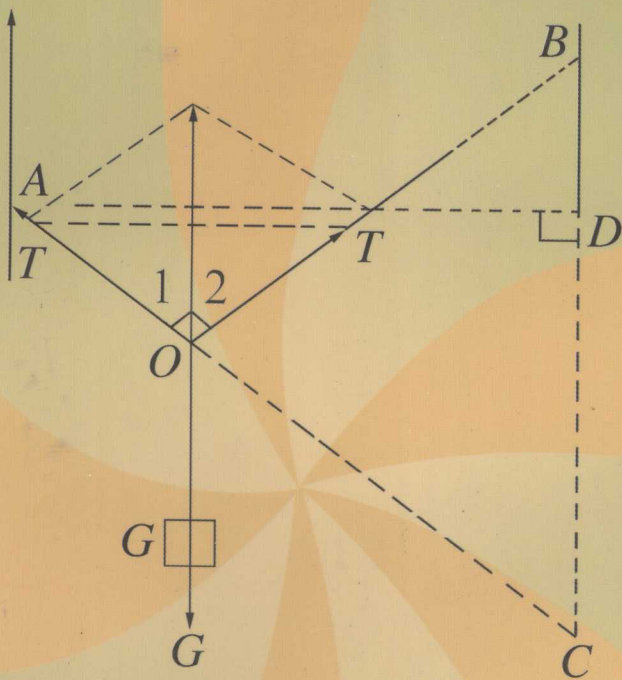


新编中学物理解题指要丛书

张培荣 徐忠英 编著

GAO ZHONG WU LI JIE TI ZHI YAO



(力学、热学部分)

# 高中物理解题指要

上

东方出版中心

新编中学物理解题指要丛书

# 高中物理解题指要(上)

(力学、热学部分)

张培荣 徐忠英 编著

东方出版中心

## 图书在版编目 (CIP) 数据

高中物理解题指要. 上, 力学、热学部分/张培荣,  
徐忠英编著. —上海: 东方出版中心, 2000. 9

(新编中学物理解题指要丛书)

ISBN 7-80627-593-2

I. 高… II. ①张…②徐… III. 物理课—高中—教  
学参考资料 IV. G634.73

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 40142 号

## 高中物理解题指要 (上)

---

出版发行: 东方出版中心

地址: 上海市仙霞路 335 号

电话: 62417400

邮政编码: 200336

经销: 新华书店上海发行所

印刷: 昆山市亭林印刷总厂

开本: 787×1092 毫米 1/32

字数: 230 千

印张: 11

印数: 6,000

版次: 2000 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

ISBN 7-80627-593-2/G·181

定价: 12.00 元

---

版权所有, 侵权必究。

## 内 容 提 要

本书系“新编中学物理解题指要丛书”之一种。本书根据中学物理课程标准的要求及新教材的具体内容,针对教学上的重点、要点和难点,概要地介绍了高中物理力学、热学解题的基本思路、途径、方法和技巧,将其分门别类地归纳为诸如怎样进行受力分析、怎样应用共点力平衡条件解题,怎样解匀变速直线运动问题,怎样进行运动的合成分解,怎样应用牛顿定律解简单或复杂的力学问题,怎样解平抛运动、圆周运动、天体运动问题,怎样计算功和功率,怎样应用动能定理、机械能守恒定律解题,怎样解振动和波的问题,怎样应用气态方程解题等等。本书可帮助学生灵活掌握高中物理的基本知识,便捷地解决各类物理习题,也可供有关教师参考。

## 出版说明

物理学是研究自然界物质的最普通、最基本的运动形式的一门科学,物理学知识广泛地应用到自然科学和技术的各个领域,对人类认识自然和改造自然起着重要的作用。历史上物理学研究的每一次重大突破,都会产生一次科学技术的重大发展,从而引起一次产业革命。中学物理是物理学的基础,是中学的重要课程,学好中学物理既能训练学生的逻辑思维能力,培养学生的分析问题和解决问题的能力,又能学到很多重要的科学方法,有利于学习中学的其他课程。

