

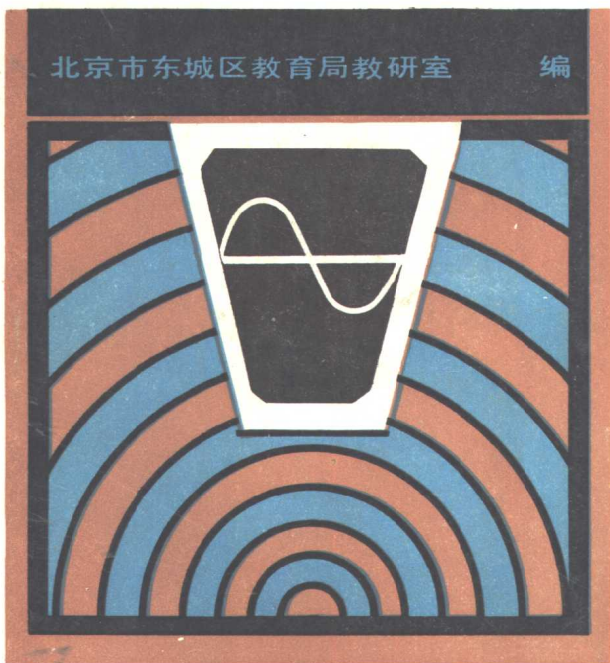
高中复习自学丛书

物理

WU LI

北京市东城区教育局教研室

编



人民交通出版社

高中复习自学丛书

物 理

北京市东城区教育局教研室 编

内 容 提 要

本书紧密结合高中物理教材的内容，按力和物体的平衡、变速运动等直到原子物理、物理实验共分18章编写。每章有重点知识、基本要求、复习方法、例题分析、单元练习及答案等内容，可以指导读者进行全面复习。本书强调了对基础知识和基本技能的要求，突出了实验因素，系统性强，重点鲜明。

参加本书编写的有（按章节顺序排列）：聂影梅、徐鸣、程鸿勋、施巨成、杨隽文、屈玉林、姚肃仪、吴三复、陈家祺、贾桂芳、齐世明、李九如、刘传绪、陈光、李启善、唐树德、姜昆阳。

高中复习自学丛书

物 理

北京市东城区教育局教研室 编

人民交通出版社出版

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

卫生出版社印刷厂印

开本：787×1092 $\frac{1}{32}$ 印张：13 字数：298千

1982年2月 第1版

1983年7月 第1版 第2次印刷

印数：490,501—732,000册 定价：1.05元

前 言

为满足广大知识青年和在职职工自学的需要，以及教师教学参考，我们编写了这套《高中复习自学丛书》，共有数学、物理、化学、语文和生物等五册。这套丛书中的化学系由北京市东城、西城、崇文、宣武四区教育局教研室和丰台区教师进修学校合编，其余各册均由东城区教育局主编。参加编写工作的都是教学经验比较丰富的教师。

这套丛书是根据全日制十年制学校统编教材编写的，内容包括复习要求、复习方法、复习要点、典型例题和题解以及练习题等部分，概括了各部分的基础知识和基本技能，总结了行之有效的学习方法。练习题典型精炼，按由简到繁、由易到难的顺序排列，既能覆盖双基，又能培养读者分析问题和解决问题的能力。题解简明扼要。

我们相信，这套丛书将对广大读者复习、自学高中各科基础知识有所帮助，但一定会有不足之处，欢迎读者批评指正。

编 者

1981年8月

14234/48-10

目 录

第一章	力 物体的平衡	1
第二章	变速运动	27
第三章	牛顿运动定律	48
第四章	圆周运动、万有引力	70
第五章	机械能	93
第六章	动量	118
第七章	机械振动和机械波	140
第八章	流体力学	158
第九章	热学	166
第十章	电场	199
第十一章	稳恒电流	221
第十二章	磁场	246
第十三章	电磁感应	261
第十四章	交流电 电磁振荡 电子技术	276
第十五章	光学	298
第十六章	光的本性	318
第十七章	原子物理	327
第十八章	物理实验	338
单元练习答案		368
附录	物理习题中的极值问题	398
主要物理公式		406

