高中物理解题技巧

陆永刚 编著

东方出版中心

需要全本请访问 www.ertongbook.com

内 容 提 要

学好中学物理，除需掌握有关物理内容的基本知识、基本概念外，还必须掌握一定的解题技巧。本书紧扣高中物理教学大纲，抓住关键，提示解题要领，介绍解题思路，并将其归纳为有关解题技巧和方法，诸如怎样用隔离法、整体法、等效法、对称法、假设法、逆向法、守恒法、特例法及有关数学方法解题等等，旨在帮助读者熟悉高中物理的基本知识，熟练掌握解题方法。本书可供高中物理教师和学生阅读、参考。

出 版 说 明

数学、物理、化学是中学教学的重要课程，学会解题是学习中学数理化的重要内容。熟练掌握这些课程的基本知识是能否顺利解题的基础，而深刻理解这些课程的基本思路、基本方法是能否顺利解题的关键，更为各类测验、考试、竞赛所必须。解题是需要一定技巧的，如果能掌握一定的技巧就能达到事半功倍的目的，既能比较迅速地找到解题思路，又能比较简捷地作出正确的解答。

为此，我们组织有关中学数理化教学方面的专家，撰写了这套《高中数理化解题技巧》丛书，共分《高中数学解题技巧》、《高中物理解题技巧》、《高中化学解题技巧》三册，作为高中数理化教学的参考读物，以飨广大中学师生。本书作者长期在中学从事数理化基础教学，有丰富的教学实践经验，对中学数理化解题方法颇有研究，形成了既具自己特色又有普遍指导意义的中学数理化解题思路、途径、方法和技巧，颇受同行的好评和学生的欢迎，在实践中证明行之有效，使一大批学生提高了学习成绩和升学率，提高了解决实际问题的能力。

我们希望，本丛书的出版能对广大中学师生有所裨益，并期待读者对本丛书多提宝贵意见，以便再版时改进，使本丛书逐步完善。

编 者 的 话

要提高中学物理的解题能力，首先必须熟练掌握中学物理的基础知识，深刻理解中学物理的基本方法、基本思路，同时也很有必要学习一些解题技巧。对于同一个物理问题，往往能从不同的角度去分析、采用不同的方法来解决，但繁简程度却有很大的区别，如果能掌握一定的解题技巧就能达到事半功倍的目的。本书通过对典型物理问题的分析，介绍了中学物理中常用的思维方法和解题技巧。我们编著这本书的目的，就是希望它能为广大读者在灵活运用基础知识、开拓解题思路、提高解题能力方面提供某些帮助和启发。

本书在编写时采用了专题的形式，每一专题都独立成文、自成一篇。为了帮助读者加深理解文内的某些解题思路和解题方法，每篇后又都备有习题若干，以供练习之用。为了防止追求知识上的面面俱到，凡是课本上有的内容，都从略了。

由于作者水平有限，书中难免有不妥和错误之处，敬请读者予以指正。

编 者

1995 年 9 月

目　录

一、怎样解力的平衡问题 …… 1
二、怎样解运动学问题 …… 22
三、怎样用牛顿第二定律解题 …… 47
四、怎样解曲线运动、万有引力问题 …… 60
五、怎样解物体相互作用的问题 …… 73
六、怎样解机械能问题 …… 84
七、怎样解振动与波的问题 …… 104
八、怎样应用气态方程解题 …… 110
九、怎样解电场问题 …… 126
十、怎样解稳恒电流问题 …… 142
十一、怎样解磁场、电磁感应问题 …… 160
十二、怎样解交变电问题 …… 173
十三、怎样解几何光学问题 …… 180
十四、怎样解原子物理问题 …… 194
十五、怎样用隔离法解题 …… 200
十六、怎样用整体法解题 …… 209
十七、怎样用等效法解题 …… 218
十八、怎样用对称法解题 …… 226
十九、怎样用假设法解题 …… 234
二十、怎样用逆向法解题 …… 245
二十一、怎样用守恒法解题 …… 254

