

◎北京创新教学与考试研究中心成果◎



中国学生随堂工具书系列

怎样解题

高中物理 解题方法与技巧

GAOZHONG WULI JIETI
FANGFA YU JIQIAO

总主编 / 薛金星



知识出版社

北京创新教学与考试研究中心成果

怎样解题

高中物理解题方法与技巧

主 编 崔凤林

知识出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

高中物理解题方法与技巧/崔凤林主编—北京:知识出版社,2001.11
ISBN 7-5015-3222-2
I. 高… II. 崔… III. 物理课—高中—解题
IV. G634.75

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 079286 号

高中物理学解题方法与技巧

主 编:崔凤林
责任编辑:陈荫民
封面设计:魏 晋

出版发行:知识出版社

(北京阜成门北大街 17 号 邮编:100037)

印 刷:北京市朝阳经纬印刷厂
经 销:新华书店

版 次:2001 年 11 月第 1 版
印 次:2001 年 11 月第 1 次印刷
印 张:12.5
开 本:850×1168 1/32
字 数:417 千字
书 号:ISBN 7-5015-3222-2/G·1669
定 价:13.80 元

目 录

第一篇 静力学

- 一、物体受力分析的基本方法 (1)
- 二、摩擦力的分析与计算 (4)
- 三、力的合成与分解 (7)
- 四、用矢量三角形求极值问题 (10)
- 五、共点力平衡问题的整体法与隔离法 (12)
- 六、对称法在平衡中的应用 (15)
- 七、胡克定律的灵活运用 (17)
- 八、假设法求解平衡问题 (18)
- 九、力矩的变化 (20)
- 十、力矩平衡条件的应用 (21)

第二篇 运动学

- 一、对速度和加速度的深刻理解 (25)
- 二、匀变速直线运动的基本规律 (28)
- 三、三个推论的灵活应用 (31)
- 四、用比例法巧解运动学问题 (32)
- 五、竖直上抛与自由落体运动 (34)
- 六、利用平均速度巧解物理习题 (37)
- 七、追及问题的几种不同求解方法 (39)
- 八、速度关联及运动的合成与分解 (45)
- 九、平抛物体的运动规律 (47)
- 十、函数图像的“三会” (49)

第三篇 动力学

| | |
|--------------------------|------|
| 一、牛顿三定律 | (51) |
| 二、整体法与隔离法讨论牛顿第二定律 | (54) |
| 三、超重与失重现象的定性分析 | (58) |
| 四、巧用牛顿第二定律的瞬时性解题 | (60) |
| 五、力和运动的动态分析方法 | (62) |
| 六、正交分解法在解动力学问题中的应用 | (65) |
| 七、临界问题的求解 | (68) |
| 八、一题多变与一题多解 | (71) |
| 九、向心力的来源分析 | (74) |
| 十、水平面上的匀速圆周运动 | (77) |
| 十一、竖直面内的圆周运动 | (81) |
| 十二、杆、绳、弹簧在圆周运动中的区别 | (82) |
| 十三、圆周运动中的临界问题 | (84) |
| 十四、圆周运动的综合问题 | (85) |
| 十五、对万有引力定律的理解 | (86) |
| 十六、利用万有引力恒量求解估算题 | (88) |
| 十七、同步卫星运动专题 | (90) |
| 十八、重力加速度在天体运动中的应用 | (92) |
| 十九、万有引力定律与抛体运动 | (94) |

第四篇 能量与动量

| | |
|-------------------------|-------|
| 一、恒力做功专题 | (96) |
| 二、变力做功专题 | (98) |
| 三、功率对机车起动问题的影响 | (100) |
| 四、动能定理的应用 | (101) |
| 五、机械能守恒定律的适用条件及应用 | (105) |
| 六、功与能的关系 | (109) |

| | |
|-------------------|-------|
| 七、系统内机械能守恒问题 | (111) |
| 八、动量和冲量 | (114) |
| 九、动量定理的应用 | (116) |
| 十、如何理解动量守恒定律 | (119) |
| 十一、“人船问题”的归类分析 | (123) |
| 十二、动量守恒定律的应用条件(一) | (125) |
| 十三、动量守恒定律的应用条件(二) | (128) |
| 十四、动量守恒定律的应用条件(三) | (131) |
| 十五、子弹打木块问题 | (134) |
| 十六、图像法在动量守恒中的应用 | (139) |
| 十七、动量、能量的综合问题 | (142) |

