林 主编

•  
青岛海洋大学出版社出版发行

青岛市鱼山路5号

邮政编码: 266003

新华书店经销

莱州市外文印刷厂印制

•  
1992年11月第1版 1992年11月第1次印刷

32开(787×1092毫米) 9.625印张 208千字

印数1—7000

ISBN 7—81026—319—6/O·27

定价: 3.90元

## 前 言

我们概括总结了多年教学实践经验，积累了大量实用资料，反复研讨，几经修改，锤炼成书。本书力求切中教学实际，力避泛泛而论，论述深入浅出，简洁明快。该书能帮助学生加深对基础知识、基本概念、基本方法和规律的理解及应用，启迪学生思维、洞悉物理学习的真谛、领悟其中的奥妙，实为学生的良师益友。

本书前置两篇，后设附录，各自独立，承上启下，前后贯通。

第一篇为专题分析，将高中物理全部内容分为几章，每章设若干专题。如：动态平衡问题分析、两团气问题分析、电表示数变化专题分析……这些专题有的是对不易理解的概念和规律加以辨析，有的是对解题规律的概括和提炼。结合例析，针对知识或方法上的缺漏处加以强调，并介绍了假设法、等效法等物理解题方法。

第二篇为专题讨论，有如下几个大专题：物理过程分析、理想化模型。隐含条件种种，如何解答选择题，极值问题的常用方法、估算题、物理图象、解题中常见错误例析、解题规范化。紧随每个大专题之后都精选了几个典型习题供练习，以便及时巩固。

附录为专题测试。每个题目都与前两篇中的某些专题相对应。所选题目具有明显的“可研讨性”，其中不少是“上当题”。专题测试的目的是帮助读者温故而知新，在学习前两

篇后，进一步巩固、提高。

由于编者水平所限，书中难免有疏漏不妥之处，恳请物理同行及读者批评指正。

莱州市高学聚老师、天津市万恒老师等对本书的编写给予大力指导，山东海洋大学出版社，莱州市外文印刷厂给予大力支持，在此谨致谢忱。

编者

1992. 9.

# 目 录

## 第一篇 专题分析

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| 力 物体的平衡.....            | 1   |
| 运动学.....                | 20  |
| 牛顿运动定律 曲线运动与万有引力定律..... | 35  |
| 动量与机械能.....             | 60  |
| 振动和波.....               | 89  |
| 热学.....                 | 105 |
| 稳恒电流.....               | 123 |
| 电场和磁场.....              | 144 |
| 电磁感应.....               | 163 |
| 交流电 电磁波 电子技术.....       | 179 |
| 光学.....                 | 186 |
| 原子物理.....               | 201 |

## 第二篇 专题讨论

|                |     |
|----------------|-----|
| 物理过程分析及其它..... | 208 |
| 理想化的物理模型.....  | 218 |
| 隐含条件种种.....    | 225 |
| 如何解答选择题.....   | 234 |
| 极值问题的常用方法..... | 245 |
| 估算题.....       | 253 |

|                |     |
|----------------|-----|
| 物理图象.....      | 259 |
| 解题中常见错误例析..... | 270 |
| 解题规范化.....     | 276 |
| 附录：专题测试.....   | 281 |
| 专题测试答案.....    | 300 |

# 第一篇 专题分析

## 力 物体的平衡

本章有6个专题：摩擦力、弹力、力的矢量三角形、有固定转动轴物体的平衡条件、动态平衡问题、整体法在静力学中的应用。

### 一、摩擦力

常见的几种力中，最难分析的是摩擦力。这里讨论有关摩擦力分析的两个难点。

#### 1. 静摩擦力与滑动摩擦力

这两种摩擦力最主要的区别是：静摩擦力大小不是由正压力决定，而滑动摩擦力与正压力成正比。

切记：公式 $f = \mu N$ 只适合于滑动摩擦力的计算。绝不能笼统地认为：摩擦力与正压力成正比。

凡解答有关摩擦力的问题，首先要弄清楚物体是受静摩擦力作用，还是受滑动摩擦力作用。有的题目中，物体所受摩擦力的种类并非一目了然，这种情形下，若对摩擦力的种类不加分析、主观臆断，很容易导致错解。

**例1** 如图1-1所示，原来一质量为 $m=3.1$ 千克的木块静止在水平桌面上。现给它施加一个与水平方向成 $\theta=$

$30^\circ$ 角,大小为 $F=2$ 牛顿的拉力.  
求施加拉力后木块所受的摩擦力的大小.

