

青年学习考试丛书

高中物理复习与考试

张继恒 魏义钧 顾长乐 职伯敏 朱锡民 袁伦德 邹德卿

青年学习考试丛书

高中物理复习与考试

张继恒 魏义钧 顾长乐 职伯敏
朱锡民 袁伦德 邹德卿 编

北京师范大学出版社

青年学习考试丛书

高中物理复习与考试

张继恒 魏义钧 顾长乐 职伯敏

朱锡民 袁伦德 邹德卿 编

*

北京师范大学出版社出版

新华书店北京发行所发行

一二〇一工厂印刷

*

开本: 787×1092 1/32 印张: 12.375 字数: 262千

1987年1月第1版 1987年3月第2次印刷

印数: 60 001—220 000

统一书号: 7243·517 定价: 1.75元

前 言

为使广大高中学生能在较短的时间内对物理知识进行系统地学习，我们特编写了这本学习用书。

本书按知识系统分成四编：力学，热学，电磁学，光的本性和原子物理。每编分若干章，每章包括基本概念和基本规律、值得注意的问题（含例题分析）、单元练习三部分。每编后有综合练习。书的最后一部分是专设的自我检查练习及各类练习的答案和提示。

在编写过程中，考虑了以下几点：（1）为了帮助学生学好物理知识，每章都编写有“值得注意的问题”这一部分。通过问题的讨论与例题的分析，让学生掌握重点、理解难点，学会运用知识解决物理问题的方法。（2）为了让学生取得较好的学习效果，我们从大量习题中精选了适量题目，编写成各种形式的练习，以期达到巩固基本知识、提高解题能力的目的。（3）为了使学有余力的学生对基本知识有完整的认识，特写了“物理知识的内在联系”这一部分。尝试着用“物体间相互作用”与“能的转化和守恒”两条线索把主要知识贯穿起来。有疏漏之处，欢迎批评指正。

参加本书编写的有北京师范大学实验中学张继恒，北京师范大学附属中学魏义钧、顾长乐，北京师范大学第二附属中学职伯敏、朱锡民、袁伦德，北京景山中学邹德卿等老师。

编 者

目 录

第一编 力 学.....	(1)
第一章 静力学	(1)
第二章 运动学	(25)
第三章 动力学	(49)
第四章 两个定理及守恒	(66)
第五章 机械振动和机械波	(95)
综合练习	(112)
第二编 热 学	(121)
第一章 气态方程 气体分子运动论	(122)
第二章 内能 能的转化和守恒定律	(143)
综合练习	(149)
第三编 电磁学	(153)
第一章 电 场	(153)
第二章 稳恒电流	(175)
第三章 磁场 电磁感应	(203)
第四章 交流电 电磁波和电子技术基础	(232)
综合练习	(249)
第四编 光的本性 原子物理	(258)
第一章 光的本性	(258)
第二章 原子物理	(274)
综合练习	(290)
物理知识的内在联系.....	(293)
自我检查题	(303)
各类练习答案和提示	(314)
附录 I 一九八四年全国高等学校招生统一考试	

	题目	(334)
附录Ⅱ	一九八五年全国高等学校招生统一考试	
	题目	(350)
附录Ⅲ	一九八六年全国普通高等学校招生统一	
	考试题目	(371)

第一编 力 学

第一章 静 力 学

一、基本概念和规律

1. 力

(1) 定义：力是物体间的相互作用。有力的作用必有施力者与受力者，脱离物体的力是不存在的。

(2) 三要素：大小、方向和作用点。力可以用有向线段表示。

(3) 效果：使物体产生形变和加速度。

(4) 单位：国际单位制中力的单位是牛顿。它和其它单位有下列换算关系：1 千克(力) = 9.8 牛顿；1 牛顿 = 10^5 达因。

2. 机械力的种类

(1) 重力：地球对地球上物体的吸引力*。方向竖直向下，其大小 $G = mg$ 。

(2) 弹力：物体因弹性形变而产生的恢复力。

* 事实上，重力是地球对地球上物体吸引力的一个分量。但在中学阶段，可近似地把这个吸引力看做重力。

产生条件：二物体接触，且有弹性形变。

方向：面接触物体间的弹力垂直于接触面，与形变方向相反。

大小：有伸长或压缩形变的物体，在弹性限度内，弹力与伸长（或缩短）成正比，即 $F=kx$ 。这个规律叫胡克定律，式中 k 叫倔强系数， k 越大的物体越难于形变。

