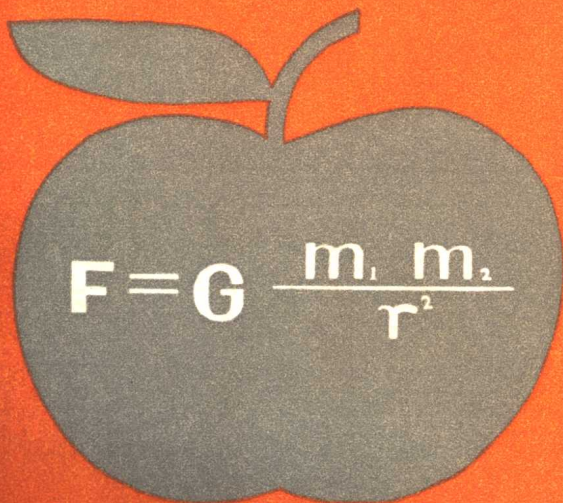


高中物理解题指要

中学物理自学与研究丛书



辽宁教育出版社

中学物理自学与研究丛书

高中物理解题指要

李景春 编著

辽宁教育出版社

1986·沈阳

高中物理解题指要

李景春 编著

辽宁省教育出版社出版 辽宁省新华书店发行
(沈阳市南京街6段1里2号) 锦州印刷厂印刷

字数: 93,000 开本: $787 \times 1092 \frac{1}{2}$ 印张: $4 \frac{3}{8}$

印数: 1—11,000

1986年7月第1版

1986年7月第1次印刷

责任编辑: 王越男

责任校对: 杨 男

封面设计: 安 迪

统一书号: 7371·192

定价: 0.68元

前 言

许多高中的同学感到物理难学，特别是习题难解。为了克服学习中的困难，一方面要有明确的学习目的和坚强的学习毅力，一方面则要讲究学习方法和探索学习规律。本书就是希望通过解题要领的点拨，帮助同学熟悉解答物理习题的思路，掌握一些具有典型意义的解题方法，从而减少解题中可能遇到的困难，逐步从“学会”进展到“会学”。

本书在编写中，回避了把物理习题划分为若干“类型”，和将解题方法归纳为几种“解法”的做法，而是根据教学大纲的要求，紧密结合教学内容（兼顾甲乙两种版本），把理解、掌握物理概念、规律与运用它们解答习题的具体方法揉合起来讨论。实践表明，这样做对提高同学的解题本领更为实在些。因此，使用本书时要特别注意配合现行课本的学习。

在编写本书的过程中曾得到辛培之副教授的帮助，同时从有关资料中选用了若干例题，仅此一并致谢。

书中错误或不妥之处，欢迎批评指正。

编 者

目 录

一、力学

(一) 力 物体的平衡	1
(二) 直线运动	14
(三) 运动定律	23
(四) 曲线运动 万有引力	33
(五) 机械能	39
(六) 动量	46
(七) 机械振动和机械波	52

二、热学和分子物理学

(一) 分子运动论 热和功	59
(二) 气体的性质	63
(三) 固体和液体的性质	70
(四) 物态变化	72

三、电学

(一) 电场	76
(二) 稳恒电流	87
(三) 磁场 电磁感应	100
(四) 交流电 电磁振荡和电磁波	112

四、光学 原子物理

(一) 几何光学	118
(二) 光的本性 原子物理	128

一、力 学

(一) 力 物体的平衡

在学过初中物理的基础上，进一步形成力的概念，深入认识常见的三种力——重力、弹力和摩擦力，虽然不是难点，可是从解答习题的角度看却是不可忽视的。这个问题解决得不好，常常给以后许多内容的学习留下“隐患”，有时甚至要自己被迫“补课。”这里主要是要通过一些问答题、选择题的思考，消除某些错误观念，使自己正确地理解力的初步概念，掌握三种常见力的各自的特征。对于有些在自己以后看来是很容易甚或不值得“一答”的题目，在这个时候有的则很有“价值”。例如，“举出两、三个实例说明力是物体对物体的作用”这个题，有的同学答起来就不见得能举得恰当，说得准确、清楚。再如，“射出炮口的炮弹，除受重力和空气阻力以外，是否还受到向前的推力？”；“物体受到力的作用才能运动，对吗？”；以及其它具体分辨“张力、压力、支持力、拉力和推力皆属何种性质的力”等这类表面看来似乎很容易的题目，解答起来都有实际意义。这里的关键在于不要嫌弃这类“入门”的题目“低”。须知高楼大厦是从“地基”筑起的，这类题目如学习力学的“基石”。耐心地、不厌其烦地做好这方面内容习题练习，正是学好物理的“奠基”任务的一部分。