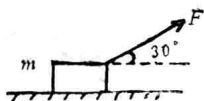


图 1-1

已知木块与水平面间的滑动摩擦系数为  $\mu=0.1$ . 且假定木块与水平面之间的最大静摩擦力和滑动摩擦力大小相等.  $g$ 取10米/秒<sup>2</sup>.

**错解** 木块受4个力作用: 重力 $mg$ 、拉力 $F$ 、水平面的支持力 $N$ 和摩擦力 $f$ .

在竖直方向上:  $N + F \sin \theta = mg$ ,

代入数值得 $N=30$ 牛顿.

由 $f=\mu N$ 可得, 木块所受的摩擦力

$f=0.1 \times 30 = 3$  牛顿.

**分析** 施力后, 木块是否运动了呢? 这一点在题目含而不露. 解题者应先对此做出判断.

**正解** 木块与水平面间的最大静摩擦力

$f_m = \mu N = 0.1 \times 30 = 3$  牛顿.

拉力 $F$ 在水平方向上的分力

$F_n = F \cos 30^\circ = 1.73$  牛顿.

显然 $f_n < f_m$ , 由此可知: 木块受力 $F$ 作用后, 仍静止不动.

由平衡条件可知, 木块所受的静摩擦力大小为 1.73 牛顿.

**说明** 解题离不开判断, 而判断又常需要进行计算、比较.

计算——比较——判断, 可以说是物理解题过程中最常

见的一种“程序”，望同学们对此题多加揣摩，对这种“程序”有所领悟。

## 2. 平衡态下的静摩擦力

分析处于平衡状态的物体所受的静摩擦力的要点是：从分析物体所受的其他外力（除静摩擦力以外）入手，应用平衡条件进行分析和判断。

这里“从分析物体所受的其他外力入手”，是一种由此及彼的迂回策略，许多同学普遍感到静摩擦力难以分析，其原因就是没有掌握这一方法。

### 例2 （1990年全国高考试题）

如图1-2所示，一个三角形木块  $a$  静止在粗糙的水平面上，它上面有一木块  $b$  匀速下滑。试分析说明：地面对  $a$  是否有静摩擦力作用？若有，方向如何？

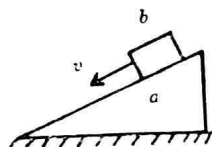


图 1-2

**分析** 有的同学想直接判断  $a$  是否受静摩擦力作用。这是很困难的。结果只好靠想当然，错误地认为  $a$  在  $b$  的压力作用下有相对地面向右运动的趋势，得出  $a$  受向左的静摩擦力作用的错误结论。

**解** 假设地面与  $a$  之间没有摩擦，则  $a$  受 4 个力作用：重力  $G_a$ 、地面支持力  $N_{地}$ ， $b$  对  $a$  的压力  $N_b$ ， $b$  对  $a$  的摩擦力  $f_b$ ，如图 1-3 所示。 $\alpha$  表示斜面的倾角。

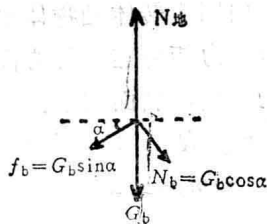


图 1-3

$N_b$  水平向右的分力为

$$N_{b\parallel} = N_b \sin \alpha$$

$$= (G_b \cos \alpha) \cdot \sin \alpha.$$

$f_b$  水平向左的分力为

$$f_b = f_b \cos \alpha = (G_b \sin \alpha) \cos \alpha.$$

显然  $N_b$  和  $f_b$  在水平方向上的分力等值反向。由此可知， $G_a$ 、 $N_{地}$ 、 $f_b$ 、 $N_b$  这 4 个力在水平方向上的合力为零。

