

高中物理

思维训练

张树棣

雷作春

杨喜润

陈松涛 编



辽宁教育出版社



269677

号 8 字 登 G633.7
151

高中物理思维训练

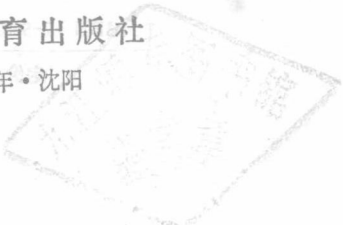
张树棣 雷作春 编
杨喜润 陈松涛



* 2 0 1 8 1 7 8 7 3 *

辽宁教育出版社

1993年·沈阳



辽新登字6号

高中物理思维训练

张树棣 雷作春 编
杨喜润 陈松涛

辽宁教育出版社出版 辽宁省新华书店发行
(沈阳市北一马路108号) 沈阳市第二印刷厂印刷

字数: 190,000 开本: $787 \times 1092^{1/32}$ 印张: $8^{5/8}$
印数: 1—292
1993年2月第1版 1993年2月第1次印刷

责任编辑: 杨力

ISBN 7-5382-1758-4/G·1268

定价: 4.10元

高中物理思维训练

——写在前边的话

依据中学物理教学要求和物理学科特点，帮助高中学生在学习物理知识的同时，能够得到创造性思维的启迪，使知识掌握与思维训练水乳交融，浑然一体，是本书的第一特点。

物理学与现代科学理论有不解之缘，“系统”、“反馈”、“调控”等等都是物理学与科学方法论的两栖用语，在物理教学中渗透“三论”科学的观点，势在必行。物理学家的每一个重大发现，都是创造性思维的成果，从系统论的角度看创造性思维，其理论依据是系统的整体性原理。把蕴含在物理学发展中的方法论精华、系统科学原理、创造性思维过程综合加工，力争达到交互渗透，是本书的第二特点。

遵循教学大纲要求和教材顺序，每章突出一种思维方法的启迪，以例点法，在每点内容不超纲的情况下，内容求新、方法求活，章末配有练习，以期从训练中悟出创造性思维要诀，适于教师、高中各年级学生使用，是本书的第三特点。

本书编写力求面目一新，恐才疏学浅，难免有不当之处，恳请读者多批评指正。

编写过程中查阅了国内大量近期刊物和书籍，引用了同仁们的研究成果，省内一些学校的教师对原稿提出很多颇有见地的意见，在此一并致以衷心的感谢。

编者

1992年5月1日

目 录

- 一、分解、组合、创新
——帮你学好“力、物体平衡” 1
- 二、发散求异、集中求同
——帮你学好“直线运动” 13
- 三、逆向思维与正向思维
——帮你学好“运动和力” 26
- 四、用整体原理理解物理思想
——帮你学好“物体间的相互作用” 43
- 五、学会组合思维
——帮你学好“曲线运动、万有引力” 60
- 六、提高思维的有效性
——帮你学好“机械能” 79
- 七、对称性帮你突破学习振动和波的困难
——帮你学好“机械振动和机械波” 100
- 八、思想模型思维——架在宏观过程与微观现象间的桥梁
——帮你学好“分子热运动、功和能” 115
- 九、使思维插上想象的翅膀
——帮你学好“气体性质” 127
- 十、逆向思维巧渡难关
——帮你学好“静电场” 145
- 十一、协调局部与整体关系，力促思维灵活变通
——帮你学好“稳恒电流” 162

十二、使思维对象处于纵横交错的交叉点上	
——帮你学好“磁场”	188
十三、学会两面神思维	
——帮你学好“电磁感应”	205
十四、控制项——变压器的作用	
——系统动态原则帮你学好“变压器”	222
十五、美学带我们遨游光学世界	
——帮你学好“光的反射和折射”	233
十六、转变观念使思维多向、灵活	
——帮你学好“光的本性”	250
十七、模型思维方法与黑箱方法的运用	
——帮你学好“原子和原子核”	262

一、分解、组合、创新

——帮你学好“力、物体平衡”

“创造的原理，最终是信息的截断和再组合。把集中起来的信息分散开，以新的观点再将其组合起来，就会产生新的事物或方法。这恰似孩子们玩的积木，把没有什么意义的七零八落的圆的、四角的、三角的积木垒积起来，便建成了房子，把房子推倒改换一下堆积办法，这次船又出来了。”这种普遍适用创造性思维方法，对学习物理知识、解决物理问题很有指导意义。