要学好中学物理,在熟练掌握中学物理的基本概念和基本规律的同时,学会各种科学方法,掌握解题技巧也是很重要的,它能帮助学生深入领会物理概念和规律,帮助学生迅速找到解题思路,简便地作出正确解答。为此,我们出版这套“新编中学物理解题指要丛书”,共分3册,包括《初中物理解题指要》、《高中物理解题指要(上)》(力学、热学部分)、《高中物理解题指要(下)》(电学、光学部分)。本丛书根据课程标准和教材,针对教学上的重点、要点、难点,概要地介绍了中学物理各分支解题的基本思路、途径、方法和技巧等。本丛书可作为普通中学物理教和学的参考书,也可供广大物理爱好者作为学习物理的辅导读物。

本丛书的作者都是长期在中学从事物理教学,具有丰富教学实践经验,对中学物理解题方法颇有研究的中学特级教

师和高级教师。我们希望本丛书的出版,能对广大中学生提高学习物理兴趣,培养创新能力有所裨益,并期待中学广大师生对本丛书提出宝贵意见,以便再版时改进,使本丛书逐步完善。

# 目 录

|                           |     |
|---------------------------|-----|
| 一、怎样进行受力分析.....           | 1   |
| 二、怎样应用共点力平衡条件解题 .....     | 18  |
| 三、怎样应用力矩平衡条件解题 .....      | 39  |
| 四、怎样解匀变速直线运动问题 .....      | 58  |
| 五、怎样进行运动的合成分解 .....       | 81  |
| 六、怎样应用牛顿定律解简单的力学问题 .....  | 95  |
| 七、怎样应用牛顿定律解复杂的力学问题 .....  | 112 |
| 八、怎样解平抛运动问题 .....         | 139 |
| 九、怎样解圆周运动问题 .....         | 158 |
| 十、怎样解天体运动问题 .....         | 178 |
| 十一、怎样计算功和功率 .....         | 191 |
| 十二、怎样应用动能定理解题 .....       | 211 |
| 十三、怎样应用机械能守恒定律解题 .....    | 233 |
| 十四、怎样解有关振动和波的问题 .....     | 251 |
| 十五、怎样对气体状态的变化进行定性分析 ..... | 277 |
| 十六、怎样应用气态方程解题 .....       | 293 |
| 十七、怎样应用气态方程解综合题 .....     | 317 |
| 习题答案与提示 .....             | 340 |

## 一、怎样进行受力分析

力学是中学物理的基础,而受力分析又是解决力学问题的基础,只有对物体进行正确的受力分析,才能确定物体的运动情况,从而选择正确的力学规律来解决所要研究的问题。要能正确进行受力分析,必须正确理解力学中常见的力——重力、弹力和摩擦力,掌握受力分析的正确步骤以及各种分析技巧,这是学好力学、乃至学好中学物理的基础。

### (一) 弹力的分析

**例 1** 如图1-1所示,一小球放在两块固定的光滑夹板之间,板1倾斜,板2恰水平,球静止,试分析小球的受力。

**分析与解** 本题的关键是分析两板对小球的弹力,弹力产生的条件是两物体之间接触且发生形变。这里接触较易看出,是否发生形变较难看出。我们知道,要发生形变,两物体之间必有相互挤压的作用,而相互挤压的两个物体中,如果拿走其中一个物体,另一个物体的状态必会受到影响,因此分析有无弹力作用时,只需设想把某个支承面拿掉,看所研究的物体状态是否会受到影响。本题中如果去掉板2,小球必会下落,可见板2对小球必有弹力作用,而去掉板1时,因为板2是水平的,小球不会发生滚动,仍