需要全本请访问 www.ertongbook.com

二十二、怎样用特例法解题…… 264
二十三、怎样用代换法解题…… 280
二十四、怎样用估算法解题…… 289
二十五、怎样用比例法解题…… 303
二十六、怎样用代数法解题…… 309
二十七、怎样用三角法解题…… 322
二十八、怎样用几何法解题…… 328
二十九、怎样用微元法解题…… 340

习题答案…… 352

一、怎样解力的平衡问题

（一）共点力平衡问题的解法

共点力作用下的物体平衡问题是常见的题型，常用三种方法来求解：力的分解法、力的合成法和正交分解法。

例 1 如图 1－1 所示，在一轻绳 C 点系一重物 P，轻绳两端 A、B 分别固定在墙面上使 AC 保持水平，BC 与水平方向成 30°角，重物 P 以 100 牛的力 F 向下拉 C 点，则 AC、BC 段张力大小分别为多少？

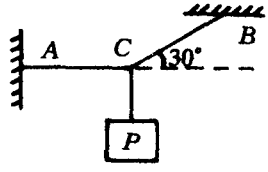

图 1－1

分析与解答 （1）用力的分解法解。

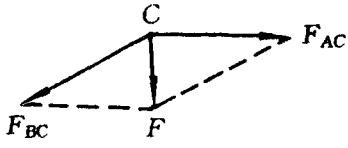

图 1－2

因为重物向下拉 C 点的力 F 作用的效果是拉 AC 和 BC，所以把 F 按作用效果方向分解，如图 1－2 所示。由图可求得

$$F_{AC} = F \cdot \mathrm{tg}60° = 100 \times \sqrt{3}\text{牛} = 173\text{ 牛},$$

$$F_{BC} = \frac{F}{\sin 30°} = \frac{100}{1/2}\text{牛} = 200\text{ 牛}。$$

所以，绳 AC 段的张力为 173 牛，BC 段的张力为 200 牛。

(2) 用力的合成法解。

结点 C 受三个力作用，即重物拉力 F、AC 段张力 T_{AC} 和 BC 段张力 T_{BC}。C 点在这三个力作用下处于静止状态，所以三个力的合力为零。可见，T_{AC} 和 T_{BC} 的合力 T 一定与 F 大小相等而方向相反，由此可得

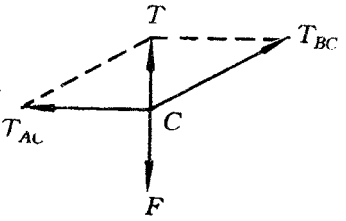

图 1-3

$$T_{AC} = \frac{F}{\operatorname{tg}30^\circ} = \frac{100}{1/\sqrt{3}}\text{牛} = 173\text{牛},$$

$$T_{BC} = \frac{F}{\sin 30^\circ} = \frac{100}{1/2}\text{牛} = 200\text{牛}。$$

所以，绳 AC 段的张力为 173 牛，BC 段的张力为 200 牛。

(3) 用正交分解法解。

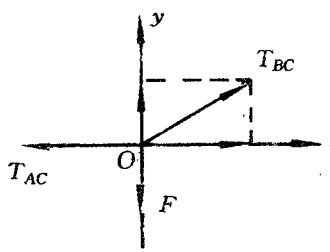

图 1-4

因为结点 C 在 F、T_{AC}、T_{BC} 三个力作用下保持静止状态，选取水平方向为 x 轴、竖直方向为 y 轴，把 T_{BC} 沿 x 轴和 y 轴分解，如图 1-4 所示，则在 x 轴和 y 轴上合力都应等于零，故有

$$T_{BC} \cdot \cos 30^\circ = T_{AC},$$

$$T_{BC} \cdot \sin 30^\circ = F。$$

解得 $T_{AC} = 173$ 牛，$T_{BC} = 200$ 牛。

所以，绳 AC 段的张力为 173 牛，BC 段的张力为 200 牛。

（二）“二力杆件”和“多力杆件”问题的解法

不少物理习题涉及到杆的平衡问题。如果一杆仅在两端受力，则称此杆为二力杆件。二力杆件处在平衡状态时，各端所受的合力必沿杆的方向。如果一杆除两端受力外，中间也受力，则称此杆为多力杆件。多力杆件平衡时，各端所受的合力一般不沿杆的方向。

