

高中

全国十五所重点中学编
天津南开中学主编

物理



复习 指导

天津科学技术出版社

高中课程总复习丛书

高中物理复习指导

(上)

全国十五所重点中学 编

天津南开中学 主编

天津科学技术出版社

高中课程总复习丛书

高中物理复习指导

(上)

全国十五所重点中学 编

天津南开中学 主编

天津科学技术出版社出版

天津市赤峰道130号

天津新华印刷一厂印刷

新华书店天津发行所发行

开本787×1092毫米 1/32 印张13.375 字数284,000

一九八五年十月第一版

一九八六年十二月第二次印刷

印数 88,211 - 228,211

书号: 13212·101 定价: 2.00元

前 言

为提高我国普通中学的教育水平，集全国重点中学的教学经验，由天津南开中学组织全国十五所重点中学，编写了这套《高中课程总复习丛书》。参加编写的全国十五所重点中学是：天津南开中学、北大附中、北京景山学校、北京实验中学、北京师院附中、上海师大附中、华东师大一附中、华东师大二附中、南京师大附中、苏州中学、杭州学军中学、福州一中、福州三中、东北师大附中、辽宁省实验中学。丛书包括《高中数学复习指导》（上、下）、《高中物理复习指导》（上、下）、《高中化学复习指导》、《高中生物复习指导》、《高中语文复习指导》、《高中政治复习指导》、《高中英语复习指导》、《高中历史复习指导》、《高中地理复习指导》共十一册。

本丛书以巩固基础知识，加强基本训练，提高学生灵活运用所学知识的能力为目的，根据中学教学大纲和全国统编教材，归纳出了复习要求、复习要点、例题分析等内容，精心设计和筛选了一定数量的练习题和习题，配置了2~3套综合模拟试题。

本书为《高中物理复习指导》（上），由上海师大附中季慰祖和张越（第一章）、苏州中学王溢然（第二章）、北大附中刘宝振（第三、四章）、华东师大二附中罗会甲（第五章）、天津南开中学赵金沧（第六章）、刘加林（第七、

八章)、阮莲花(第九、十章)等编写。书中带*者为较高要求内容,读者可酌情参考。

由于时间仓促,加之水平所限,书中难免有缺点错误,恳请读者批评指正。

编 者

一九八五年七月

目 录

第一章	力 物体的平衡	(1)
第二章	直线运动	(30)
第三章	运动定律	(65)
第四章	圆周运动 万有引力定律	(93)
第五章	机械能	(117)
第六章	动量	(150)
第七章	机械振动和机械波	(178)
第八章	流体静力学	(203)
第九章	气态方程 气体分子运动论	(223)
第十章	内能 能的转化和守恒定律	(270)
习题解答		(285)
第一章	力 物体的平衡	(285)
第二章	直线运动	(298)
第三章	运动定律	(315)
第四章	圆周运动 万有引力定律	(337)
第五章	机械能	(355)
第六章	动量	(370)
第七章	机械振动和机械波	(384)
第八章	流体静力学	(391)
第九章	气态方程 气体分子运动论	(399)
第十章	内能 能的转化和守恒定律	(417)

第一章 力 物体的平衡

一、复习要求

(一) 基础知识

1. 力的概念。常见的三种力：重力、弹力和摩擦力。
2. 对单个物体做简单的受力分析。
3. 力的等效作用——合成与分解：用平行四边形法则进行力的合成与分解，或用计算法求解直角三角形中的有关问题。
4. 共点力作用下物体的平衡条件。
5. 力矩的概念。有固定转动轴物体的平衡条件。