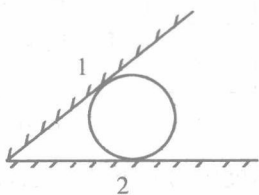


图 1-1



静止,可见板 1 对小球必无弹力作用。弹力跟支承面垂直,所以小球的受力如图 1-2 所示。

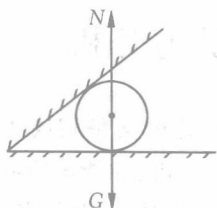


图 1-2

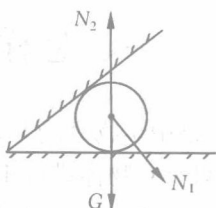


图 1-3

**说明** 弹力属于被动力,它是由其他外力及物体的运动情况决定的,因此分析弹力时还可用反证法,即假设弹力存在,看是否与物体的运动情况相符。本题中如假设板 1 对小球也有弹力,则小球受力如图 1-3 所示,在  $G$ 、 $N_1$  和  $N_2$  作用下小球显然不可能静止,可见  $N_1$  必不存在。

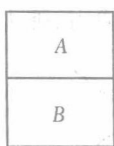


图 1-4

**例 2**  $A$ 、 $B$  两物体迭放在一起,如图 1-4 所示,以某一初速竖直向上抛出,空气阻力不计,试分析在空中上升过程中  $A$ 、 $B$  两物体的受力情况。

**分析与解** 设想去掉  $B$  物体,  $A$  物体

上升过程中的加速度仍为向下的  $g$ ,也就是对  $A$  物体的运动状态没什么影响,可见  $A$ 、 $B$  两物体之间没有相互作用的弹力,它们都只受重力作用。

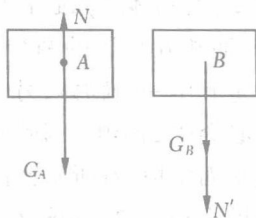


图 1-5

**说明** 本例也可用反证法,假设  $A$ 、 $B$  之间有相互作用的弹力,则  $A$ 、

$B$  两物体的受力如图 1-5 所示,这样  $A$  物体的加速度大小将小于  $g$ ,  $B$  物体的加速度大小将大于  $g$ ,所以  $A$ 、 $B$  两物体必分离,不可能有相互挤压,也就是不可能有相互作用的弹力。

## (二) 摩擦力的分析

**例 3** 如图 1-6 所示,皮带传动装置按(甲)、(乙)和(丙)三种方式以恒定速度移动,物体与皮带保持相对静止,试分别分析物体的受力情况。

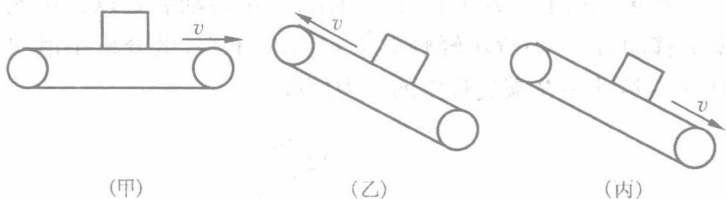


图 1-6

**分析与解** 三种情况下物体都受到重力和弹力的作用这是较明显的,现在就是要确定摩擦力。两相对静止的物体之间若有摩擦力就必为静摩擦,静摩擦力产生的条件除两物体接触且形变外还必须有相对运动的趋势。但两物体间是否存在相对运动的趋势不易判断,所以一般是先假设两物体间没有摩擦,把相对运动趋势转化为相对运动,这样就容易判断了。本题(甲)图中,若物体与皮带间没有摩擦,物体与皮带均作匀速运动,所以没有相对运动,可见它们间确无摩擦力;(乙)图中,若物体与皮带间无摩擦,皮带匀速向上移动而物体在重力的作用下将减速,相对皮带物体沿皮带向下运动,所以物体受到沿皮带向上的摩擦力;(丙)图中,若物体与皮带间无

摩擦,皮带向下匀速移动而物体将向下加速运动,相对皮带物体将沿皮带向下运动,所以物体受到的摩擦力也沿皮带向上。

**说明** 静摩擦力也是一种被动力,它也由其他外力和运动情况决定,因此常先分析其他外力,然后根据物体的运动情况决定有无摩擦力及摩擦力的方向。本题(甲)图中,物体在重力和弹力作用下处于平衡状态,不可能有摩擦力;(乙)图中物体在重力和弹力作用下不可能平衡,因此必定受到沿皮带向上的摩擦力;(丙)图也是如此。