第五篇 简谐运动 简谐波

| | |
|----------------------|-------|
| 一、物体做简谐运动的受力特点 | (147) |
| 二、利用简谐运动的周期性和对称性解题 | (148) |
| 三、应用等效思维法处理单摆周期问题 | (150) |
| 四、振动图像的分析 | (152) |
| 五、共振问题的解题思路和方法 | (154) |
| 六、判断波的传播方向和质点振动方向的方法 | (155) |
| 七、利用波传播的周期性、双向性解题 | (158) |
| 八、对称性在振动和波动中的应用 | (162) |
| 九、波的叠加、干涉、衍射问题的分析 | (164) |
| 十、声 波 | (166) |

第六篇 分子动理论、热和功

| | |
|------------------|-------|
| 一、分子动理论的基本内容 | (168) |
| 二、热和功的有关问题 | (170) |
| 三、适当选择物理模型,巧解估算题 | (172) |

第七篇 气体的性质

- 一、气体压强的求法····· (176)
- 二、气体的三个实验定律····· (179)
- 三、理想气体状态方程····· (185)
- 四、如何分析液柱移动问题····· (189)
- 五、变质量问题的求解策略····· (192)
- 六、已知宏观量估算微观量····· (197)
- 七、运用热学图像解题····· (198)
- 八、力热综合问题····· (202)
- 九、临界条件在热学题中的应用····· (206)

第八篇 电 场

- 一、库仑定律与电荷守恒定律····· (211)
- 二、电场强度三个表达式····· (214)
- 三、 $E = \frac{U}{d}$ 公式的拓展与 $W = qU$ 的物理意义····· (217)
- 四、“类比法”与“等效替代法”在复合场中的妙用····· (221)
- 五、关于静电感应和静电平衡问题的分析方法····· (226)
- 六、巧用电场力做功与电势能、电势差之间的关系解题····· (229)
- 七、带电粒子在电场中的加速与偏转的处理方法····· (232)
- 八、关于平行板电容器两类问题的处理策略····· (238)

第九篇 恒定电流

- 一、伏安特性曲线的分析方法····· (243)
- 二、电路的等效简化····· (246)
- 三、电源最大输出功率的巧解妙用····· (249)
- 四、含有电容器的电路分析方法····· (253)

| | |
|-----------------------|-------|
| 五、纯电阻电路与非纯电阻电路的异同 | (256) |
| 六、非理想电表在电路中的特殊用法 | (258) |
| 七、电路动态分析 | (262) |
| 八、电阻测定的两种方法、滑动变阻器两种接法 | (264) |

第十篇 磁 场

| | |
|------------------|-------|
| 一、磁场的基本性质 | (272) |
| 二、安培力的动态分析 | (273) |
| 三、安培力的静态分析 | (274) |
| 四、带电粒子在磁场中的圆周运动 | (276) |
| 五、带电粒子在复合场中的圆周运动 | (279) |
| 六、带电粒子在复合场中的直线运动 | (281) |
| 七、带电粒子在复合场中的曲线运动 | (285) |
| 八、带电粒子在复合场中的径迹分析 | (287) |

第十一篇 电磁感应 交流电 电磁振荡和电磁波

| | |
|--|-------|
| 一、感应电流方向的判定 | (292) |
| 二、理解电磁感应现象的本质 | (296) |
| 三、 $\varepsilon = Blv$ 的几种不同情况 | (299) |
| 四、 $\varepsilon = n \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 的讨论 | (303) |
| 五、电磁感应现象中的导电滑轨问题 | (308) |
| 六、电磁感应现象中的功能转化 | (314) |
| 七、电磁感应现象中的图像专题 | (319) |
| 八、矩形线框在磁场中的运动 | (324) |
| 九、自感现象专题 | (329) |
| 十、交流电的产生及变化规律 | (331) |
| 十一、交变电流的图像 | (335) |

| | |
|------------------|-------|
| 十二、交流电的有效值 | (339) |
| 十三、理想变压器问题的分析 | (343) |
| 十四、高压输电的解题技巧 | (349) |
| 十五、 LC 回路的问题 | (354) |
| 十六、带电粒子在交变电场中的运动 | (358) |