第一章 力 物体的平衡

本章是学习力学的开始，无论是概念的掌握，定律的认识与使用，都是力学的基础知识。学习本章，也是训练正确思路的开始。必须注意分析问题的特点与方法，为今后掌握好物理知识创造良好的开端。

复习的基本要求和重点知识

1.掌握力的概念，了解矢量与标量的区别。理解力的矢量性。掌握牛顿第三定律。

2.认识重力、弹力、摩擦力的产生条件、方向与大小。掌握有关重心、比重、胡克定律、静摩擦、滑动摩擦等概念及其计算。

3.理解合力与分力的概念；掌握平行四边形法则，三角形法和正交分解法，并会用图解表示以上方法和计算合力与分力。

4.理解物体的平衡概念，掌握共点力平衡的条件。理解力矩的概念，掌握有固定转轴的物体平衡条件。正确掌握分析物体受力情况的方法，并能根据物体的平衡特点，处理诸力的关系。

5.懂得物理学中建立理想模型的重要性，认识质点、刚体等理想模型。

6.掌握基本仪器，如直尺、游标卡尺、螺旋测微器、弹簧秤、天平等。

复习方法指导

力学是物理学中的重点部分，其中各部分知识关系紧密，概念、定律、公式表达简明。但在具体运用时，则要求深刻理解其含义，才能灵活、准确，否则，往往似是而非，抓不住本质，搞不清联系。

同学们学习力学，困难较多，常常是做了这个题，不会做那个题；做题时，又顾此失彼，找不到规律。其主要表现是：

1.对力的本质（例如力是物体间的相互作用，它是物体改变运动状况的原因等等）认识不清或不深刻。

2.对各种力的特性（如重力，弹力，摩擦力等）掌握不好。

3.不善于结合物体的具体情况，分析物体所受的力及诸力之间的相互关系，突出反映在作力的图示时，分析混乱，也就不可能正确地找出各力的关系并列出的方程式。

4.在处理具体问题时，往往不会整理出题目中待求量和已知量之间的关系，列不出方程式。

5.对某些概念和问题的处理，往往跟生活中习以为常的一些错误想法纠缠在一起。（如：认为物体运动的原因是受力等）；在分析具体问题时，不能联系实际去考虑。

在学习力学时，对过去许多模糊不清的地方，必须加以澄清、纠正。在总复习时，要着重注意以下几点：

（一）理解力的本质，认识三种力的共性与特性。

对力的概念要有一个全面的清楚的认识。在过去学习时，是间断的，逐步学习的。现在要把它们串起来，全面地认识什么是力。

（1）力的含意：（i）力是物体对物体的作用；（ii）力的

作用效果是使作用双方或者产生形变或者改变运动的状态；

(iii) 有作用力必有反作用力 (数值相等, 方向相反) ;

(iv) 力是矢量, 由其效果出发, 说明必须用“大小、方向、作用点”三要素来具体描述。

(2) 力的作用方式: 一种是物体间接触而发生的相互作用; 另一种是通过场来发生作用。

(3) 三种力——重力、弹力、摩擦力 (在力学中着重讨论这三种力) 。

(甲) 重力: 地球引力场施于物体的作用力, 其大小与物体本身的质量有关, 与物体所处的相对于地球的位置有关。其方向一般处理为指向地心, 其作用效果是使物体具有重力加速度(g)。其反作用力, 是作用在地球上的, 与重力有相同的效果。但因一般物体质量远小于地球, 而不显其作用效果。

(乙) 弹力: 两物接触并由于相互支承 (挤压) 而发生形变时产生的相互作用。其大小, 与形变程度有关, 形变愈烈, 则弹力愈大。正因如此, 所以, 弹力的大小是变化很大的, 它是一个随着物体的处境及运动变化情况而变的力。我们可以说它是一个“具有适应性”的力。如把一本书放在桌面上, 则桌面与书互相支承、挤压, 因而有弹力作用在书上。在水平静止放置时, 弹力大小与重力相等, 如桌面倾斜, 则桌面对书的弹力就会随倾角而变。如桌面向上或向下作变速运动, 则弹力将随其速度的变化而不断改变。由于同学们不能认识到弹力的这一重要特性, 往往不能正确处理好物体在各种情况下所受力的关系。如图 1-1 中, 物体 m 在不同情况下, 所受弹力的大小是不同的。