由力的平衡条件可知，  
 $a$  与地面之间无摩擦。

**例 3** 如图 1-4 所示，一个质量为  $m$  的均匀球体由一根细线系着静止在倾角为  $\alpha$  的斜面上，细线平行斜面且与球相切于  $A$  点，求球在与斜面接触的  $B$  处所受的静摩擦力  $f$ 。

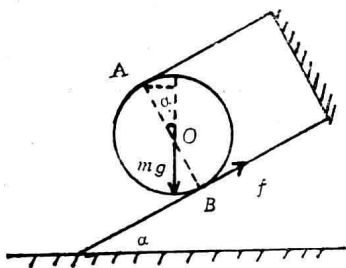


图 1-4

**解析** 以  $A$  为轴，则球所受的重力的力矩为顺时针方向。由固定转体轴物体平衡条件可知，物体在  $B$  处所受静摩擦力的力矩为逆时针方向。由此可知，球在  $B$  处所受的摩擦力的方向沿斜面向上。

$$mg(R \sin \alpha) = f \cdot 2R,$$

$$f = mg \sin \alpha / 2.$$

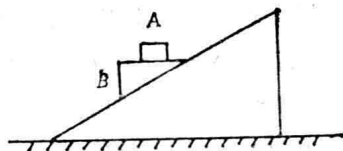


图 1-5

**练习 1** 如图 1-5 所示， $B$  的上表面是粗糙的水

平面。A、B叠放在一起，保持相对静止，沿固定斜面匀速下滑，问A是否受B的静摩擦力作用？

练习2 在图1-6(a)、(b)中，均匀棒静止在粗糙的水平面上。下列说法正确的是( )。

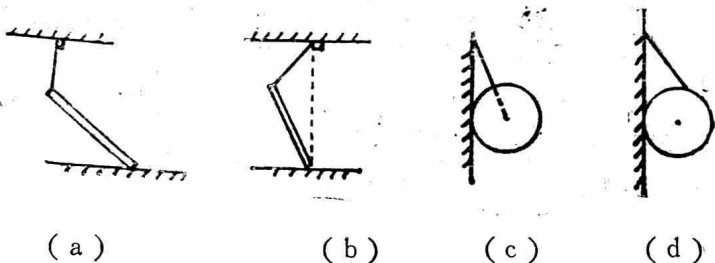


图1-6

- A. 图(a)中的棒受地面对它的静摩擦力作用，其方向水平向右
- B. 图(b)中，棒与地面间无摩擦
- C. 图(c)中，球与墙壁间无摩擦
- D. 图(d)中，球受墙壁对它的静摩擦力作用，其方向竖直向上

## 四、弹力

### 1. 有接触并不一定有弹力

互相接触的物体之间是否存在弹力，取决于物体是否发生形变。有些问题中，难以判断有无形变，可采取虚设法：先假定弹力存在（或不存在），然后利用有关规律，判断这种假设是否与物体运动状态相符合。

**例5** 如图1-7所示，一球静止在光滑的水平面上、

并与斜面接触。试分析球的受力情况。

**解析** 假设斜面对球施加支持力，那么球所受的合外力在水平方向上不为零。根据共点力平衡条件，上面的假设与“球静止”不符。由此可见，球不受斜面的支持力作用。这意味着虽然球与斜面接触，但并没有挤压。

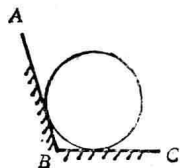


图 1-7

**说明** 物体的受力情况应与物体的运动状态相符合。这是检查对物体的受力分析是否正确的重要原则。

2. 杆所受的弹力的方向并不一定沿杆的方向。

绳所受的拉力总是沿着绳伸长的方向。但是杆所受的弹力并不一定沿杆的方向。有的同学在做解答有关问题（特别是动力学问题）时，常想当然地认为杆所受的弹力或对其他物体的弹力沿杆的方向，结果导致错误。