例 2 图 1－5 中 OB 是一根水平横梁，长 $L=1.0$ 米，一端安装在轴 O 上，另一端用轻绳 AB 拉着。如果在 B 端挂一个 50 牛的重物，求下列两种情况下绳对横梁的拉力：

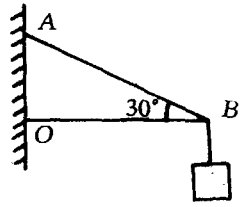

图 1－5

（1）横梁重力不计；

（2）均匀横梁重 100 牛。

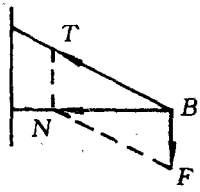

图 1－6

分析与解答 （1）如横梁重力不计，横梁仅在 O 端和 B 端受力，是二力杆件。横梁 B 端受到重物的拉力 $F=50$ 牛。F 和轻绳拉力 T 的合力 N 必沿横梁方向，如图 1－6 所示。故有

$$T=\frac{F}{\sin 30^\circ}=\frac{50}{1/2}\text{牛}=100\text{牛},$$

所以，如横梁重力不计，绳对横梁的拉力为 100 牛。

（2）横梁重 100 牛，则横梁除 O 端、B 端受力外，中间重心处也受力，故横梁为多力杆件。横梁 B 端所受的合力不沿横梁方向。横梁有一固定转动轴，根据力矩平衡条件可列出

$$T\cdot L\cdot\sin 30^\circ=G\cdot\frac{1}{2}L+F\cdot L,$$

解得　$T=200$ 牛。

所以，横梁重 100 牛，绳对横梁的拉力为 200 牛。

（三）巧取转动轴

不少物理习题涉及的静止物体不存在固定转动轴，但对此类问题，巧取转动轴，利用有固定转动轴的物体平衡条件来解，常能取得简解的效果。

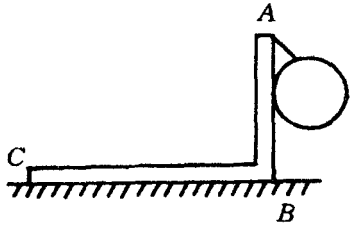

图 1-7

例 3　如图 1-7，直角 L 形轻质硬棒 ABC，水平部分放置在地面上，BC 长为 l，在棒 A 端用轻绳挂一个重为 G、半径为 R 的球，则在 C 端至少应作用多大的力 F，才能使棒处于平衡状态？

分析与解答　此题若把球、棒隔离开考虑，则必须对球和棒进行受力分析，再根据力的平衡条件和力矩平衡条件列方程求解，过程十分繁琐。由于题中未提及球与棒接触处是否光滑，因此分开分析除了要考虑球、棒相互作用的弹力，还必须考虑球与棒相互作用的摩擦力。题中也未提及地面是否光滑，而单独从棒的受力情况是不容易确定地面与棒之间是否存在相互作用的摩擦力的。如果把球、绳、棒三者看成一个整体，选整体为研究对象：当 C 端作用力为所求的最小力时，棒处于即将翻倒的临界状态，地面支持力过 B 点，此时以 B 点为转轴，根据力矩平衡条件来列方程求解，十分简便。

以整体为研究对象，取 B 点为转轴，当作用在 C 端的力

F 方向竖直向下时，其力臂最大而取值可最小。根据力矩平衡条件可列出

$$F \cdot l = G \cdot R,$$

得

$$F = \frac{R}{l} G。$$

故所求至少应作用的力 F 为 $\frac{R}{l}G$。

例 4 如图 1－8，两个重分别为 G_1 和 G_2 的小环 A、B，用轻绳连着套在一个竖直固定着、半径为 R 的光滑大圆环上。如果连线对圆心的张角为 α，求在平衡时，A 环与圆心 O 的连线跟竖直方向的夹角 θ。