① 物体静止在水平面上: $N = mg$ 。

② 物体静止在光滑斜面上 (T 与斜面平行): $N = mg\cos\theta$ 。

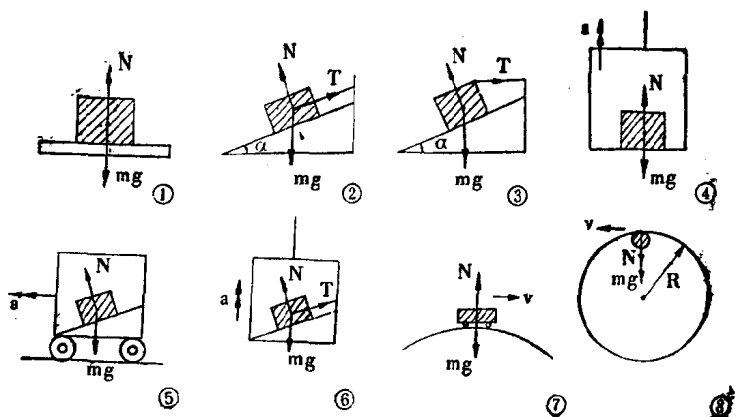


图 1-1

③物体静止在光滑斜面上 (T 水平) ; $N = mg / \cos \theta$ 。

④物体随升降机匀加速上升: $N = m(g + a)$ 。

⑤物体随车厢匀加速前进时, 相对静止在光滑的斜面上; $N = mg / \cos \theta$ 。

⑥物体随升降机匀加速上升, 相对静止在光滑斜面上;
 $N = m(g + a) \cos \theta$ 。

⑦汽车匀速驶过凸形桥顶: $N = mg - m \frac{v^2}{R}$ 。

⑧小球沿竖直圆环做打圈运动通过环顶时:

$$N = m \frac{v^2}{R} - mg。$$

弹力不一定等于重力。遇到斜面, 弹力不一定是重力的正压分力 ($mg \cos \theta$)。把弹力看成固定不变的力, 往往是造成错误的重要原因, 这也是一种不能根据具体情况作分析的错

误学习方法，这种方法是学习物理的最大障碍。

(丙)摩擦力：

静摩擦力：其最大值 $f_{0\text{大}} = \mu_0 N$ 。在它达到最大值前，其大小在0到 $f_{0\text{大}}$ 之间，是可变的。其方向则跟接触面间的相对运动趋势相反，阻碍物体接触面间的相对运动。如图1-2：

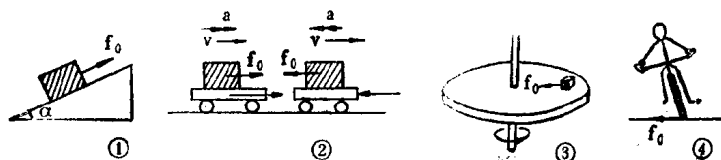


图 1-2

①物体静止在粗糙的斜面上时，

$$f_0 = mg \sin \alpha \leq \mu_0 mg \cos \alpha$$

②物体随车一起加速前进时，

$$f_0 = ma \leq \mu_0 \cdot mg$$

当小车制动时，物体随车作匀减速直线运动：

$$-f_0 = -ma, \quad |f_0| \leq \mu_0 \cdot mg$$

③物体随转台一起运转（不打滑）时，

$$f_0 = mr\omega^2 \leq \mu_0 mg$$

④骑自行车者在平直道路上拐弯时，

$$f_0 = m \frac{v^2}{R} \leq \mu_0 \cdot mg$$

要确定静摩擦的方向，必须正确判断接触面间相对运动的趋势（而不是某物体运动方向）；静摩擦力的大小，则要根据外力的大小和物体的具体运动状态而定。

滑动摩擦：出现在两个有相对运动的接触面之间，其方向是阻碍作用双方的相对运动，其大小 $f = \mu N$ ， N 是正压力，

当然不一定等于重力。 μ 是摩擦系数，取决于接触面的性质。一般情况下 $\mu < 1$ ，（即 $f < N$ ）。在我们所学的范围內，摩擦力与相对速度大小无关，与接触面面积无关。