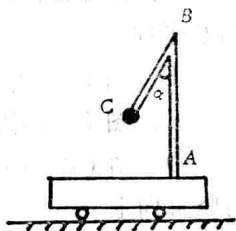


图 1-8

**例 6** 质量为  $m$  的球和支架  $ABC$  的  $C$  端相连，随小车向右匀速运动。试确定球对  $BC$  杆的弹力的大小和方向。已知  $BC$  杆与竖直方向的夹角为  $30^\circ$ 。

**错解** 以球为研究对象，它受两个力：重力  $mg$ 、 $BC$  杆的拉力  $N$ ，如图 1-9 所示。

在竖直方向上有： $N \cos 30^\circ = mg$ ；

$$N = \sqrt{3} mg / 6.$$

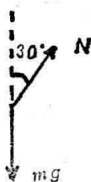


图 1-9

据牛顿第三定律，球对BC杆的弹力大小为 $\sqrt{3}mg/6$ ，由B到C。

**分析** 球处于平衡状态，其共点力的平衡条件知BC杆对球的弹力方向竖直向上，大小为 $mg$ ，由牛顿第三定律可知，球对BC杆的弹力方向竖直向下，大小为 $mg$ 。

**说明** “BC杆与竖直方向的夹角为 $30^\circ$ ”是故意多给出的已知条件，对解题起干扰作用。许多题目有多余条件，这就要求解题者扎实地掌握有关概念和规律，从而能去伪存真、明辨是非，从而不误入歧途。

### 三、力的矢量三角形

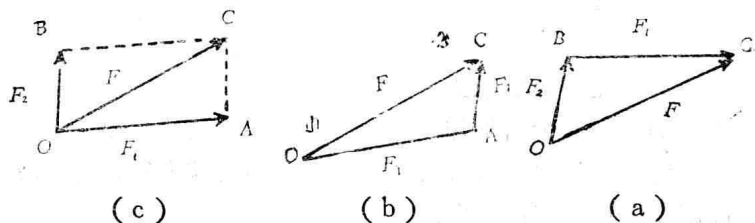


图 1-10

在图 1-10 (a) 中， $F$  是共点力  $F_1$  和  $F_2$  的合力，如图 1-10 (b) 所示，从  $O$  点出发，把代表  $F_1$  和  $F_2$  的有向线段  $OA$  和  $AC$  首尾相接地画出来，从  $O$  指向  $C$  的有向线段就表示合力  $F$  的大小和方向，同样 1-10 (c) 所示，三角形  $OBC$  同样也可以求出  $F$  的大小和方向。

三角形  $OAC$  和三角形  $OBC$  叫力的矢量三角形。

**例 7** 一个大小和方向都一定的力  $F$  分解成为两个分力。已知其中一个分力  $F_1$  方向与  $F$  的成  $\theta$  角， $0 < \theta < 90^\circ$ ，且为定

值. 求另一个分力  $F_2$  的最小值.

**解** 三角形法

如图 1-11 所示, 当  $F_1$  从零逐渐增加时,  $F_2$  先减小后增加. 显然当  $F_2$  与  $F_1$  垂直时,  $F_2$  取最小值,  $F_2$  最小值为  $F \sin \theta$ .

**例 8** (1987 年广东省高考试题)

如图 1-12 所示, 电灯悬挂于两墙之间, 更换绳  $OA$ , 使  $A$  点上移, 但保持  $O$  点的位置不变, 则  $A$  点向上移时, 绳  $OA$  受的拉力

- A. 逐渐增大
- B. 逐渐减少
- C. 先增加后减少
- D. 先减少后增加

**解** 显然绳  $OA$  和拉力  $T_A$  与绳  $OB$  的拉力  $T_B$  的合力  $T$  与灯所受的重力等值反向.

如图 1-13 所示,  $T_A$ 、 $T_B$  和  $T$  构成三角形,  $T$  为恒力,  $T_B$  的方向不变.