**例 4** 如图1-7(甲)、(乙)所示,皮带传动装置以恒定速率  $v$  移动,将一小滑块轻轻放于它们的  $A$  端,试分析小滑块自  $A$  端运动到  $B$  端过程中的受力情况。

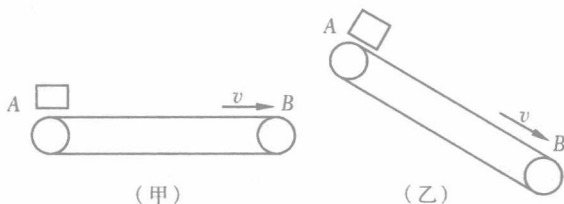


图 1-7

**分析与解** 图1-7(甲)中,小物体刚放下时,物体与皮带间有相对滑动,所以小物体除受重力、支持力外还受到向右的滑动摩擦力。如皮带足够长,当小物体在摩擦力作用下加速到速度达到  $v$  时,为分析物体与皮带间有无静摩擦力,可先假设物体与皮带间无摩擦,物体与皮带均匀速运动,无相对运动。可见假设成立,物体仅受重力和支持力作用。

图1-7(乙)中,小物体刚放下时,物体与皮带间有相对滑动,所以小物体除受重力、支持力外还受到沿皮带向下的滑

动摩擦力。如皮带足够长,当小物体加速到速度达到  $v$  时,假设物体与皮带间无摩擦,皮带匀速,而物体加速下滑,相对皮带的运动是斜向下的,因而物体所受摩擦力沿皮带向上。

**说明** 物体运动情况比较复杂时,物体所受摩擦力会发生变化,必须仔细分析。

**例 5** 如图 1-8 所示,皮带传动装置中,甲为主动轮、乙为从动轮、皮带和轮之间不打滑,传动方向如图中箭头所示,试分析在  $A$ 、 $B$  两处皮带和轮所受的摩擦力方向。

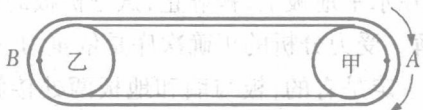


图 1-8

**分析与解** 皮带与轮间的是静摩擦力,静摩擦力的方向与相对运动趋势相反,相对运动趋势较难分析,因此可先从主动轮处开始,假设皮带与轮间无摩擦,则主动轮顺时针转动,而皮带不动,相对皮带主动轮在  $A$  处的运动是向下的,所以所受静摩擦力是向上的,皮带在  $A$  处所受静摩擦力向下。再看从动轮处,假设皮带与从动轮间无摩擦,则从动轮静止,皮带在  $B$  处是向上运动的,所以皮带在  $B$  处所受静摩擦力向下,从动轮在  $B$  处所受静摩擦力向上。

**说明** 皮带与轮间的一对摩擦力是作用力和反作用力,必等值反向,所以常分析出一个力的方向就能定出另一个力的方向。

### (三) 物体受力分析的正确步骤

**例 6** 如图 1-9(甲)所示,一块均匀板斜靠在光滑竖直

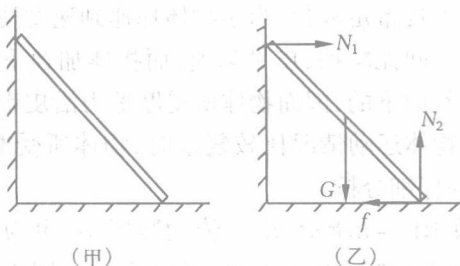


图 1-9

墙上,下端搁在水平地板上,板静止,试分析板的受力情况。

**分析与解** 受力分析的正确次序是依重力、弹力、摩擦力的顺序,重力一定是有的;板与墙和地板两处接触,有可能有两个弹力,依前面所述弹力的分析法可知两个弹力都存在;板与墙和地板两处接触,有可能有两个摩擦力,但墙壁光滑,所以只有地面可能有摩擦力,这是静摩擦,假设地面也无摩擦,这时板在重力和两个弹力作用下不可能处于静止状态,所以必有摩擦力存在。为使板能平衡,摩擦力方向必向左,板的受力如图 1-9(乙)所示。