对物体进行受力分析，是处理力学问题的一种基本功。

这种基本功在很大程度上要通过对具体题目的分析来“练就”。

所谓分析物体的受力情况，一般都是要找出它所受的外力。因此我们首先就要明确研究的对象是哪个物体，把它与它周围的其它物体区别开来，即把所研究的物体从与之相联系的其它物体中“隔离”出来；然后再根据一物体如果与另外的物体接触，一般的就要受到机械力（如弹力、摩擦力），以及一物体只要在“场”中，就要受到场力（如重力）的事实，结合物体的运动情况（只限于物体处于平衡状态），逐个找出其受到的所有外力，并弄清这些外力各自的大小、方向和作用点，最终画出“受力图”。

许多同学在受力分析方面存在的“通病”，一般说来主要有三方面。一是遗漏实际存在的力；二是添加实际不存在的力；三是混淆“隔离体”对外界的作用与外界对“隔离体”的作用。解决这些问题，学会受力分析，当然要靠结合具体题目一点一滴地去练，可是由于具体题目千变万化，如果仅仅停留在一些具体的“分析”上，往往还难于从根本上尽快克服上述毛病。实践表明，抓住与物体受力分析有关的“基本概念”，把这些概念与要分析的具体问题结合起来，在具体问题的分析中“紧扣”这些基本概念，是克服上述“通病”，提高解决问题能力的有效途径之一。

在这一单元中与受力分析有关的基本概念，主要有：

①力是物体对物体的作用。力是矢量。

②力学中常见的三种力：重力——是“场力”的一种，因地球之吸引而产生，方向竖直向下；弹力——是由于物体之间直接接触且有因挤压或拉伸而发生的形变产生的，其方向因物体的形变情况而定，一般地说如为绳索的弹力（张

力)则沿绳索的方向, 如为支持面的弹力, 则沿垂直于“面”的方向; 摩擦力——是相互接触的物体做相对运动或有相对运动趋势而产生的, 其方向沿接触面的切线方向且与其相对运动方向或相对运动趋势相反。

③牛顿第一、第三运动定律。

④在共点力作用下物体的平衡条件是 $\sum \vec{F} = 0$; 有固定转动轴物体的平衡条件是 $\sum M = 0$ 。

在静力学范围内, 紧扣上述基本概念具体进行受力分析时, 在确定了“研究对象”之后, 循着下列三个步骤来“找力”, 可减少或避免“漏力”、“添力”等毛病的发生。

①沿竖直方向标出“研究对象”上受到的重力。

②环绕“研究对象”一周, 依次找出跟它接触并与之实际存在的“挤、压、推、拉”作用的物体所施的弹力。

③再环绕“研究对象”一周, 依次找出跟它接触并与之存在相对运动或相对运动趋势的物体所施的摩擦力。

下面我们就一个例题具体说明如何进行受力分析。

〔例1〕物体A静止在斜面上, 两者的接触面足够粗糙, 如图1所示, 另一物体B置于斜面上与A靠在一起, 也保持静止, 如果B与A的接触面间以及B与斜面的接触面间都是光滑的, 问A、B各受几个力的作用, 都是什么力?

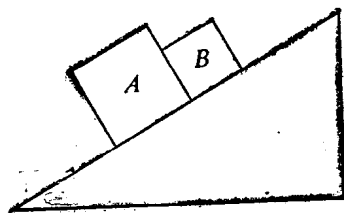


图1

对于这个问题, 按前述要求首先我们确定“研究对象”, 即分别将A和B“隔离”出来, 然后循三步进行分析。例如先取B为研究对象, 则

第一步，因物体B受到重力作用，所以可通过其重心沿竖直方向标出力 G_B

(如图2)；

第二步，从重力 G_B 开始环绕物体B一周，首先找到B与斜面有挤压作用，因此B受到斜面施与的弹力 N_B

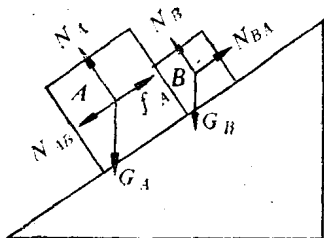


图2

(N_B 这个弹力的施力物体是斜面)。其次找到B与A有挤压作用，因此B也必然受到A施与的弹力 N_{BA} 。这里需要注意存在 N_{BA} 的原因——B与斜面间是光滑的，如无物体A挡住，B将沿斜面下滑；