(二) 实验技能

1. 用橡皮条及弹簧秤进行互成角度的两个力的合成实验操作，并用作图法表达实验结果。
2. 能用力矩盘研究有固定转动轴的物体的平衡条件。

* (三) 较高要求

对虽无固定转动轴，但在运动过程中能找到某一不动的点时，可用它作为固定转动轴解题。

二、复习要点

(一) 力

1. 力的概念：

(1) 力是物体对物体的作用 一个物体受到力的作

用，一定有另一个物体对它施加这种作用。力是不能离开施力和受力物体而独立存在的。

(2) 力的单位 在国际单位制中，力的单位是牛顿(牛)，日常生活和生产中，力的单位是千克力。

1 千克力 = 9.8 牛顿

(3) 力的方向性和力的图示 力是矢量，可以用一根带箭头的线段来表示，这就是力的图示。如图1-1。

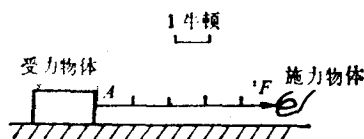


图 1-1

$F = 5$ 牛顿，方向向右， A 为作用点。

2. 力学中常见的三种力：

(1) 重力：

① 地球上的物体受到的重力是由地球对物体的吸引而产生的。重力即重量。

重力的方向总是竖直向下的。

重力的作用点在物体的重心上。

② 重力的大小可由多种方式求得 用弹簧秤直接称出；用公式 $G = mg$ 计算；用静止时物体对竖直悬绳的拉力或对水平支持物的压力表示。

(2) 弹力：

① 弹力产生在直接接触而又发生弹性形变的物体之间。通常所说的压力、支持力、拉力等都是弹力。

②弹力的方向总是与作用在物体上使物体发生形变的外力方向相反。如：压力垂直于支持面指向支持物；支持力垂直于支持面而指向被支持物；拉力沿着绳（或杆）而指向绳（或杆）的收缩方向等。

③一般情况下，弹力的大小与形变的关系较复杂。只有在弹性限度内，弹簧的弹力大小 f 与形变 x （伸长或缩短的长度）的关系比较简单，可以胡克定律表示：

$$f = kx$$

式中 k 为倔强系数，它因弹簧而异。

（3）摩擦力：

①静摩擦力 静摩擦力是产生于相互接触、处于相对静止状态但有相对运动趋势的两个物体之间的力。

静摩擦力的方向始终与接触面相切，并与相对运动趋势相反。

静摩擦力的大小始终与外力相等。其最大值叫做最大静摩擦力。当外力大于最大静摩擦力时，物体起动，静摩擦力不复存在。

②滑动摩擦力 滑动摩擦力是产生于相互接触且有相对运动的两个物体间的力。

滑动摩擦力的方向总是阻碍物体的相对运动的。

滑动摩擦力的大小 f 跟两个物体表面间的压力的大小 N 成正比，即

$$f = \mu N$$

式中 μ 称为滑动摩擦系数，它是 f 与 N 的比值，无单位。其大小取决于两个物体的材料、性质及接触面的粗糙程度。

3. 物体受力情况分析 凡遇力学问题，受力分析是关

键.解题时,通常要画出受力图.对物体进行受力分析的一般步骤是:

(1) 首先要确定所研究的对象,并根据它与周围物体间相互作用的情况,找出它所受到的每一个作用力.

(2) 分析力的次序是:先在物体的重心上画出竖直向下的重力.然后画出外界对它的作用力,它们可能是:动力,如牵引力、电场力、磁场力等;最后画出支持力以及由相对运动趋势确定的摩擦力.

(3) 画出物体的受力分析图.

【例1】 用一个水平的推力 F 作用于球,如图1-2,球受到哪些力的作用?

解:其受力分析图如图1-3.

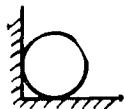


图1-2

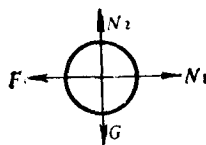


图1-3

重力 G , 推力 F , 墙壁的弹力 N_1 , 地面的支持力 N_2 .

若将 F 撤去,则球就只受 G 和 N_2 的作用,墙壁对球的弹力 N_1 亦随之消失了.

【例2】 手拉木箱沿斜面向上做匀速直线运动如图1-4,木箱受到哪些力作用?

解:其受力图如图1-5.

重力 G , 拉力 F , 斜面的支持力 N , 滑动摩擦力 f .

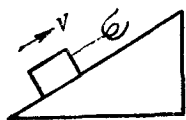


图 1—4

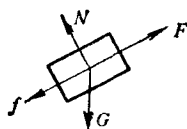


图 1—5



图 1—6

如果物体是以一定的速度冲上一个光滑的斜面，则它只受 G 和 N 的作用，而绝无向上的“冲力”和向下的“阻力”等存在，其受力分析图简化为图1-6。

(二) 力的合成与分解

1. 力的合成 求几个已知力的合力叫力的合成。

合力实际上就是通过等效的办法，用一个力去代替几个力。

2. 力的分解 求一个已知力的分力叫力的分解。

力的合成与分解只是一种研究问题的方法。实质上，并不存在与合力或分力相对应的施力物体。从这个意义上说，力的合成与分解只是力所产生的效果的替代，而不是本质的替代。

3. 力的平行四边形法则 力是矢量，是既有大小又有方向的物理量。因此，合成的法则不是采用代数和，而是采用矢量和，即平行四边形法则。合力为以分力的线段做邻边的平行四边形的对角线。其大小和方向，对相互垂直的两个分力 F_1 、 F_2 而言，由图1-7知。

$$F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2}$$

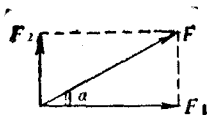


图1-7

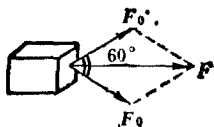


图1-8

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{F_2}{F_1}$$

【例3】用两个大小都是 $F_0 = 10$ 牛顿的力拉一箱货物，如图1-8，若这两个力间的夹角为 $\alpha = 60^\circ$ ，那么，货物受到的合力是多大？方向如何？