(3) 摩擦力：在两个物体的接触面上阻碍它们之间发生相对运动的力。

产生条件：两物体互相接触且互相压挤，接触面不光滑，两物体有相对运动或相对运动趋势。

方向：平行于接触面，与相对运动或相对运动趋势方向相反。

大小：滑动摩擦力 $f_{\text{滑}} = \mu_{\text{滑}} N$ 。静摩擦力的大小在零和最大静摩擦力 f_{m} 之间。

3. 作用力和反作用力

一、两个物体之间的作用力和反作用力总是大小相等、方向相反、作用在一条直线上，这就是牛顿第三定律。这两个力是同时产生、同时消失、同增、同减、同种性质，与物体运动状态无关。

4. 物体受力分析（这是分析力学问题的基础和关键）

(1) 首先应明确研究对象。

(2) 按重力、弹力、摩擦力的顺序逐一分析。除不计重量的物体外，物体一定受且只受一个重力；它和几个物体接触就可能受几个弹力；和几个物体有接触面就可能有几个摩擦力，应按弹力、摩擦力产生的条件认真分析这些弹力、摩擦力是否存在。

5. 共点力的合成与分解

共点力的合成与分解符合平行四边形法则：分力为平行四边形的边，合力为以分力为边的平行四边形的对角线。可以用三角形法则代替平行四边形法则，将分力首尾相接从第一个力的始点到第二个力的终点的有向线段代表合力。平行四边形法则和三角形法则适用于一切矢量运算。

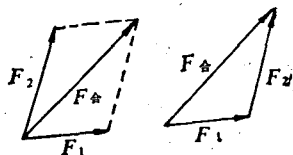


图 1-1-1

为了计算简便，我们常常把一个物体受到的各力都分解到互相垂直的两个方向上去，这样每个方向上的力就可以用代数法求和了，这种方法叫做正交分解法。

6. 物体的平衡条件

(1) 在共点力作用下的物体的平衡

处于静止或匀速直线平动的物体称为处于平衡状态。物体平衡的条件是它所受的合力为零， $\Sigma \mathbf{F} = 0$ 。（这时物体可认为是一个质点）

(2) 有固定转动轴的物体的平衡

当物体静止或绕固定转轴匀速转动时，我们说这个物体在转动方面平衡。转动平衡的条件是物体所受各力对于固定转轴的合力矩为零， $\Sigma M = 0$ 。力矩(M) = 力臂(L) $\times$ 力(F)。力臂是转轴到力的作用线的垂直距离。

二、值得注意的问题

1. 作用力与反作用力永远等大反向

有人认为马水平拉车匀速前进时，马拉车的力等于车拉

马的力，而马拉车加速前进时，马拉车的力大于车拉马的力，否则车不会加速。这种认识是错误的。车是否加速需看车受的力是否平衡。车拉马的力作用在马上而不作用在车上。这个力的大小与车是否加速完全无关。车受重力、地面弹力、马的拉力和地面、空气等的阻力，在竖直方向上重力与地面弹力平衡，在水平方向上如马的拉力等于阻力，车就匀速前进，而马拉车的力大于车受的阻力，车就加速前进。马拉车的力与车拉马的力是作用力与反作用力，它们的大小总是相等的。