第三步，再环绕物体B一周，检查物体B与斜面之间以及B与物体A之间有无相对运动或相对运动趋势。显然，这里没有相对运动，大家极易理解，但不存在相对运动趋势这一点，则需要动动脑筋，仔细分析，方可解除怀疑。

至此，对物体B可得出结论：共受三个力的作用，它们是重力 G_B 、斜面的弹力（支持力） N_B 、物体A的弹力（支持力） N_{BA} 。

对于选取物体A为研究对象的受力分析，其中第一、第二步，即找出重力 G_A ，斜面的弹力 N_A ，物体B施与的弹力 N_{AB} ，跟对物体B的分析相同，只是在第三步，即找出摩擦力问题上不一样。为此，我们需要再环绕物体A一周，这时极易看到物体A与斜面间虽无相对运动，但两者之间有相对运动趋势〔即A所受的诸力（注意：不含摩擦力）的合力不为零，故有沿斜面向下滑的趋势〕，且两者接触面足够粗糙，因此，可断定物体A还要受到静摩擦力 f_A 的作用，其方

向是沿斜面向上的。于是，可同样对物体A做出结论：共受四个力的作用，它们是重力 G_A 、斜面的弹力（支持力） N_A 、物体B的弹力（压力） N_{AB} 和斜面的静摩擦力 f_A 。

从上例分析可以看出，运用“环绕研究对象”逐次查找其所受的“外力”的方法，能够防止“漏力或添力”。而在具体分析的过程中，还必须注意，当找到一个作用在“研究对象”上的力的时候，一定要明确施力物体是哪一个，找不到施力物体时，这个力就不存在；当找出一个作用在“研究对象”上的力的时候，一定要同时明确“研究对象”对“施力物体”的反作用力作用在“何处”，虽然这无须在受力图中画出，但却可以避免把一对作用与反作用搞到“一个物体上”因而造成混淆不清。

应当指出，这一单元只是我们学习对物体进行受力分析的“入门”，只要求初步掌握受力分析的方法，只限于“静力学”范围，不能涉及复杂的和过多的题目，否则对自己要求过高、过急也容易丧失信心。

处理力的合成和分解的问题，常用的方法是图解法（平行四边形法和三角形法）和三角法（余弦定理）。同学们解答这类题目遇到的障碍首先不在于上述的具体方法本身，而在于对合力、分力的概念的理解上。在自然界中，物体往往同时受到若干个力的作用，在这种情况下物体运动状态的改变，实际上跟受到某一个力作用相同，因此，可以用某一个力来代替同时作用在物体上的几个力的作用。这个力就可看做那几个力的合力。所谓力的合成，就是在不改变作用效果的条件下，用一个力去代替几个已知的力；而力的分解则恰好与此相反，它是在不改变作用效果的条件下，把作用在物体上的一个力，根据需要用几个分力去代替。简言之，合力

和分力不是同时作用在物体上的力，而是力之间的等效替换。可是有些同学由于未真正弄清什么是合力，什么是分力，有时认为合力是作用在物体上的一个附加的力；或分力是作用在一个物体上的几个附加的力，以致在具体解题时发生错误。例如，学过“力的分解”之后，分析静止在斜面上的物体的受力情况时，有的同学认为这时物体除受重力、斜面所施的支持力和静摩擦力之外，还受到沿斜面的“下滑力”的作用，就是明显地由于对合力、分力的概念不清而造成的“添力”错误。因此，在力的合成和分解的解题中，要特别留心通过解题过程，随时澄清合力、分力的概念，而不要仅仅停留在这样或那样的合成和分解的方法上。