第十二篇 光的直线传播

| | |
|-------------------|-------|
| 一、光的直线传播问题 | (364) |
| 二、平面镜成像中的动态分析 | (366) |
| 三、确定平面镜成像的观察范围的方法 | (367) |
| 四、折射率问题的求解 | (369) |
| 五、透镜成像作图的技巧和方法 | (371) |
| 六、利用特殊点和放大率分析成像规律 | (373) |

第十三篇 光的本性, 原子结构, 原子核

| | |
|----------|-------|
| 一、光的波动性 | (375) |
| 二、光的粒子性 | (377) |
| 三、原子结构 | (379) |
| 四、原子核的组成 | (381) |
| 五、核能的计算 | (384) |

第一篇

静力学

一、物体受力分析的基本方法

1. 首先将研究对象隔离。
2. 只分析物体受到的力，每一个力都对应确定的施力体。
3. 弹力、摩擦力的方向要依据其特点准确判定。
4. 受力分析时要按重力、弹力、摩擦力、其他力依次判定。

例1 画出下列各图中物体A的受力示意图，如图1-1所示（已知物体A、B、C均静止）。

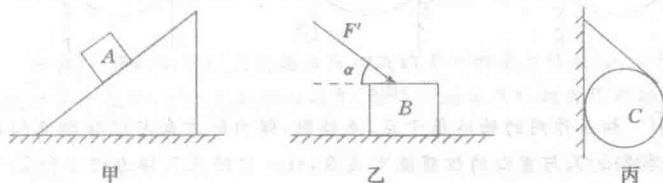


图1-1

分析 甲、乙、丙三个图中，物体皆受竖直向下的重力 G 、与接触面垂直的弹力 F_N 和相对接触面的运动趋势相反的摩擦力 F 的作用。

不同的是乙中的物体B受作用力 F' ；丙中的物体C受绳的拉力 $F_{拉}$ 。

受力示意图如图1-2所示。

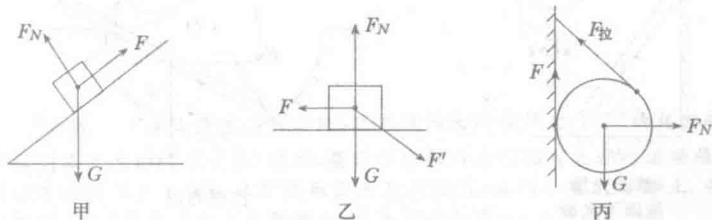


图1-2

点评 1. 受力分析时要明确力的作用点,若物体能当作质点看待(如物体A、B),则各力作用于同一点,若物体不能当作质点看待(如物体C),则各力不能作用于同一点。

2. 受力分析时,防止“漏力”、“添力”的有效措施,是按照重力、弹力、摩擦力、其他力的顺序分析,一个力必定对应着一个施力体,若找不出施力体,则这个力不存在。

3. 各力的方向要画准确:重力一定是竖直向下,而不能说垂直向下;弹力一定与接触面垂直;摩擦力一定与“相对运动”的方向相反或“相对运动趋势”的方向相反,不能说与运动方向相反。

例2 (高考变式题)三个相同的支座上分别搁着三个质量和直径都相同的光滑圆球a、b、c,支点P、Q在同一水平面上,a的重心位于球心,b、c的重心 O' 位于球心 O 的正上方和正下方,如图1-3所示,三球皆静止,试分析三种情况下支点P、Q对球的弹力方向是怎样的?