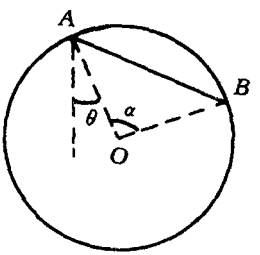

图 1－8

分析与解答 本例涉及的圆环均不存在固定转动轴。如果分别以两小环为研究对象，进行受力分析，根据共点力的平衡条件来解，比较麻烦。若以两小环及轻绳整体为研究对象，取大环圆心 O 为转动轴，根据力矩平衡条件来解，由于小环与线的相互作用力作为内力，大环对小环的支持力方向通过大环圆心，力臂为零。故只需考虑两小环重力产生的力矩，十分简便。

根据力矩平衡条件有

$$G_1 \cdot R \cdot \sin\theta = G_2 \cdot R \sin(\alpha - \theta),$$

解得

$$\theta = \text{arc tg} \frac{G_2 \cdot \sin\alpha}{G_1 + G_2 \cos\alpha}。$$

所以，A 环与圆心 O 的连线跟竖直方向的夹角为

$$\text{arctg} \frac{G_2 \sin\alpha}{G_1 + G_2 \cos\alpha}。$$

需要全本请访问 www.ertongbook.com

（四）隔　离　法

当研究物体内部相互作用时，常把物体各部分隔离开，单独选取要讨论的部分进行受力分析，再根据物体平衡条件列式计算，从而求出问题的结果。

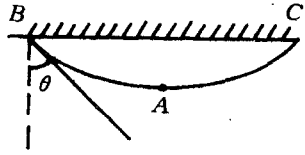

图 1－9

例 5　一段粗细均匀的长绳，质量为 m，绳的两端拴在水平的天花板上，绳静止后，绳头的切线方向与竖直方向夹角为 θ，如图 1－9 所示。悬绳的最低点为 A，求 A 处绳中的张力为多大？

分析与解答　若选整段绳子为研究对象，显然无法求出绳子各部分的相互作用。隔离出长绳的一半 AB 为研究对象，其受力图如图 1－10 所示。把绳 B 点受力 T_B 分解成水平分力 T_1 和竖直分力 T_2，根据 AB 平衡的条件，水平方向和竖直方向合力为零，则有

$$T_1 = T_A,$$

$$T_2 = \frac{1}{2}mg。$$

故　$$\frac{T_A}{\frac{1}{2}mg} = \mathrm{tg}\theta,$$

即　$$T_A = \frac{1}{2}mg\ \mathrm{tg}\theta。$$

故所求 A 处绳中的张力

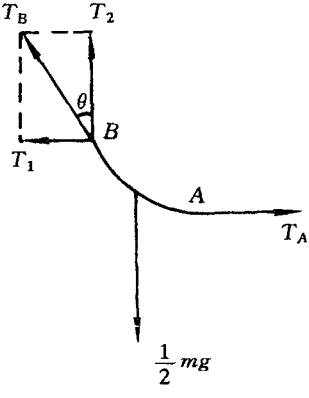

图 1－10

为$\frac{1}{2}mg\ \mathrm{tg}\theta$。

例 6 图 1－11 中一个半径 $R=20$ 厘米、重 $G=5.0$ 牛的光滑球，搁在两块砖上，每块砖重 $G_1=1.0$ 牛，厚 $b=5.0$ 厘米，高 $h=20$ 厘米，问要使两块砖保持平衡而不翻倒，它们间的最大距离为多少？

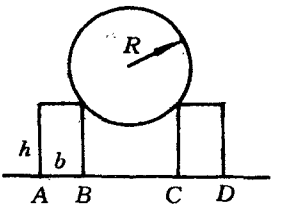

图 1－11

分析与解答 本例中要研究砖的翻倒问题，必须考虑球与砖的相互作用力。为此先隔离光滑球，它受重力 G 和两块砖的弹力 N 作用而平衡，如图 1－12 所示。由三力平衡条件可得

$$\cos\theta=\frac{G}{2N}。$$

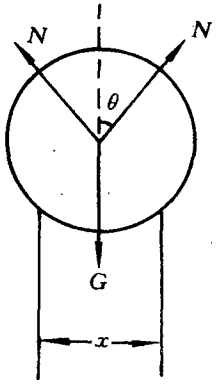

图 1－12

再隔离左砖，它受到重力 G_1、球的弹力 N' 和地面的支持力及摩擦力。考虑砖不翻倒的极限条件，砖块不是底面全部压在地面上，只有 A 点有作用的支持力，如图 1－13 所示。取各力对 A 点的力矩平衡方程为