用平行四边形法则把一个力分解为两个互成角度的分力时，要得到确定的解答，必须有附加的条件，这一点往往不为同学们所留心。因而在力的分解中，当需要确定分力的方向时，很容易把一部分同学“卡”住。对此，必须在解题中注意如何从一个力产生的实际效果来确定其分力的方向。

〔例2〕图3(a)中的AB和BC，是固定在墙上的两根直棒，AB长48厘米，BC长80厘米，AC间的距离是64厘米。在B处挂一个 $P = 98$ 牛顿重的物体，求AB和BC上所受的力。

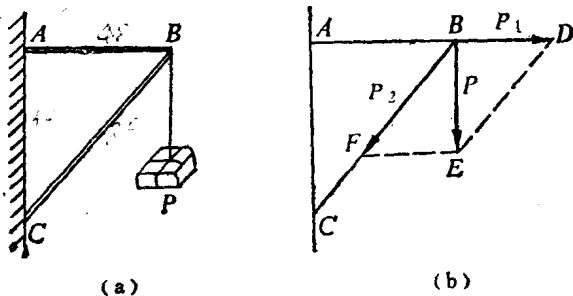


图3

怎样思考这个问题？按题意，同学们能够知道，重物 P 是通过绳挂在 B 点的，即 B 点受到绳的拉力，其大小等于 P 。这里要求的是由于挂了重物 P ， AB 上和 BC 上所受到的力。我们只要求出 P 在 AB 和 BC 上的两个分力 P_1 和 P_2 (图3(b))，并用这两个分力来代替 P ，就能立刻看出 AB 上所受的力是拉力 P_1 ， BC 上所受的力是压力 P_2 。可是常常遇到一些同学就是分辨不出 AB 上的分力 P_1 是由 A 指向 B 的拉力，所以他们明明知道解决这个问题应将 P 分解，并且也知道在 BC 上的分力的方向，但就是由于对 AB 上分力的方向不能肯定，以致不能迅速作答。如果自己特别注意一下：“ AB 上分力的实际效果是由 A 指向 B 的拉力”，不仅可以清除一些模糊认识，而且可以具体领悟到如何从实际效果来确定分力的方向问题。

关于力的正交分解法，1983年10月颁布的《高中物理教学纲要》不再要求用这个方法求合力，所以我们在本书里也不拟讨论。

结合解答物体受力平衡的问题，自己要明确，力的平衡与物体的平衡是两个既有区别又互相联系的概念。物体处于平衡状态，它们受到的几个力必定是互相平衡的；反之，如果物体受到互相平衡的几个力的作用，则物体也必处于平衡状态。而所谓物体处于平衡状态，它既可能是静止的，也可能保持匀速运动或匀速转动。

关于物体平衡的问题，按现行教学纲要和课本的要求。仅限于研究物体受到共点力的作用和有固定转动轴的情况，不涉及物体的一般平衡条件问题。因此，在这部分内容的习题的选择上要着重一些看来是浅显的然而基本的题目，使自己通过解答，熟悉处理这类问题的基本步骤，掌握处理这

类问题的具体规律。

利用共点力作用下物体的平衡条件求解未知力问题的基本步骤是：

①弄清题意，确定研究对象（即“隔离”出物体或物体上的某一点）。

②对研究对象进行受力分析，画出受力图。

③根据“各力的作用线相交于一点”确定待求力的方向，再根据 $\sum \vec{F} = 0$ 解出待求力的大小。

〔例3〕质量为 m 的均匀圆球，置于光滑的槽中，如图4所示，槽面AB是竖直的，槽面BC与水平面成 $\beta = 30^\circ$ 的角。试求球对槽的AB面和BC面的压力。

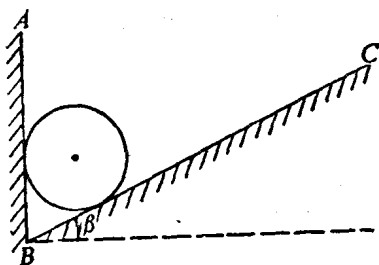


图4

初步熟悉题意之后，我们首先要注意，“槽是光滑的”这个隐蔽条件，它表明球与槽面间的作用与槽面垂直。

继而确定研究对象。因为求解的是两槽面所承受的壓力，这里选槽面为研究对象虽然直接，但条件不足，故不可能求出结果。于是只得确定圆球为研究对象，通过槽面施与圆球的作用力的反作用力，来求槽面所承受的壓力。