2. 合力不一定大于分力

如果一个物体受到两个力的作用，其中 $F_1 = 10$ 牛顿， $F_2 = 8$ 牛顿。这个物体受的合力等于多大呢？只根据上述条件不能确定合力的大小，还需知道 F_1 和 F_2 的方向，如果 F_1 和 F_2 同向，则 $F_{\star} = 18$ 牛顿，如果 F_1 和 F_2 反向，则 $F_{\star} = 2$ 牛顿，如果 F_1 和 F_2 之间的夹角大于 0° 小于 180° ，需用三角形法则求 $F_{\star}$ ，根据三角形的一边必小于其它两边的和，大于其它两边的差，所以 $|F_1 - F_2| \leq F_{\star} \leq F_1 +$

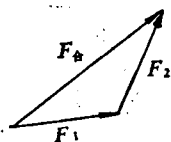


图 1-1-2

F_2 。由此可知，合力不一定比分力大。

3. 关于弹簧秤的读数及弹簧的倔强系数

在图 1-1-3 所示的装置中，如果 A 和 B 的重量都是 5 牛顿，弹簧秤 M 的读数应是多少？有人认为弹簧秤两端各受了 5 牛顿的拉力，这两个拉力方向相反，合力为零，所以弹簧秤的读数应为零；有人认为弹簧秤两端各受 5 牛顿的

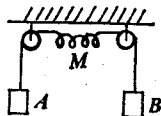


图 1-1-3

力，就相当于受了 10 牛顿的力，弹簧秤的读数应是 10 牛顿。这两种想法都是错误的。弹簧两端既然都受到拉力，显然，它将被拉长，其读数一定不会是零。那么弹簧受的合力为零是什么意思呢？需知：不是真正共点力（如这两个拉力各自作用于弹簧的一端，并不作用于同一点）的合力只是在产生加速度的效果上和它的分力共同作用的效果相同，在产生形变方面，效果却不一样。这个问题中，弹簧两端的两个拉力的合力为零，是使弹簧不产生加速度，使它处于平衡状态，但它肯定要发生形变，所以它的读数不会为零。

要想知道弹簧秤的读数是多少，必须先知道弹簧秤的读数是怎样标定的，把弹簧秤的上端固定，下端挂一个重 5 牛顿的重物，这时弹簧秤的读数是 5 牛顿，这时弹簧受力情况如何呢？不要只看到重物给了弹簧秤一个向下 5 牛顿的拉力，还应看到，弹簧秤没有向下掉落，而处于平衡状态，是因为固定点还给了它一个向上的 5 牛顿的拉力。这说明弹簧在两端各受 5 牛顿拉力时，它的读数是 5 牛顿。所以上面说的那个问题中的弹簧秤的读数应该是 5 牛顿。

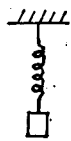


图 1-1-4

一根弹簧，它的倔强系数是 k ，如果把它切去一半，剩下一半的倔强系数是多少呢？对于这类问题，不要去记什么公式，应该学会从基本定义出发进行分析，根据 $F = kx$ ， k 是为使弹簧伸长单位长度，加在弹簧两端的力。用 F 力去拉一根弹簧，弹簧伸长了 x ， $k = \frac{F}{x}$ 。用 F 力去拉半根弹簧，则弹簧伸长了 x' ， $x' = \frac{x}{2}$ ，倔强系数 $k' = \frac{F}{x'} = 2 \cdot \frac{F}{x} = 2k$ 。

所以半根弹簧的倔强系数大于一根弹簧的倔强系数。同理可证同种材料做的弹簧，弹簧越长，越容易伸长，倔强系数越小。无论将一根弹簧怎样切割，或将几根弹簧串接、并接，它的倔强系数都可以用上述方法推出来。