随着  $A$  点向上移, 即随着  $T_A$  与竖直方向的夹角不断减少,  $T_A$  先减少后增加,  $T_B$  不断减少. 此题答案为 D.

**说明** 例 7 和例 8 都可以应用平行四

边形则作图法解或用公式法解, 但都远不及三角形法简捷.

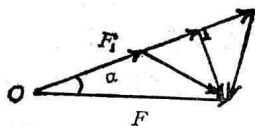


图 1-11

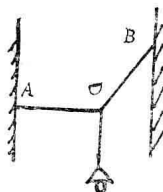


图 1-12

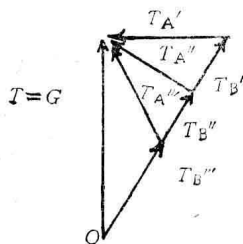


图 1-13

例 7 和例 8 共同特征是：两个力的合力为恒力，且一个分力的方向不变。许多涉及三力平衡的实际问题，都可以化归成这类问题。

对例 7 和例 8 应用的三角形法应多加揣摩，达到能举一反三，融会贯通。

练习 3 如图 1-14 所示，倾角为  $\theta$  的光滑斜面上装一光滑挡板，在挡板与斜面之间放一重为  $G$  的圆球，问挡板与斜面成多大的角度时，圆球对挡板的压力最小，最小值为多少？

（要求用三角形法解）

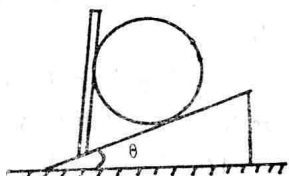


图 1-14

## 四、有固定转动轴物体的平衡

### 1. 力矩的计算

(1) 力臂法：力矩  $M = \text{力 } F \times \text{力臂 } L$ 。应用这种方法求力矩时，要特别注意力臂  $L$  是从转轴到力的作用线的垂直距离，而不就是从转轴到力的作用点的距离。

(2) 分力法：如图 1-15， $O$  为转轴， $A$  为力  $F$  的作用点。将力平行  $OA$  的方向和垂直  $OA$  的方向分解， $F$  的力矩

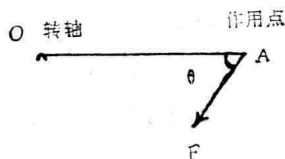


图 1-15

$$M = F \cdot (l \sin \theta) \text{ [力臂法]}$$

$$= l(F \sin \theta) \text{ [分力法]}$$

分力法可以简记为：

力矩 = 距离  $\times$  垂直分力

距离表示转轴到力的作用点的距离

垂直分力表示力在垂直转轴与力的作用点连线方向上的分力

由于“垂直分力”往往比“力臂”容易确定，所以应用“分力法”求力矩通常简单

如在例2中，显而易见，重力作用点O到转轴A的距离为R，重力在垂直OA方向上（即沿斜面方向上）的分力为 $mg \sin \alpha$ ，由“分力法”可以迅速写出重力的力矩为 $R \cdot (mg \sin \alpha)$

**例9** 如图1-16所示，原来一个两端悬挂物体A和B的杆处于水平状态。杆可以绕O转动，后来在B上加一水平向右的恒力作用，使B缓慢向右偏移一段距离，问最后平衡时，杆还处于水平状态吗？

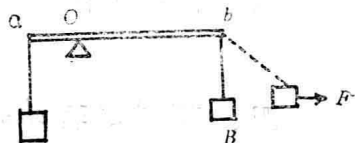


图1-16

**解析** 解此题的关键弄清楚，右侧的线对B端的拉力 $T_b$ 的力矩 $M_b$ 是否变化？现距离ob不变；最后平衡时， $T_b$ 的竖直分力仍等于 $mg$ ，（为什么？）所以 $M_b$ 不变。由此可知杆仍将处于水平状态。

（3）隔离法，求重力的力矩：将研究的对象分割成几部分，分别计算这几部分所受重力对同一转轴的力矩，然后