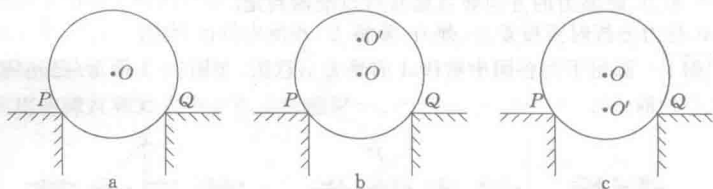


图1-3

分析 相互作用的物体属于点、点接触,弹力的方向与过接触点的切面垂直,指向球心 O ,与重心的位置没有关系,故三种情况下弹力的方向是一致的。重力和弹力是共点力。

点评 弹力的方向一定与接触面垂直,因本题中既不是面、面接触,也不是点、面接触,而是点、点接触,则弹力的方向与过接触点的切面垂直。如图1-4中,静止的杆受力如图所示。

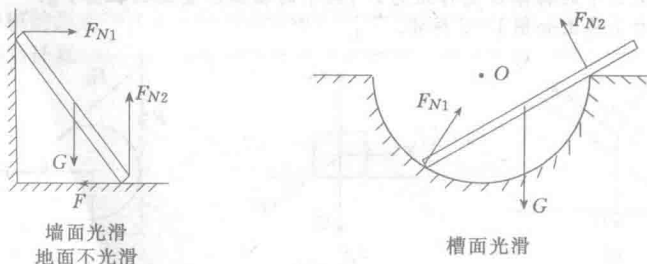


图1-4

例3 如图1-5所示,不光滑的水平地面上放一物体B,B的上表面水平,其上放一物体A,B物在拉力 $F_{\text{拉}}$ 的作用下与A物一起匀速运动,试分析物体A、B的受力情况。

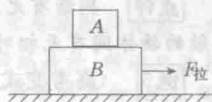


图1-5

分析 由于物体A、B的运动状态相同,故可

取物体A、B作为一个整体研究。在水平方向上,地面对物体B施加一个与运动方向相反的摩擦力,在竖直方向上,地面对B施加一个向上的弹力。

将A、B两物体隔离,B物受A物的压力。对A物体而言,水平方向不受力的作用,竖直方向受重力和弹力作用。

A、B两物体受力情况如图1-6所示。

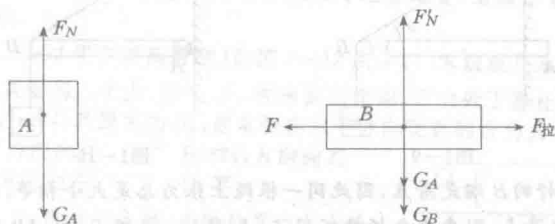


图1-6

点评 分析两个以上的物体所组成的系统的受力情况时,若每个物体的运动状态都相同,可以先取整体研究。若分析物体间的相互作用时,需将物体隔离分析。

例4 如图1-7所示,小球放在斜面和竖直挡板之间保持静止,试分析小球的受力情况。

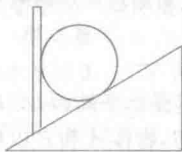


图1-7

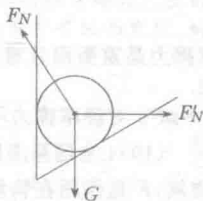


图1-8

分析 小球除受重力作用外,还与接触面间有弹力作用。物体与斜面和挡板间有无摩擦力作用呢?对此,要看小球相对接触面有无相对运动趋势。判断的有效方法是先假设球与接触面间无摩擦力,看看小球能否静止。若小球能静止,则球与接触面间无摩擦力。受力分析如图1-8所示。

点评 判断有无摩擦力,除注意相互接触的面是否光滑外,还要看相互接触的物体间有无相对运动的趋势。

例5 (高考变式题)如图1-9中,水平横梁的一端A插在墙壁内,另一端装有小滑轮B。一轻绳的一端C固定于墙壁上,另一端跨过滑轮后悬挂一重物。试分析杆B端的受力情况。