$$G_1\cdot\frac{b}{2}+N'\cdot\cos\theta\cdot b=N'\cdot\sin\theta\cdot h。$$

由于 $N=N'$，由上面两式可解得

$$\mathrm{tg}\theta=\frac{(G_1+G)b}{G\cdot h}=0.3。$$

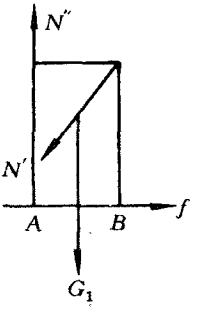

图 1－13

由几何关系有 $\mathrm{tg}\theta = \dfrac{x}{2\sqrt{R^2 - \left(\dfrac{x}{2}\right)^2}}$，

故 $x = \dfrac{2\mathrm{tg}\theta \cdot R}{\sqrt{1+\mathrm{tg}^2\theta}} = 0.115$ 米。

即：要使两块砖保持平衡而不翻倒，它们间的最大距离为0.115米。

（五）整 体 法

当不需要讨论几个物体之间的相互作用，而只要讨论几个物体与外界的相互作用时，把这几个物体整体作为研究对象，往往能达到简解的目的。

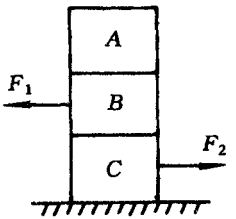

图 1-14

例 7 如图 1-14，A、B、C 3个物体叠放在水平桌面上，在 B 上作用一水平向左的拉力 $F_1 = 1$ 牛，在 C 上同时作用一水平向右的拉力 $F_2 = 1$ 牛，A、B、C 3物保持静止状态，问 C 与桌面间的摩擦力为多大？

分析与解答 若把3个物体分开考虑，则须先从 A 的受力情况来确定 A 与 B 之间是否存在相互作用的摩擦力，从 B 的受力情况来确定 B 与 C 之间相互作用的摩擦力，再从 C 的受力情况来确定 C 与桌面间的摩擦力。由于题中要问的是 C 与桌面间的摩擦力，因此可以把静止的 A、B、C 3个物体看成一个整体，而不必去考虑 A 与 B、B 与 C 之间是否存在相互作用的摩擦力。

把 A、B、C 3个物体看成一个整体，由于整体受到向左的水平拉力 $F_1 = 1$ 牛，向右的水平拉力 $F_2 = 1$ 牛，正好抵消，所

以 C 与桌面之间的摩擦力为零。

例 8 用轻细线把两个质量未知的小球悬挂起来，如图 1－15 所示。今对小球 a 持续施加一个向左偏下 30°的恒力，并对小球 b 持续施加一个向右偏上 30°的同样大的恒力，最后达到平衡。表示平衡状态的图可能是图 1－16 中的哪一个？



图 1－15

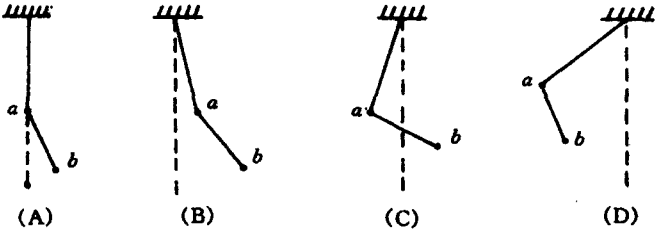

图 1－16

分析与解答 取 a、b 两小球及连结 a、b 的轻线为研究对象。由于 a 球受到一个向左偏下 30°的恒力，b 球受到一个向右偏上 30°的同样大的恒力，所以此两力的水平分力大小相等、方向相反。如果 a 球上方轻线不处于竖直位置，则整体水平方向合力不可能为零，整体也就不可能保持平衡。所以，整体处于平衡状态，a 球上方轻线必处于竖直位置，表示平衡状态的图只可能是图(A)。