1. 欲组合、先分解，巧解力的合成问题

“把一个大问题分为几个部分加以思考，虽有其困难之处，但是可以出乎意料地顺利地找到解决办法”欲求几个力的合力，可先把某些力分解（或分组），再组合，常可导致巧妙简捷解法。

例1. 四个同学一起玩拔河游戏，其中两个分别用280牛和350牛的力向东拉，另外两个分别用300牛和340牛的力向西拉。求绳子所受的合力。

规定向东的拉力为正，求合力就转化为求代数和。先分组、再组合求合力，可得到如下方法：

$$F_{\text{合}} = \begin{cases} \rightarrow (350 + 280) - (300 + 340) \\ \rightarrow (350 - 340) + (280 - 300) \\ \rightarrow (280 - 340) + (350 - 300) \end{cases}$$

$$F_{\text{合}} = \begin{cases} \rightarrow (350 + 280 - 340) - 300 \\ \rightarrow (350 + 280 - 300) - 340 \\ \rightarrow 350 + (280 - 300 - 340) \end{cases}$$

.....

还可以找出另外一些不同的组合方法。本例说明不同组合对应着不同解法。从例2中可体会到分解、组合可导致简捷解法。

例2. 在同一平面上的三个共点力，它们之间的夹角都是 120° ，大小分别是20牛、30牛、40牛。求这三个力的合力。

把此三力先分解为某两力的合力，注意夹角 120° 的三个等值力合力为零，可组合出如图1—1—1的简捷解法。

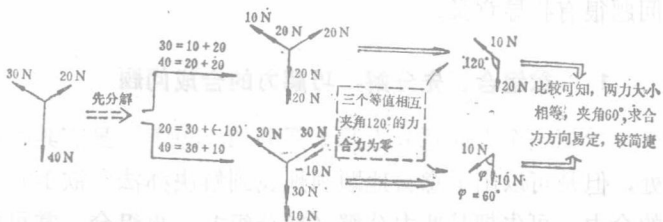


图1—1—1

这种相近知识的组合可称为直接组合。分解、组合互相渗透可导致创新。

2. 飞跃组合，力三角形法的妙用

一物体受三个力而平衡，其中任何两力之合为第三个力的平衡力。“任何两力之合”与“第三个力”就可构成封闭

的力三角形。讨论三力间的制约关系就归结为讨论三角形中边、角间的制约关系。由于三角形是我们熟练掌握了的数学知识，就使得用力三角形讨论平衡问题有独到之处。像这样用相距较远的知识组合，可称为飞跃组合。正如远缘杂交优势明显一样，飞跃组合常得到令人吃惊的创造性成果。从力三角形的妙用可见一斑。

例3. 如图1—1—2所示，电灯悬挂于两墙之间，更换绳OA，使连接点A向上移，但保持O点位置不变，则A点向上移时，绳OA的拉力：

- A. 逐渐变大； B. 逐渐减小；
C. 先增大后减小； D. 先减小后增大。

分析：因为绳OA、OB拉力 T_1 、 T_2 的合力与G平衡，可画出图1—1—3所示的力矢量三角形。其中， $T = G$ 的大小

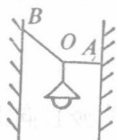


图1—1—2

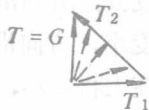


图1—1—3

和方向是不改变的， T_2 的方向是不变的，故当图1—1—2中A点向上移时，图1—1—3中 T_1 箭头起点位置不变，终点位置则在 T_2 线上沿线上移，如图1—1—3中虚线所示。不难看出，在 T_1 变化到与 T_2 垂直前 T_1 逐渐减小，然后 T_1 又逐渐增大。正确答案为D。

例4. 如图1—1—4所示，将一个用等长绳子OA、OB悬挂在半圆形的架子上。B点固定不动，在悬挂点A由位置D向位置C移动的过程中，OA绳的拉力的变化是：



图1-1-4

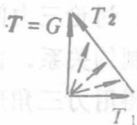


图1-1-5

- A. 逐渐变大; B. 逐渐变小;
 C. 先增大后减小; D. 先减小后增大。

图1-1-4与图1-1-2形异, 图1-1-5与图1-1-3揭示出质同。显然也选D。足见用力三角形法认识问题的深刻性和灵活性。

我们通过例4用力三角形讨论物体受的三个力的作用线相交于一点的问题。这将拓宽力三角形的应用范围。

例5. 如图1-1-6所示, 横梁(重力不计)的A端用铰链固定在墙壁上, B端用细绳悬挂在墙上C点, 当重物G由B向A移动的过程中, 在A点, 墙壁对横梁的作用力的变化是:

- A. 由小变大, 方向沿水平不变;
 B. 由大变小, 方向沿水平不变;
 C. 由小变大再变小, 方向由水平变为竖直向上;
 D. 由大变小再变大, 方向由水平变为竖直向上。

因横梁受物体拉力G的大小方向都不变, 绳BC的拉力T方向不变, 横梁始终处于平衡状态, A点对横梁作用力F的作用线必与T、G的作用线交于一点, 可作出如图1-1-7

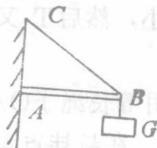


图1-1-6

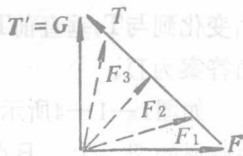


图1-1-7

所示一系列力三角形。重物挂于B点对应图1—1—6中实线力三角形，悬挂点越接近A，A点对横梁作用力越接近竖直向上。显然D是正确答案。

应体会，企图找出A点对横梁作用力的数学表达式是困难的，再从数学表达式讨论其变化情况则难上加难。三角形知识与共点力平衡的飞跃组合，突破了思维障碍给出了解（特别是选择）题的捷径。

3. 选择要素、精巧组合，完成实验设计

设计实验，初学者都感到棘手。其实以已有的器材、使用方法、观测手段为基础，通过巧妙的选择与组合，就能完成新颖的实验设计。用组合法设计实验时，“最富创造性之处就在于组合要素的选择和新颖组合方式的提出。”我们研究两个实例。

高中物理上册20页练习三（5）题，要求设计一个测量纸跟桌面之间滑动摩擦系数的小实验。这里目的已定，器材任选，安装方式、测量步骤不限，观测方法未，给灵活设计实验提供了可能性。把已知的测力仪器（弹簧秤、天平间接测重力）的使用方法、器材（纸及可代替纸的书、桌面）安装方式、观测（匀速运动）的方法组合起来，可得到各具特色的多种实验方案。可用图1—1—8给出组合思维的脉络。

用上述方案可测出 μ ，但实测时较难判定物体是否做匀变速直线运动。“置换现有的，或者目前正在进行中的事物的一部分要素，也是一种简单的推出新想法的办法。”置换部分器材及装配方法，可避开观测匀速运动的困扰，另辟蹊径。图1—1—9列出两种改进后的方案。