象这一单元的其他题目一样，选取研究对象时，我们应经过具体地鉴别、比较，搞清为什么选这一物体（或物体上的一个“点”），而不选别的物体的理由。常有一些同学不肯在这方面动脑筋，多是不知其所以然地匆匆地“隔离”出一个物体就急于转入“受力分析”。遇此情况，最好是同学们

自己从受力分析那一步“回来”，彻底弄清研究对象的选取问题，因为这样做对提高处理力学问题乃至整个初等物理学的问题的能力大有好处。

接着是对确定的研究对象——圆球进行受力分析。按题意经过具体分析，同学们容易看出圆球共受三个力的作用，即重力 $G = mg$ ，竖直向下；槽AB面的弹力 F_1 ，水平向右；槽BC面的支持力 F_2 ，垂直于BC面向斜上方。三力的作用线相交于球心O。受力图如图5所示。

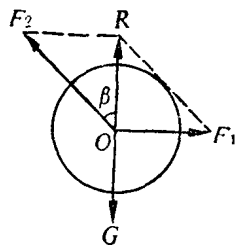


图5

第三步，通过上述的受力分析，同学们已经明确，作用在圆球上包括待求的两个力 F_1 和 F_2 在内的三个力的方向均为已知，于是就可以根据共点力的平衡条件 $\sum \vec{F} = 0$ 和圆球所受重力 $G = mg$ ，求解 F_1 和 F_2 的大小。

显然，由于圆球在三个力的作用下处于平衡状态，所以 F_1 和 F_2 的合力 R 一定与 G 大小相等、方向相反，而且作用在一条直线上。于是由图5可知： $F_1 = mg \cdot \tan \beta$ ； $F_2 = \frac{mg}{\cos \beta}$ 。

因而按照牛顿第三运动定律可有：

①球对槽AB面的压力 $f_1 = -F_1 = -mg \cdot \tan \beta$ ，解之得

$$f_1 = -\frac{\sqrt{3}}{3}mg, \text{ 负号表示其方向垂直于槽AB面向左。}$$

②球对槽BC面的压力 $f_2 = -F_2 = -\frac{mg}{\cos \beta}$ ，解之得

$$f_2 = -\frac{2\sqrt{3}}{3}mg, \text{ 负号表示其方向垂直于槽BC面向右下。}$$

下面我们讨论利用有固定转动轴物体的平衡条件来求解静力学题目的问题。

利用有固定转动轴物体的平衡条件解题的基本步骤是：

①弄清题意，确定研究对象（对于真有固定转动轴的物体，只是将其隔离出来即可）。

②分析所确定的研究对象的受力情况，画出受力图。

③确定转动轴（对真有固定转动轴的物体则是“找出”转动轴的位置），找出各力的力臂，并计算其各自对确定的转动轴的力矩。

④根据 $\Sigma M = 0$ 列方程求解。

为了具体说明上述步骤，下面解两个例题。

先看一个真有固定转动轴的情况。

〔例4〕一把杆秤，如图6所示，其杆、提纽和挂钩共重0.6市斤（考虑到现实生活习惯，本题中重量单位暂用“市斤”），其重心O距A端5厘米，提纽B距A端3厘米，秤锤重0.5市斤。

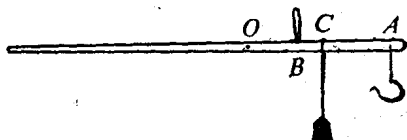


图6

求（1）刻度的起

点（俗称“定盘

星”）应在距提纽多远的位置？（2）秤钩上挂一重物，如果秤锤（通过细绳）置于距提纽9.6厘米处时，秤杆恰保持水平，求此重物是多少市斤？

这个题目在审过之后，对于确定研究对象即把秤杆“隔离”出来，同学们都不会有什么困难。

接着先考虑第（1）问：从对秤杆进行受力分析可知，这时秤杆共受三个力的作用，即：秤杆（含提纽、挂钩）所

受的重力 $G = 0.6$ 市斤，
 竖直向下作用于其重心
 O ；秤锤绳的拉力 $P =$
 0.5 市斤，竖直向下作用
 于 C 点；提纽的拉力
 F ，竖直向上作用于 B
 点。受力图如图 7 所示。