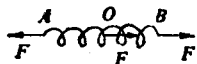


图 1-1-5

4. 关于用共点力平衡条件解题的问题

(1) 要灵活运用数学知识

例 在图 1-1-6 的各图中球重都是 G ，各角度及各长度如图所示，求球对各面及绳的压力和拉力。（面光滑）

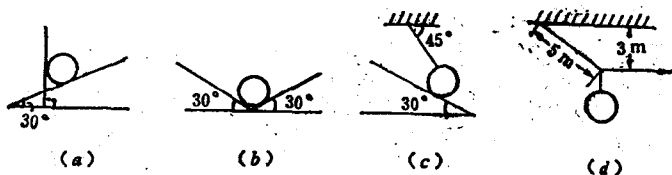
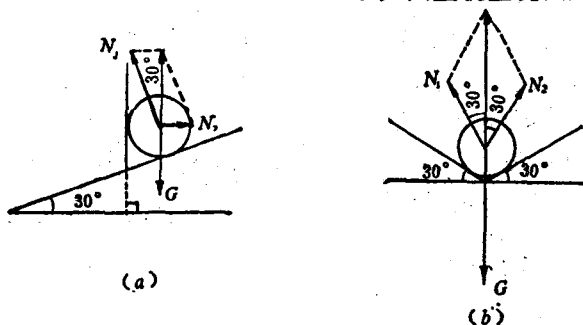


图 1-1-6

分析各球受的力，每个球都受三个力：一个重力和二个弹力，三力平衡，则其中两个力的合力与第三个力等大反向，我们一定要认真画好力的分析图（这是解题的关键），如图 1-1-7 所示。只要把图画好了，图上就呈现出三角形，



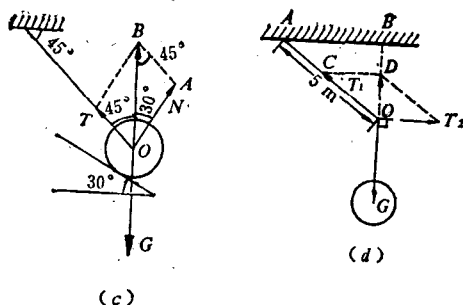


图 1-1-7

求力的问题就转化成解三角形了。为了得到正确的结果，最重要的就是把力的三角形中的已知角度正确地找出来，如图

(a) 中弹力 N_1 与斜面垂直，竖直方向与水平面垂直，所以 N_1 与竖直方向间的夹角等于斜面和水平面间的夹角 30° 。同理，图 (b) 中 N_1 、 N_2 与竖直方向的夹角，图 (c) 中 N 与竖直方向的夹角都等于斜面的倾角 30° 。

下面我们看一看不同的三角形怎样解简便。如果有直角三角形最好，图 (a) 中力的三角形是直角三角形，从三角

函数的关系很容易得出 $N_1 = \frac{G}{\cos 30^\circ}$ ， $N_2 = G \cdot \tan 30^\circ$ 。如

果从表面上看没有直角三角形，但可以转化出直角三角形，我们就还应该通过直角三角形求解，如图 (b)，从对称性可知 $N_1 = N_2$ ，所以力的平行四边形是个菱形，菱形的对角线互相垂直平分，所以只要画出另一条对角线，就可以看到