分析 杆B端是一滑轮,摩擦不计,绳中张力大小处处相等,则B端受绳斜向下的压力。

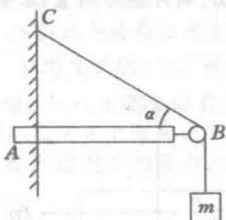


图1-9

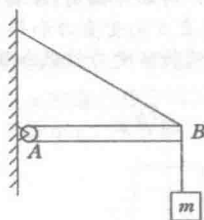


图1-10

点评 杆的B端是滑点,因此同一根绳上张力总是大小相等。有些题目中是结点而非滑点,则受力分析就不同了。如图1-10所示,杆AB可绕A端的轴自由转动,若杆AB的重力不计,则杆B端肯定受到沿杆BA方向的作用力。

以上两种情况在解题中应区别对待。

二、摩擦力的分析与计算

1. 摩擦力是重要而且难以把握的一种性质力,要明确产生摩擦力的条件及其方向。

2. $F = \mu F_N$ 对静摩擦力不适应。

例6 (1994全国高考题)如图1-11所示,C是水平地面,A、B是两个长方形物块,F是作用在物块B上沿水平方向的力,物体A和B以相同的速度做匀速直线运动,由此可知,A、B间的动摩擦因数 μ_1 和B、C间的动摩擦因数 μ_2 有可能是

A. $\mu_1 = 0, \mu_2 = 0$

B. $\mu_1 = 0, \mu_2 \neq 0$

C. $\mu_1 \neq 0, \mu_2 = 0$

D. $\mu_1 \neq 0, \mu_2 \neq 0$

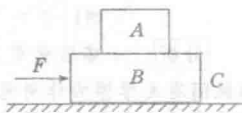


图1-11

分析 本题判断接触面间是光滑的还是粗糙的,它与接触间是否一定存在摩擦有联系,但不是惟一条件,学生将其误认为是必然条件,所以只选B或只选D,漏选了其中的一个,因整体匀速前进,根据平衡条件可知,B、C间有摩擦力,故 $\mu_2 \neq 0$.至于A、B之间,可将A等效于静止,则A、B间可能是光滑的,也可以是粗糙的,由于A水平方向不受外力作用.因此 $\mu_1 = 0$ 或 $\mu_1 \neq 0$ 均有可能.

答 B、D

点评 摩擦力是高中物理教学的重点、难点,也是历年高考的热点.

摩擦力产生的条件是:(1)物体间直接接触;(2)接触面粗糙;(3)接触面间有弹力存在;(4)物体间有相对运动或相对运动趋势.这四个条件紧密相连,缺一不可.

例7 (1992年全国高考题)如图1-12所示,一木块放在水平桌面上,在水平方向共受到三个力,即 F_1 、 F_2 和摩擦力作用,木块处于静止状态,其中 $F_1 = 10\text{N}$, $F_2 = 2\text{N}$,若撤去力 F_1 ,则木块在水平方向受到的合力为 ().

- A. 10N,方向向左 B. 6N,方向向右
C. 2N,方向向左 D. 零

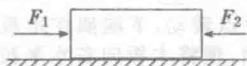


图1-12

分析 F_1 没有撤去时,此时静摩擦力大小为8N,方向向左,撤去 F_1 后,物体在 F_2 作用下不可能沿水平方向发生运动状态的改变,物体仍保持静止,此时地面对物体静摩擦力大小为2N,方向向右,以上分析可知静摩擦力是被动力.

答 D

点评 摩擦力具有显著特点:(1)接触性,即物体若受摩擦力作用时,物体间必直接接触(反之不一定成立),这一特点已经包括在摩擦力产生的条件里,我们都能理解.(2)被动性,即摩擦力随外界约束条件变化而变化,对于摩擦力的被动性特点,往往缺乏理性认识.

例8 一根质量为 m 、长度为 l 的均匀长方木料放在水平桌面上,木料与桌面间的动摩擦因数 μ ,现用水平力 F 推木料,当木料经过如图1-13所示的位置时,桌面对它的摩擦力等于_____.