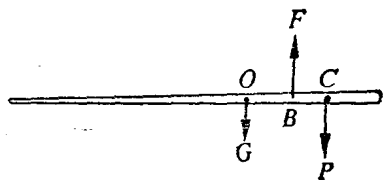


图 7

转动轴在提纽 B 处，大家极易“找出”。结合受力图可知，上述三个力的力矩分别是： $M_1 = G \cdot BO$ ； $M_2 = -P \cdot BC$ ； $M_3 = F \times 0 = 0$ 。最后根据 $\Sigma M = 0$ ，可有 $M_1 + M_2 + M_3 = 0$ ，而 $M_3 = 0$ ，故 $M_1 = -M_2$ ，即 $G \cdot BO = P \cdot BC$ ， $\therefore BC = \frac{G}{P} \times BO$ ，代入数据，解之得 $BC = 2.4$ 厘米。

再考虑第 (2) 问：分析这时秤杆的受力情况，首先要注意“重新分析”的必要性。因为在第 (2) 问的情况下，由于秤钩上挂了重物，作用于秤杆上的力有了变化，力臂也有了变化。从具体分析中可以看出，此时秤杆共受四个力的作用，即：秤杆所受的重力 G ，这与第 (1) 问相同；秤锤绳的拉力 $P_1 = 0.5$ 市斤，竖直向下，作

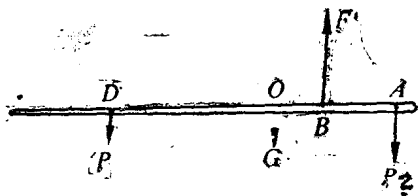


图 8

用于距 B 为 9.6 厘米的 D 点；挂钩上所挂重物的拉力 P_2 ，竖直向下，作用于 A 点；提纽的拉力 F' ，竖直向上，作用于 B 点。受力图如图 8 所示。

转动轴仍在提纽 B 处。上述四个力的力矩分别是：

$M_1 = G \cdot BO$; $M_2 = P_1 \cdot BD$; $M_3 = -P_2 \cdot AB$; $M_4 = F' \times 0 = 0$ 。最后按 $\Sigma M = 0$ 列出方程 $M_1 + M_2 + M_3 + M_4 = 0$ ，注意 $M_4 = 0$ ， $\therefore M_1 + M_2 = -M_3$ ，即 $G \cdot BO + P_1 \cdot BD = P_2 \cdot AB$ ，故 $P_2 = \frac{G \cdot BO + P_1 \cdot BD}{AB}$ ，解之得 $P_2 = 2$ 市斤。

再分析一个用力矩平衡方法做解的，不是真有固定转动轴的物体平衡问题的例子。

〔例5〕有一长20米水平的单孔公路桥，一辆质量是7吨的载重汽车与一辆质量是0.8吨的越野车，从桥两端相向驶往桥上。（ $g = 10$ 米/秒²）（1）当载重汽车驶至距其上桥的始端10米，越野车驶至距另一端5米时，两端桥墩各增加多少负重？（2）如果载重汽车驶至距其上桥的始端12米处与越野车相遇，这时两端桥墩各增加多少负重？

初步领会题意可知，本题只要求求出因两车在桥上而使桥墩增加的负重，故无须考虑桥身的自重。

怎样确定研究对象？直接选取桥墩显然是行不通的，因为除待求力之外，题中的已知条件没有与桥墩有关的。而进一步通过具体分析可以看出，正是上述待求力的反作用力，作用在桥体两端。因此，确定桥体为研究对象，解出桥体受到的桥墩所施的力之后，可再按牛顿第三运动定律求出桥墩所受的力。

先做解第（1）问：
对桥体进行受力分析可知，这时它共受四个力的作用，即载重汽车的重量 $P_1 = m_1 g$ ，竖直向下，作用于距其上桥

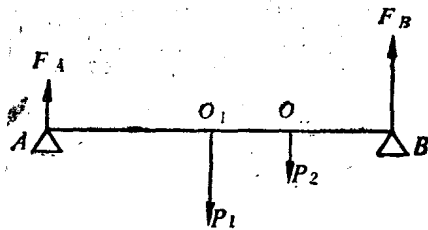


图9