解：因为两个分力相等，且 $F_0 = 10$ 牛，由图知：

$$F = 2F_0 \cos 30^\circ = 2 \times 10 \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 17.3 \text{ (牛)}$$

F 与任一分力 F_0 的夹角均为 30° 。

【例4】将一个20牛顿的力分解为两个力，已知其中一个分力与合力成 30° 角，另一分力的大小为15牛顿。试以作图法求每个分力的大小和方向。

解：如图1-9所示，先作线段 OA 表示20牛顿的合力 F 。在与其成 30° 角的方向上画一射线 OB' 。过 A 作 OB' 的平行线 AC' 。再以 O 为圆心，以三个单位长（即15牛）的线段为半径画弧，在 AC' 上得交点 C_1 、 C_2 ，则连接 OC_1 、 OC_2 的方向均为符合题设的一个分力的方向，量得其与合力 OA 的夹角各为 12° 、 110° 。过 A 分别作 OC_1 与 OC_2 的平行线，在 OB' 上截取 OB_1 与 OB_2 ，它们都是符合题设的另一个分力的大小，其数值

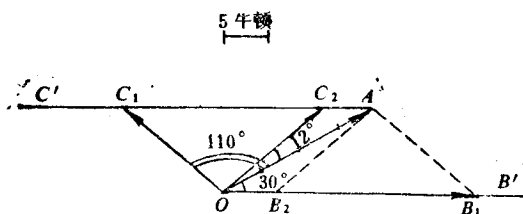


图 1-9

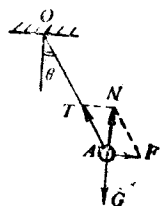


图 1-10

各为25牛、12.5牛，故此题有两组解答。

(三) 力的平衡

物体处于静止或匀速直线运动（包括匀速转动）状态叫做力的平衡。只有在一定条件下才能保持平衡。

1. 共点力的平衡条件 作用在物体上的几个力，如果它们的作用线交于一点，就叫做共点力。

平衡条件：合力等于零，即 $\Sigma F = 0$ 。

【例 5】如图1-10，悬挂在天花板下的重60 牛 顿 的 小 球，在均匀的水平风力作用下偏离了竖直方向 30° 角。求风对小球的作用力和绳子的拉力。

解：以小球为研究对象。它受到三个力的作用，即重力 G ，风力 F ，绳子拉力 T 。根据平衡条件可知， F 与 T 的合力 N 必定与 G 大小相等、方向相反。（两个大小相等、方向相反的力，合力必为零）因此，我们只要作出 N ，然后将它分解，就一定可以求出 T 和 F 。从图中可看出， $\angle NAT = \theta$ ， $N = 60$ 牛 顿， $\theta = 30^\circ$ ，则

$$T = \frac{N}{\cos \theta} = \frac{60}{\sqrt{\frac{3}{2}}} = \frac{120}{\sqrt{3}}$$

$$= 69.36 \text{ (牛)}$$

$$F = \frac{T}{2} = \frac{60}{\sqrt{3}} = 34.68 \text{ (牛)}$$

另外，我们也可以用力分解法来求解，如图1-11，将绳子拉力 T 分解为竖直分力 $T_1 = T \cos \theta$ ，水平分力 $T_2 = T \sin \theta$ ，于是按平衡条件：

$$T \cos \theta = G$$

$$T \sin \theta = F$$

同样可求得 T 和 F 。

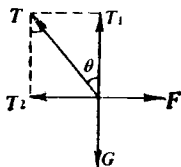


图 1-11

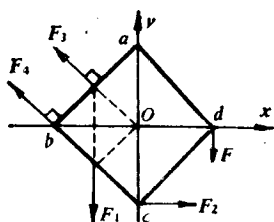


图 1-12

2. 有固定转动轴物体的平衡条件 在转动的物体中，可以找到一个固定不动的轴线，这个轴线就叫固定转动轴。

从转动轴到力的作用线的垂直距离叫力臂 L （注意必垂直），力臂和力的乘积叫力矩 M 。

$$M = F \times L$$

其单位是牛顿·米（不能写成焦耳）。

平衡条件：顺时针转动力矩之和等于逆时针转动力矩之和，

即
$$\Sigma M_{\text{顺}} = \Sigma M_{\text{逆}}$$

【例 6】如图1-12所示，一块边长为 a 的正方形薄板，其中央有一个固定转动轴（在坐标原点）。在正方形的边缘分别加有 $F_1 = 20$ 牛， $F_2 = 30$ 牛， $F_3 = 40$ 牛， $F_4 = 50$ 牛的四个力。 F_1 、 F_3 在边的中点， F_2 、 F_4 在角顶，方向如图所示。在 d 点加一个平行于 y 轴的力 F 才能使板平衡，求这个力的大小和方向。