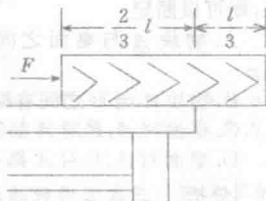


图1-13

分析 很多学生错答成 $F = \frac{2}{3}\mu mg$.其实,只要木料不从桌面上掉下,正压力始终为 mg ,所以 $F = \mu mg$,它与接触面积大小无关,与物体运动状态无关.

解 由于木料受的弹力总等于 mg , 得:

$$F = \mu F_N = \mu mg$$

例 9 如图 1-14 所示的皮带传动装置, 质量为 m 的物体相对皮带静止, 一起匀速往上运动, 则物体所受的静摩擦力方向为_____。

分析 假设 m 不受静摩擦力作用, 即认为接触面光滑, 则 m 沿“斜面”要向下运动, 现 m 之所以保持与皮带一起往上运动, 肯定是受皮带的 F_f 作用, 则物体所受的静摩擦力方向为沿皮带“斜面”方向向上。

点评 关于摩擦力方向的判断, 首先要明确“沿着接触面的切线方向”, 其次才是用具体的思维方法: ①假设法; ②直观法; ③分析判断法, 确定与物体运动方向相同还是相反, 根本的是牢固树立“阻碍相对运动或阻碍相对运动趋势”的概念。

例 10 如图 1-15 所示, 匀质杆上端可绕 O 点转动, 下端搁在木板上, 木板置于水平地面, 现将木板向右水平拉动, 在这一过程中杆和木板所受摩擦力的方向_____。

分析 因杆 A 相对于木板向左运动, 故直接判断 A 受到水平向右的摩擦力; 因木板相对杆和地面均向右运动, 故直接判断木板 B 受到杆和地面给予的水平向左的摩擦力, 且皆为滑动摩擦力。

例 11 (全国高考题) A 、 B 、 C 三物块质量分别为 M 、 m 和 m_0 , 作如图 1-16 所示的连结, 绳子不可伸长, 且绳子和滑轮的质量、滑轮的摩擦均可不计。若 B 随 A 一起沿水平桌面作匀速运动, 则可以断定 ()

A. 物块 A 与桌面之间有摩擦力, 大小为 m_0g

B. 物块 A 与 B 之间有摩擦力, 大小为 m_0g

C. 桌面对 A 、 B 对 A 都有摩擦力, 两者方向相同, 合力为 m_0g

D. 桌面对 A 、 B 对 A 都有摩擦力, 两者方向相反, 合力为 m_0g

分析 三者运动状态相同, 故可取整体研究, 又知系统匀速运动, 所以物体受力平衡。

对物体 C 分析知, 绳的张力为 $F = m_0g$ 。再对 A 、 B 组成的系统分析, 知 A 受摩擦力大小为 $F = m_0g$ 。

A 、 B 两物体无相对运动的趋势, 故 A 、 B 间无摩擦力。

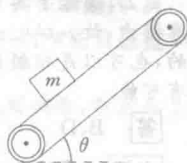


图 1-14

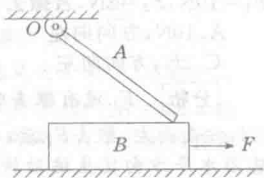


图 1-15

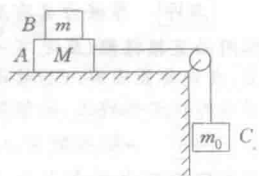


图 1-16

答 A

点评 对摩擦力的分析,要明确以下几点:

(1) 摩擦力不一定是阻力,如例9中的摩擦力是物体运动的动力.

(2) 受静摩擦力的物体不一定静止.如例9中的运动物体就受静摩擦力的作用.

(3) 滑动摩擦力的方向不一定与运动方向相反,也可能与运动方向相同,但滑动摩擦力的方向一定与相对运动的方向相反.如图1-17中,木板A在外力作用下以速度 v_A 匀速运动,将木块B轻轻放在A的上面,B在A的带动下也向右运动,但有相对滑动,此种情况,B的运动方向与受滑动摩擦力的方向相同.