学习力学，很重要的一个内容，是分析物体受力情况。只有在充分认识这三种力的基础上，才能正确判断物体所受的力。首先是重力，然后寻找与分析物体所接触的诸物体之间是否有弹力与摩擦力，逐一找全，明确图示，列出关系，才能正确处理有关问题。

（4）力的量度：“物体间相互作用”这一客观现象要用其效果来量度它的作用程度。一是从力的平衡出发，实际上是从形变效果出发，使物体产生形变的力是一对力，而任何形式的力又都可直接或间接地跟重力发生联系，故取重力作为量度的参考，选用1千克为单位。另一是从“力使物体产生加速度”这一效果出发，以（ ma ）量度之，则出现 m （千克） a （米/秒²），即千克米/秒²为力的单位。1千克米/秒²命名为1牛顿。

$$1 \text{ 牛顿} = \frac{1}{9.8} \text{ 千克 (力)}, \text{ 或 } 1 \text{ 千克 (力)} = 9.8 \text{ 牛顿},$$

这个单位换算当量的物理意义，必须弄清楚。在解决力的关系时，如出现单位不统一，一定要学会正确使用此当量换算单位。“乘 $g(9.8)$ 还是不乘 g ”是同学常出现的问题，其实质就是力有千克（力）和牛顿两种单位。我们总不能把一排人加一个人说是两人，不能把1米+2尺说成是3米或3尺吧！那么，同样道理，我们也不能把千克与牛顿所表示的力相加，一定要换算成同一单位，才能运算。在历史上，遗留下质量与力取同一单位（千克），这是很不确当的。对初学者来说，这是一个障碍。质量 m 与重量 mg 的关系，也是相差 g 倍，同学们要花些力量把这个关系搞清楚。

以上是对力的本质的一些简要概述。力的概念是重要的基础知识，它所牵涉的问题，也比较多。对初学者来说，不可能一下子建立全面正确、完整的概念。在教材中，也是逐章逐节地点滴积累的。我们在学习的过程中，一方面是正面地接受了概念的逐步深入的介绍，与此同时，我们又有了许多模糊不清，界限混淆，甚至错误的认识。现在，进行总复习，必须比较全面、完整地把力的有关知识，串联起来，从本质上弄清楚，并摒弃许多错误，这是必须化很大力量的。概念真正清楚了，模糊混淆的地方澄清了，必然在解决具体问题的时候，就不容易出错和不会无从下手了。

(二)由简到繁逐步解决“物体受力情况的分析”这一重点课题。

在前面，我们要求同学在实质上搞清力的含义及有关知识，其目的还是在能解决具体问题。“分析物体受力情况”是贯穿整个力学的一个重要问题，必须掌握好，这也是自学感到棘手的一个问题。只要我们对基本概念掌握确切，理解深刻，并能运用有层次的正确分析方法，这个难点也是可以克服的。下面就谈谈掌握好“物体受力情况”这一问题的关键。

1.要看准分析对象，看清研究对象与周围物体之间的力学联系，从而确定它受几个力，分别是什么方向；再根据物体的运动情况弄清它所受诸力是什么关系，列出方程，求出要求的结果。在分析时，要做到有“隔”有“联”。

在分析物体所受之力时，就要运用到我们平时掌握的概念，如：对三种力的准确认识；对分力合力的认识；作用力与反作用力的关系；作用力反作用力与平衡力的区别；以及其他如摩擦力、下滑力等等一些概念。这些基本概念必须清楚，才能在综合使用时一清二楚。

在分析物体受力时，必须熟练运用力的图示，这是把比较复杂的问题明朗化的必要手段。力的图示有许多固定要求，要加强训练，准确使用（可参考例题分析附图）。

在处理物体所受诸力关系时，除使用数学手段解方程组外，还需熟练运用处理力的关系的法则，如平行四边形法则等。这也必须在单一练习时，对矢量的特点、法则的内容等能熟练掌握才行。

总之，分析物体受力情况，本身就是个综合要求，如果我们对其中一些环节很不熟悉，甚至理解错误，那么，综合要求就不易掌握了。

2. 要熟练运用正确的基本方法。除了分析时要有层次有步骤外，我们还要熟悉处理物体所受的许多力之间的关系的基本方法，如正交分解法，隔离法等。要结合例题，反复运用，认真体会，才能“熟练”、“灵活”。比如图 1-3 中：