解：可以看出：

F_1 的力臂为 $L_1 = \frac{\sqrt{2}}{4} a$ ，其力矩逆时针。

F_2 的力臂为 $L_2 = \frac{\sqrt{2}}{2} a$ ，其力矩逆时针。

F_3 的力臂为 $L_3 = 0$ ，力矩为零。

F_4 的力臂为 $L_4 = \frac{a}{2}$ ，其力矩顺时针。

$$\Sigma M_{\text{逆}} = 20 \times \frac{\sqrt{2}}{4} a + 30 \times \frac{\sqrt{2}}{2} a = 20\sqrt{2} a$$

$$\Sigma M_{\text{顺}} = 50 \times \frac{a}{2} = 25 a$$

所以 $\Sigma M_{\text{逆}} > \Sigma M_{\text{顺}}$

故知，欲使板平衡，应加一个顺时针的力矩，力的方向应沿 y 轴负方向。其大小为

$$F \times \frac{\sqrt{2}}{2} a + 25 a = 20\sqrt{2} a$$

$$F = \frac{20\sqrt{2} a - 25 a}{\frac{\sqrt{2}}{2} a} = \frac{6.4}{1.41}$$

$$= 4.5 \text{ (牛)}$$

三、疑难问题（易混问题）分析

（一）摩擦力可以作为阻力，也可以作为动力

因为摩擦力总是阻碍物体的相对运动，因此，有人认为摩擦力只能作为运动的阻力，而不能作为推动物体运动的动力。这种看法是不正确的。事实上，在许多情况下，摩擦力可以作为动力。

【例1】如图1-13，木块放在纸上，处于静止状态。当突然抽动纸时，纸带动木块向前运动。这时，木块受到了向前的摩擦力的作用。正是这个摩擦力，推动着木块向前运动。

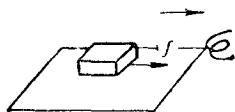


图 1-13

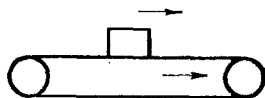


图 1-14

【例2】如图1-14，传送带运送着砖块。当传送带加速时，砖受到的摩擦力是向右的，是动力；而当传送带减速时，砖受到向左的摩擦力，这时的摩擦力为阻力。

（在静止或匀速运动时，传送带对砖块将无摩擦作用）。

（二）两个物体相接触，不一定就有弹力

两个物体相接触，在宏观上就是两者的距离为零。在相接触的部分，有可能发生形变，也可能没有形变。如果没有形变，就不存在弹力。但是由于固体的形变往往很不显著，这样就无法判别形变的有无和大小。那么，此时又如何确定有没有弹力呢？

通常，对静止或匀速直线运动的物体，可运用力的平衡原理求弹力（而对做变速运动的物体，则应用牛顿定律计算弹力）。

【例3】如图1-15那样，靠近墙角 B 、 C 放置小球 A ，此时小球只受重力 G 和地面对它的支持力 N 。

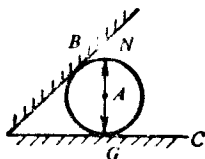


图 1-15

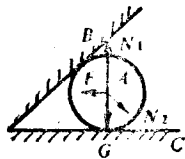


图 1-16

【例4】如图1-16所示，若再对球 A 加一个水平推力 F ，则球就有水平运动趋势，墙壁 B 就因发生形变而产生弹力 N_2 ，如没有这个弹力 N_2 ，则球就不可能在水平方向上处于平衡状态。

（三）合力可以大于分力，也可以小于分力

初学力学的人往往会产生一个错觉，以为几个分力的合力一定比分力大。这是对“矢量和”缺乏正确理解的结果。

【例5】两个大小相等的力 F 按同一方向作用于同一点，当它们之间的夹角逐渐增大时，合力的数值将自 $2F$ 起逐渐减小；当夹角为 120° 时，合力与分力的大小一样；而当夹角大于 120° 时，合力反而小于分力。这种变化见之于图1-17。

（四）力的分解的多样性和确定性

把一个力分解为两个分力，可有无数组解，这就是力的