目的

器材

测量方式

观测匀速运动方法

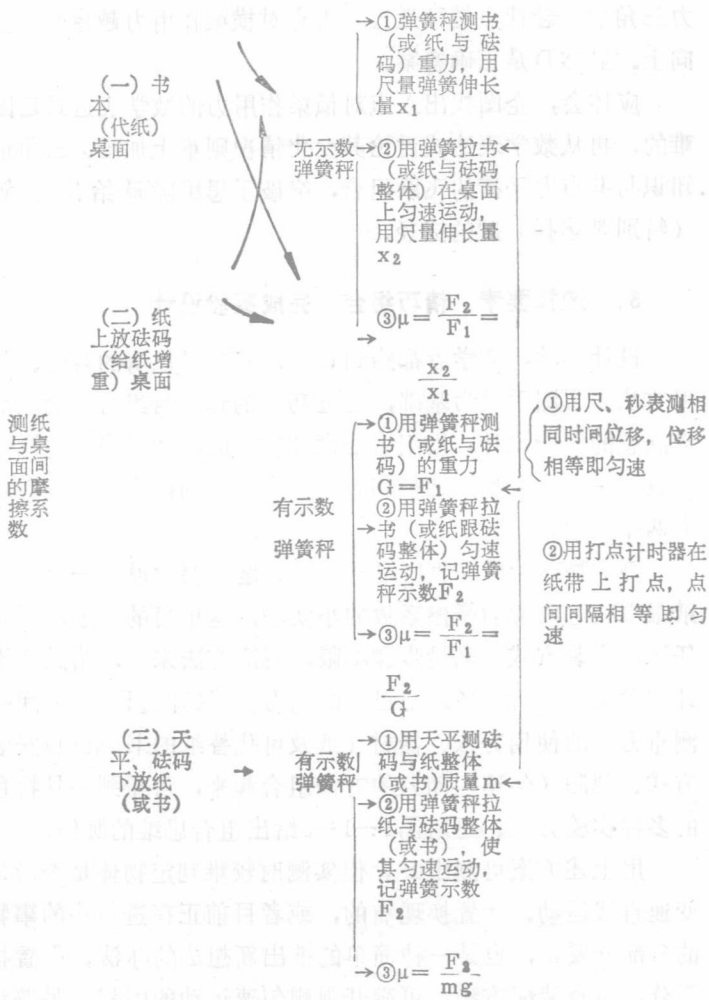


图1-1-8

目的

器材

装配测量方式

怎样避开测匀速运动

测纸与桌面间的摩擦系数

(四) 平板上附纸、与桌面相同质料木块

①木块放在附有纸的木板上
 ②慢慢抬起木板一端，当木块刚下滑时固定木板，
 ③ $f = \mu N = mgsin\alpha$,
 $N = mgcos\alpha$

木块刚开始下滑，
 $f = mgsin\alpha$ ，以后定做匀速运动。只需测斜面高度及对应的斜面长

$$\mu = \frac{f}{N} = tg\alpha = \frac{h}{l}$$

用尺测斜面高及长

(五) 弹簧秤、纸与桌面相同质料的木块

①木块、纸、弹簧秤装配如图1-1-9

木块与纸片间有相对滑动时，弹簧示数即等于摩擦力，不要求匀速拉纸片，更不必观察匀速运动

②拉动纸片，当木块与纸片发生相对滑动时，记下弹簧秤示数 F_1 ，
 $f = F_1$

③用弹簧秤测木块重力 F_2 ，

$$\mu = \frac{F_1}{F_2}$$

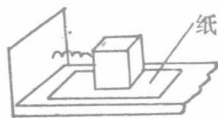


图1-1-9

方案(四)靠推理把动态(匀速运动)观测转化为静态观测(斜面倾角正切)，方便可行；方案(五)则靠改进装配方式避开了测滑动摩擦力必须匀速拉动纸片的约束，大大降低了实验操作难度。

习题与测量目标、限定器材组合，是设计实验常用的方法。

例6. 一重物的重力超过弹簧秤的量程，再给你一根细

线，怎样用此弹簧秤测出重物重力。

由图1—1—10所示常见习题知：用力拉绳OA且使OA始终保持水平，随 α 角的增加OA、OB绳的拉力 T_A 、 T_B 都增加，但 $T_A \leq G$ 是可能的（图1—1—11）。把此结果与实

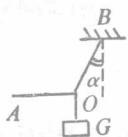


图1—1—10

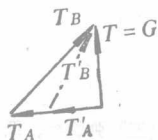


图1—1—11

验要求组合起来，可得如图1—1—12设计方案：以弹簧钩住下挂重物的细线，用力拉弹簧秤且使弹簧始终水平，当弹簧秤示数小（等）于量程时，记下其示数 T_1 ，用尺量OD、DB值（或用量角器测 α

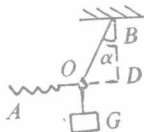


图1—1—12

值），则 $G = T_A \cdot \text{ctg} \alpha = T_A \cdot \frac{DB}{OD}$ 。

对应练习

1. 如图1—1—13所示，绳的两端A、B分别被固定在天花板上，开始时绳的中点O挂一重物，如图中虚线所示，此时绳AO和BO的拉力分别为 F_1 和 F_2 。若把重物改挂在图中实线所示位置O'，绳AO'的长度小于BO'的长度，这时绳AO'和BO'的拉力 F_1' 、 F_2' 与 F_1 、 F_2 比较，则：

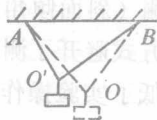


图1—1—13

- A. $F_1' > F_1, F_2' > F_2$; B. $F_1' < F_1, F_2' < F_2$;
 C. $F_1' > F_1, F_2' < F_2$; D. $F_1' < F_1, F_2' > F_2$.