**说明** 按正确顺序分析不容易遗漏力,而且摩擦力(特别是静摩擦力)的分析最难,只有当其他力都分析好后再分析摩擦力才不容易错。

**例 7** 如图 1-10(甲)所示,一足够重的人站在平台上,并通过轻绳与光滑轻滑轮拉住平台,使人和平台都静止,试分析人和平台的受力情况。

**分析与解** 先分析人,除重力  $G_1$  外,他还与平台及绳子接触,平台对他有支持力  $N$ ,绳子对他有向上的拉力  $T_1$ ,受力如图 1-10(乙)所示。

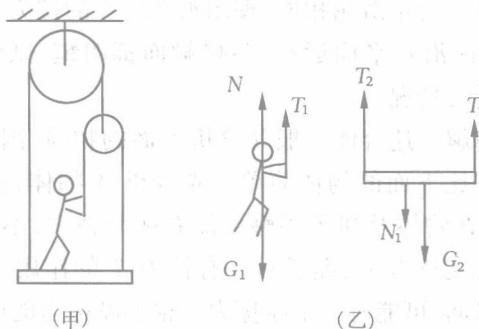


图 1-10

再分析平台,除重力  $G_2$  外,它还与及两根绳子接触,人对它有压力  $N'$ ,两根绳子对它分别有向上的拉力  $T_1$ 、 $T_2$ ,受力如图1-10(乙)所示。

**说明** 这里人对平台的压力并不等于人的重力。读者可以分析,当人的重力减小到某一值时,人对平台的压力会变为零。

**例 8** 如图1-11(甲)所示,  $A$ 、 $B$  两物体迭放在一起,并

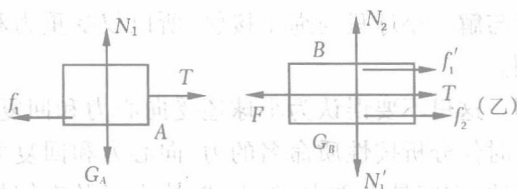
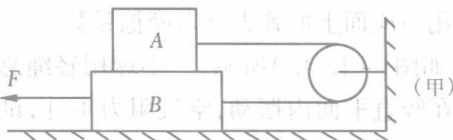


图 1-11

用轻绳通过光滑定滑轮相连,现用水平向左的拉力  $F$  拉  $B$  物体,使  $B$  物体沿水平面运动,各接触面都粗糙,试分析  $A$ 、 $B$  两物体的受力情况。

**分析与解** 选合体一般先分析上面的物体,因为它的受力情况往往比下面的物体简单。先分析  $A$  物体,除重力  $G_A$  外,它还与  $B$  物体及绳子接触可能有两个弹力,不难看出  $B$  物体对它有支持力  $N_1$ ,绳子对它有拉力  $T$  的作用,它只和  $B$  物体有接触面,可能有一个摩擦力。根据摩擦力的产生条件,可知  $B$  物体对它必有摩擦力  $f_1$ ,  $A$  物体的受力如图 1-11(乙)所示。

再分析  $B$  物体,它除重力  $G_B$  和拉力  $F$  外,还与  $A$  物体、绳子及水平地面接触,可能三个弹力,不难看出这三个弹力都存在; $B$  物体与  $A$  物体及地面这两个面接触,可能存在两个摩擦力,所以  $B$  物体的受力如图 1-11(乙)所示。