直角三角形，从三角函数关系很容易得出 $N_1 = N_2 = \frac{\frac{G}{2}}{\cos 30^\circ}$

$= \frac{G}{2 \cos 30^\circ}$ 。如果确实没有直角三角形，只好用正弦定理或余弦定理，如图 (c)， $\triangle OAB$ 中 $\angle BOA = 30^\circ$ ， $\angle ABO = 45^\circ$ ， $\angle OAB = 180^\circ - 30^\circ - 45^\circ = 105^\circ$ ，三个角都已知，所以可以用正弦定理： $\frac{N}{\sin 45^\circ} = \frac{G}{\sin 105^\circ}$ ， $\frac{T}{\sin 30^\circ} = \frac{G}{\sin 105^\circ}$ ，式中 $\sin 105^\circ = \sin 75^\circ = \sin(45^\circ + 30^\circ)$ 可以用 $\sin(A+B) = \sin A \cos B + \cos A \sin B$ 求出， N 和 T 的值都可以求出，下面的纯数学计算我们就略去不写了。在图 (d) 中与前三图不同，它不是显示出一些角度值，而是显示出一些长度值，这时我们应设法找到相似三角形，用边长成比例来求解，在此图中显然 $\triangle OAB \sim \triangle OCD$ ，所以 $\frac{T_1}{G} = \frac{OA}{OB} = \frac{5}{3}$ ，即 $T_1 = \frac{5}{3}G$ ， $\frac{T_2}{G} = \frac{AB}{OB}$ ，从勾股定理可知 $AB = 4m$ ，所以 $\frac{T_2}{G} = \frac{4}{3}$ 即 $T_2 = \frac{4}{3}G$ 。

(2) 二力平衡必共线；共面的三个力平衡则这三个力或者彼此平行，或者它们的作用线（或沿长线）交于一点。

一个物体受两个力，如果它们不作用在一条直线上，如图 1-1-8(a) 所示，尽管 F_1 、 F_2 等大反向，它们的合力可以是

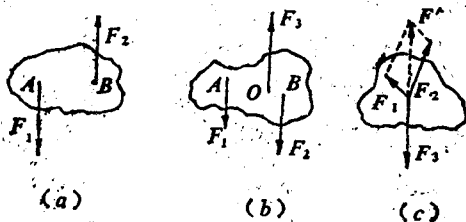


图 1-1-8

零，但它们的合力矩不可能是零（如以 A 为轴， F_1 的力矩为零，而 F_2 的力矩不为零）。

一个物体受三个力，如它们彼此平行，图 1-1-8(b)，它们的合力可以是零，合力矩也可以是零（只要 $F_1 \times OA = F_2 \times OB$ ， OA 、 OB 是 O 点到 F_1 、 F_2 的距离）。如果它们不彼此平行， F_1 与 F_2 交于 O 点，我们可以画出 F_1 、 F_2 的合力 F' ，相当于物体只受 F' 与 F_3 两个力，那么这两个力必共线，就是 F_3 一定通过 O 点，即 F_1 、 F_2 、 F_3 三力共点。

利用这一关系，可以使解题方便。

例 不均匀细杆 AB ，长 1 米，把它用两根绳悬挂起来，如图 1-1-9，当 AB 在水平方位平衡时，二绳与 AB 夹的角分别为 60° 与 30° ，求 AB 重心的位置。

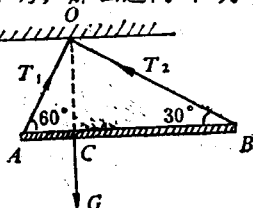


图 1-1-9

利用三力平衡时，三力不平行便共点这一知识很易解出这一题来。因杆 AB 受重力 G 及拉力 T_1 、 T_2 ， T_1 、 T_2 的作用线交于 O 点，所以重力 G 的延长线必通过 O 点，只要过 O 点做一条铅垂线，它与 AB 的交点 C 就是 AB 杆的重心。

从三角函数可知： $OA = AB \cdot \sin 30^\circ = \frac{1}{2} AB = 0.5$ 米，

$\angle COA = \angle ABO = 30^\circ$ ，所以 $CA = OA \times \sin 30^\circ = \frac{1}{2} OA = 0.25$ 米，即杆的重心距 A 端 0.25 米。