（六）对　称　法

利用力的对称关系求解力的平衡问题，也是常用的一种解题方法。由于对称关系，力的大小、方向关系一目了然，求解就显得简捷。

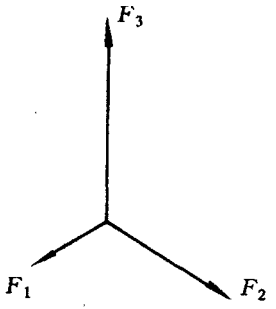

图 1－17

例 9 如图 1－17 所示，三个力 F_1、F_2、F_3 互成 120°角，大小分别为 10 牛、20 牛、30 牛，求它们的合力 F 的大小。

分析与解答 我们知道，三个大小相等、互成 120°角的力具有对称性，它们的合力为零。本例中可以将 F_2 分解成该力方向上的分力 F_A 和 F_B，$F_A = F_B = 10$ 牛；将 F_3 分解成该力方向上的分力 F_C 和 F_D，$F_C = 10$ 牛，$F_D = 20$ 牛，如图 1－18 所示。由于 F_1、F_A 和 F_C 的对算分布而合力为零，因此本例求合力的问题就转化成求夹角为 120°角的 F_B 和 F_D 的合力问题。故

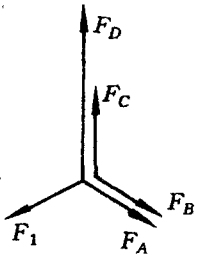

图 1－18

$$F = \sqrt{F_B^2 + F_D^2 + 2F_B \cdot F_D \cdot \cos 120°} = 17.3 \text{ 牛},$$

所以，已知三力的合力大小为 17.3 牛。

例 10 一个均匀等厚的边长为 l 的正方形木块，依它的两条对角线将它分成四个三角形，如图 1－19 所示，削去其中的阴影部分，求剩余部分的重心位置。

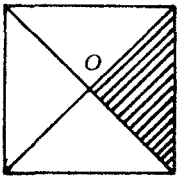

图 1－19

分析与解答 设想把削去的等腰直角三角形部分补上，其整体就是一个正方形。由对称性可知阴影等腰直角三角形部分和正方形部分的重心位置，如图 1－20 所示的 B 点和 O 点，其中 $OB = \frac{1}{3}l$。假定所求

剩余部分的重心位置在 A 点，设想在 O 点支起，则根据力矩平衡条件可列出

$$\frac{3}{4}G\times OA=\frac{1}{4}G\times OB,$$

得 $$OA=\frac{l}{9}。$$

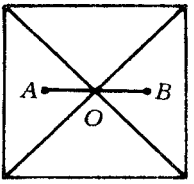

图 1－20

也可以设想在图 1－19 中再对称地削去一个三角形。由对称性可知二次削去后剩余部分的重心位置和第二次削去的三角形部分的重心位置，如图 1－21 所示的 O 点和 C 点，其中 $OC=\frac{l}{3}$。设想在题目所求重心位置 A 点处支起，则根据力矩平衡条件可列出

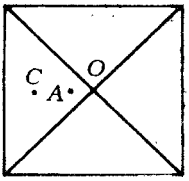

图 1－21

$$\frac{1}{4}G\times CA=\frac{1}{2}G\times AO。$$

由于 $CA=\frac{l}{3}-AO$，代入求得

$$AO=\frac{l}{9}。$$

故所求重心位置在图 1－21 中的 O 点左侧，离 O 点距离为 $\frac{l}{9}$。

（七）三　角　法

利用三角函数求解力的平衡问题，也是常用的解题方法。

例 11　在如图 1－22 所示的三角形支架中，横杆端点挂一重为 G 的物体，均匀杆重为 G_2，绳 AB 与横杆的长度相等，横杆始终保持

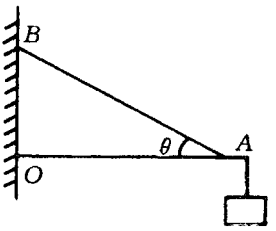

图 1－22

需要全本请访问 www.ertongbook.com