2. 相距4米的两竖直杆,由一条长5米的轻绳连在A、B点上(如图1-1-14),一个重12牛顿的物体,用光滑无重钩挂于绳上,求绳的张力。

3. 如图1-1-15所示,一球卡在竖直墙和木板AB之

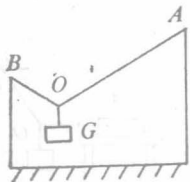


图1-1-14



图1-1-15

间,不计摩擦,当减小木板与水平面间的夹角 α 时,球对墙壁的压力将____,对木板的压力将____。(填变大、变小、不变)

4. 如图1-1-16所示,在倾角 30° 的光滑斜面上,放着一个重5牛的圆球被挡板挡住处于平衡。问:挡板如何放置时受到球的压力最小?此最小压力是多少?

5. 图1-1-17中,支杆BC用铰链固定于B点,C

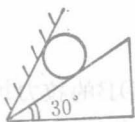


图1-1-16

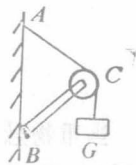


图1-1-17

端为一滑轮,重物G上系一轻绳经C固定于墙上A点,若杆

与滑轮及绳子的质量、摩擦均不计，将绳端A点沿墙稍向下移，再使之平衡，则有：

- A. 绳拉力、BC 杆受的压力都增大；
- B. 绳拉力减小，BC杆受的压力增大；
- C. 绳拉力不变，BC杆受的压力增大；
- D. 绳拉力不变，BC杆受压力不变。

6. 在图1—1—18中，桌面是粗糙的，绳AO保持水平。

当物体B重增加时，物体A仍保持静止。此时有关力的变化，下面哪些是正确的？

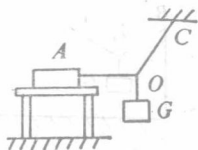


图1—1—18

- A. 绳CO的拉力增加；
- B. 绳BO的拉力增加；
- C. 绳AO的拉力增加；
- D. 桌面对物体A的摩擦力增加。

7. 在做“互成角度的两个力的合成”实验时，两个弹簧秤改为一个弹簧秤和一条细线，能否达到同样的实验目的？若能，应该怎样做？

8. 给你一个50克槽码和一根细线，你能否测出质量分布不均的刻度尺的质量和重心，若能测出，试简述实验原理和实验步骤。

思路点拨

1. 当重物悬挂于中点时，绳OA、OB的拉力 F_1 、 F_2 与重力G平衡（图1—1—19虚线所示），其中G的大小方向不会改变。当悬点O移O'时，绳O'A的拉力 F_1' 与竖直方向变小，O'B的拉力 F_2' 与竖直方向夹角变大了。可用图1—

1—19实线表示,显然有 $F_1' > F_1, F_2' < F_2$, 正确答案是C。

2. 因为钩子光滑,不会受到沿绳子方向的摩擦力,必然会滑到两边绳子拉力相等时停住,即 $T_1 = T_2$,图1—1—20中的力三角形是等腰三角形,可知 $T_1 = T_2 = \frac{1}{2} \frac{G}{\cos \alpha}$ 。

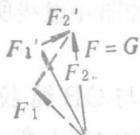


图1—1—19

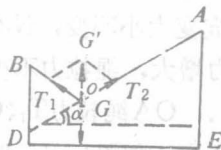


图1—1—20

将AO延长与杆交于D点, $\angle OBD = \angle ODB = \alpha$, $OD = OB$, $\cos \alpha = \frac{AE}{AD} = \frac{3}{5}$, $T_1 = T_2 = \frac{G}{2 \cos \alpha} = 10$ (牛)。

3. 当木板与水平方向夹角为 α 时,球受重力、墙的压力、斜面弹力而平衡,力三角形如图1—1—21。因G的大小、方向均不变, N_1 的方向不变, α 变小时 N_1 、 N_2 均变小如图中虚线所示 N_1' 、 N_2' 。球对墙、对木板的压力是 N_1 、 N_2 的反作用力,随 N_1 、 N_2 同时变化,空格都应填“变小”。

4. 球受重力G、斜面弹力 N_1 、挡板弹力 N_2 而平衡,如图1—1—22所示,G方向大小不变, N_1 方向不变,当 $N_1 \perp$

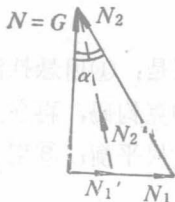


图1—1—21

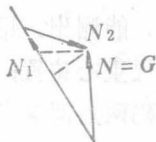


图1—1—22