(3) 物体受四个或四个以上的共点力平衡可以用正交分解法求解。

例 如图 1-1-10(a)，斜面倾角为 α ，在斜面上放一个物体 A ， A 与斜面间的摩擦系数为 μ ，用水平力 F 去推 A 。

问 F 多大时， A 可沿斜面匀速上升。

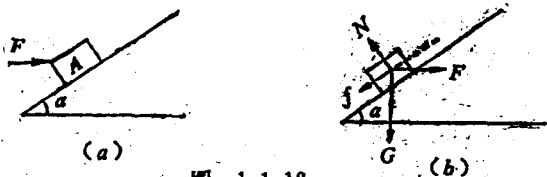


图 1-1-10

确定研究对象 A ，它受重力 G ，斜面给它的弹力 N ，推力 F 和斜面给它的摩擦力 f ，画出它受力分析图如图 1-1-10 (b)，若它匀速运动，则四个力的合力应该是零，若将这四个力两两合成，相当麻烦，这时最好采用正交分解法。比如把所有的力都分解到平行斜面和垂直斜面两个方向上去， N 是垂直斜面的， f 是平行斜面的，这两个力就不必分解了， G 在平行斜面、垂直斜面两个方向上的分力分别是 $G \sin \alpha$ 和 $G \cos \alpha$ ， F 在这两个方向上的分力分别是 $F \cos \alpha$ 和 $F \sin \alpha$ ，在这两个方向上合力都应为零，所以可以列出两个方程：

$$\begin{cases} F \cos \alpha - G \sin \alpha - \mu N = 0 \\ N - (G \cos \alpha + F \sin \alpha) = 0 \end{cases}$$

解这个方程组可得
$$F = \frac{\sin \alpha + \mu \cos \alpha}{\cos \alpha - \mu \sin \alpha} G$$

对于这种用文字表示的结果，应该进行讨论：若想把 A 匀速推上去，解出的 F 必须有实际意义，即 $\cos \alpha - \mu \sin \alpha$ 必须大于零，即必须满足 $\mu < \operatorname{ctg} \alpha$ ，否则 F 无实际意义，也就是说不管用多大的水平力 F 去推，都不可能把 A 匀速推上去。为什么会有这种情况呢？因为 F 增大时，虽然沿斜面向上的推力增大，可是 A 与斜面间的压力也要增大，导

致斜面可能给 A 的最大静摩擦力也要增大, 当 $\mu < \operatorname{ctg} \alpha$ 时, 时, $\operatorname{ctg} \alpha$ 较大, 即 α 较小, 这样 F 在垂直斜面方向的分力 $F \sin \alpha$ 较小, 因 F 增大而导致的压力增大的不太大, μ 又较小, 所以最大静摩擦力 μN 增加的不太大。可以推的上去; 反之 μ 、 α 都较大, 最大静摩擦力增加的较大, 会使 $F \cos \alpha$ 这个推力无论如何也达不到最大静摩擦力的值, 所以推不上去

(4) 用正交分解法讨论一些问题比较简便。

例 在图 1-1-11 的几种情况中, 哪种情况挡板 AB 受的压力最小? 哪种情况斜面受的压力最大? (不计各面的摩擦)

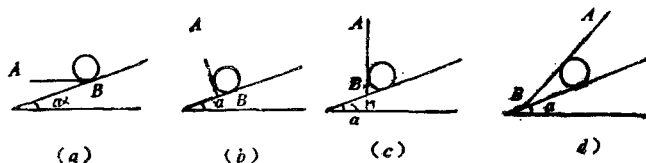


图 1-1-11

摩擦力)

对于这类问题如果把每个图中的弹力分别求出来再进行比较, 就太麻烦了。我们应该找出这几个图的不同点与不同点, 它们的区别就在于挡板和斜面之间的夹角不同, 其它条件则完全一样, 所以我们应该令挡板与斜面的夹角为一个任意值 θ , 用 θ 把 N_1 、 N_2 表示出来, 就可以找到 θ 等于多少时 N_1 最小, θ 等于多少时 N_2 最大。

画出球受力的分析图如图 1-1-12 所示, 把各力分解到平行斜面和垂直斜面两个方向上去, 由于球平衡, 这两个方向上的合力都应为零。

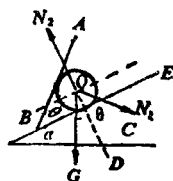


图 1-1-12