**说明** 有两个面可能存在摩擦力时常把摩擦力画在接触面处,便于看出哪个面上有摩擦力作用;同时,在计算滑动摩擦力时,要用对应面上的弹力乘以摩擦系数。

**例 9** 如图 1-12(甲)所示,一小球用轻绳悬挂于天花板上,让小球在竖直平面内摆动,空气阻力不计,试分析小球的受力情况。

**分析与解** 小球只与绳子接触,所以仅受重力和绳子拉力的作用。

**说明** 这里不要误认为小球还受向心力和回复力作用,受力分析时仅分析按性质命名的力,向心力和回复力都是按效果命名的,它们是由重力、弹力、摩擦力以及它们的合力或某个分力提供的。本题中可将重力分解成沿切线方向的分力

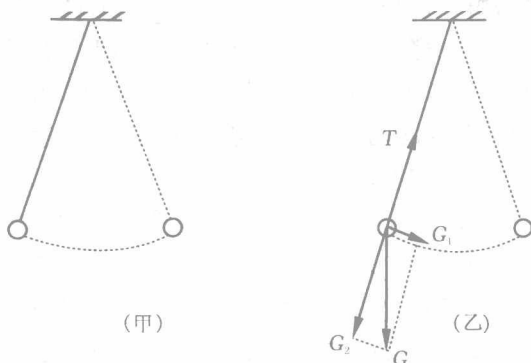


图 1-12

$G_1$  和沿半径方向的分力  $G_2$ , 其中  $G_1$  提供小球振动的回复力; 绳子拉力和  $G_2$  的合力提供小球圆弧运动的向心力。

#### (四) 应用平衡条件分析受力

**例 10** 如图 1-13(甲)所示, 一均匀直杆上端用细线悬于天花板上, 下端搁在水平地面上, 处于静止状态, 试分析杆的受力情况。

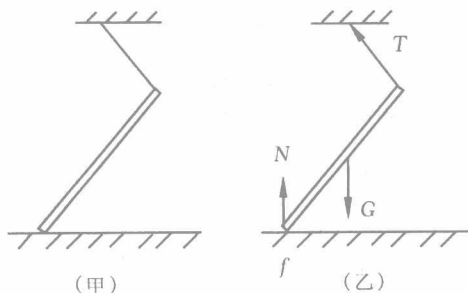


图 1-13



**分析与解** 杆与绳子及地面接触,可能有两个弹力,不难看出这两个弹力都存在,摩擦力较难分析,但由于杆静止,受力应平衡,而杆在重力  $G$ 、地面支持力  $N$  和绳子拉力  $T$  作用下不可能平衡,为此地面对杆一定有向右的静摩擦力  $f$  作用,杆的受力如图 1-13(乙)所示。

**说明** 由以上分析可知,如果悬线恰竖直,则地面对杆没有摩擦力作用。

**例 11** 如图 1-14(甲)所示,  $A$ 、 $B$ 、 $C$  三物体迭放在水平地面上,在  $A$ 、 $C$  两物体上分别施以等值反向的水平拉力  $F_1$  和  $F_2$ ,三物体均保持静止。试分析  $A$ 、 $B$  间,  $B$ 、 $C$  间和  $C$ 、地间的摩擦力情况。

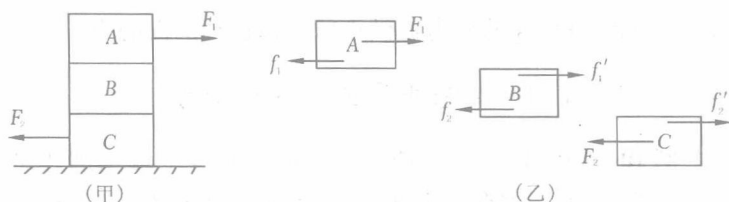


图 1-14

**分析与解** 先分析  $A$  物体,它受到向右的拉力  $F_1$  作用,要保持静止,  $B$  对  $A$  必有向左的摩擦力  $f_1$ ;再分析  $B$  物体,因为  $B$  对  $A$  有向左的摩擦力  $f_1$ ,所以  $A$  对  $B$  有向右的摩擦力  $f_1'$ ,  $B$  物体要保持静止,  $C$  对  $B$  必有向左的摩擦力  $f_2$ ;最后分析  $C$  物体,因为  $C$  对  $B$  有向左的摩擦力  $f_2$ ,所以  $B$  对  $C$  有向右的摩擦力  $f_2'$ ,而  $f_2'$  与水平向左的拉力  $F_2$  平衡,所以地面对  $C$  没有摩擦力,  $A$ 、 $B$ 、 $C$  三物体所受摩擦力如图 1-14(乙)所示。