(4) 摩擦力的大小不一定随外力的改变而改变.如图1-18中,木块在水平外力 F_1 的作用下静止在竖直墙面上,当压力 F_1 增大时,摩擦力 F 的大小总等于其重力 G .

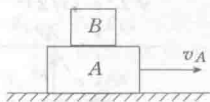


图1-17

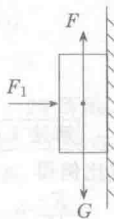


图1-18

三、力的合成与分解

1. 合成与分解是互为逆运算.
2. 合成与分解的方法是平行四边形定则.
3. 一个力可以分解为无数对分力,但要有目的分解.

例12 (全国高考题)两根长度相等的轻绳,下端悬挂一质量为 m 的物体,上端分别固定在水平天花板上的 M 、 N 点, M 、 N 两点间的距离为 s ,如图1-19所示,已知两绳所能承受的最大拉力均为 F ,则每根绳的长度不得短于_____.

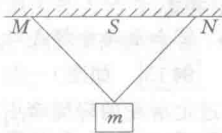


图1-19

分析 取质量为 m 的物体研究,共受三个

力的作用而平衡.两个绳上的拉力 F 大小相等.本题可以用力的合成法求解:即两绳上张力的合力与重力大小相等;也可以用力的分解法求解:即重力 mg 的作用效果使两绳上产生张力.

解法 I 合成法.如图1-20所示,由平行四边形定则作出张力 F 的合力 F' , $F' = mg$.

由图可以看出 $\triangle OBC \sim \triangle OAN$,则 $\frac{ON}{OA} = \frac{OC}{OB}$,

$$\text{即 } \frac{L}{\sqrt{L^2 - (s/2)^2}} = \frac{F}{mg/2} \quad \text{解得 } L = \frac{Fs}{\sqrt{4F^2 - m^2g^2}}$$

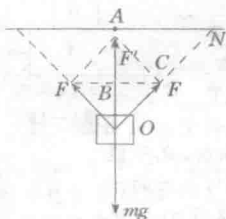


图1-20

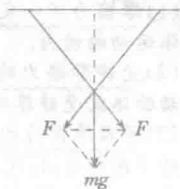


图1-21

解法 I 分解法。如图1-21所示，将重力分解，仍由三角形相似，线段成比例得

$$\frac{F}{mg/2} = \frac{L}{\sqrt{L^2 - \left(\frac{s}{2}\right)^2}}$$

$$\text{解得 } L = \frac{Fs}{\sqrt{4F^2 - m^2g^2}}$$

点评 ① 本题突出的特点是利用三角形相似

来求解。这种解法适于给定绳长或给定两点间距离，求解力的大小或力的变化情况。如图1-22中就是用此法求解。

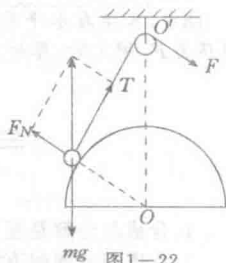


图1-22

分析知，缓慢拉动小球，在球上升过程中，绳子的拉力减小，球受的弹力 F_N 不变。

② 合成与分解是对力处理的两种不同方法，这两种方法是可逆的。

例13 如图1-23所示，重力为500N的人通过跨过定滑轮的轻绳牵引重为200N的物体，当绳与水平面成 60° 角时，物体静止。不计滑轮与绳的摩擦，求地面对人的支持力和摩擦力。

分析 人与重物静止，所受合力皆为零，对重物分析得，绳的张力 $F_1 = 200\text{N}$ ，人受四个力作用，可将绳的拉力正交分解。

解 将绳的拉力正交分解，如图1-24所示，

$$F_1 \text{ 的水平分力 } F_{1x} = F_1 \cos 60^\circ = 100\text{N}$$

$$F_1 \text{ 的竖直分力 } F_{1y} = F_1 \sin 60^\circ = 100 \sqrt{3}\text{N}$$

在 x 轴上，摩擦力 $F = F_{1x} = 100\text{N}$

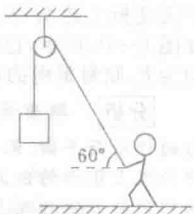


图1-23