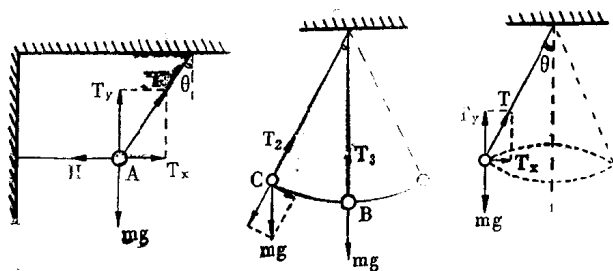


图 1-3

① 小球在 A 点，处于平衡状态，用正交分解法： $T_1 \cos \theta = mg$ ， $T_1 \sin \theta = H$ 。

② 水平拉线断开，小球摆动，当摆到 C 点时， $v_0 = 0$ ，用正交分解法： $T_2 = mg \cos \theta$ ；

$$mgs \cdot \sin \theta = ma_{\text{切}}$$

当小球摆到最低点 B 时, 速度为 v_B , 用正交分解法:

$$T - mg = m \frac{v_B^2}{l}, F_{\text{切}} = ma_{\text{切}} = 0$$

③如小球做圆锥摆运动时, 用正交分解法:

$$T \sin \theta = ma_{\text{向心}}, T \cos \theta = mg$$

由上可见, 我们把小球隔离出来作为研究对象, 分析其受力情况, 并结合其实际运动状态, 采取正交分解法处理, 小球处于不同位置、不同运动状态, 则悬挂小球的细线中张力大小也有所不同。基本方法要多用, 多用才能熟练, 熟才能生巧。

3. 分析物体受力情况或处理诸力及其关系时, 还必须从实际出发和密切联系实际, 这往往是同学不熟悉而感到困难的。如将某一力分解成两力或两个以上分力, 为什么要分解呢? 怎样分解呢? 必须联系实际去考虑, 见图1-4:

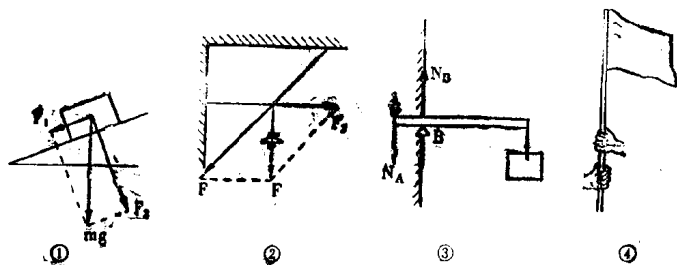


图 1-4

①斜面上物体受重力。根据其实际效果, 分解成 F_1 (下滑力) 和 F_2 (垂直于斜面的力)。

②灯对节点的拉力分解成 F_1 与 F_2 , F_1 与 F_2 分别与两绳对节点的拉力平衡。

③一个杆插入墙中， A 点与 B 点所受的力应如图1-4 ③所示， A 点受力向下， B 点受力向上。为什么呢？可结合我们把握铁锹，端碗，都是在边缘给一个向下的压力，而在靠重心处给一个向上的力，才能使物体平衡。结合实例实际，体会力矩平衡。

④在分析门边绞链所受之力时，结合手举大旗，体会手握旗杆，除平衡大旗旗杆之重，需要有向上提的力以外，为维持平衡，上手要向后拉，下手要向前推。对门边绞链也可类似分析。

再如，连接点处是滑轮还是节点，效果不同；杆件形变可压缩或伸长，还可弯曲，而绳索只可伸长等等，都要结合实际体会。

从实际出发和密切联系实际去分析物体所受之力，这不仅使我们能正确处理具体问题，深化和巩固基础知识，而且这是学习物理的正确方法，我们要不断结合具体问题，加强训练，逐步熟悉。

例题分析

【例题1】用正交分解法求共点力的合力(见图1-5甲)。

已知： $F_1 = 150$ 牛顿 $F_2 = 200$ 牛顿 $F_3 = 80$ 牛顿 $F_4 = 180$ 牛顿

求：合力 R

$$\begin{aligned} \text{〔解〕} \quad R_x = \sum F_x &= F_1 \cos 30^\circ + F_4 \cos 45^\circ \\ &\quad - F_2 \cos 30^\circ - F_3 \cos 60^\circ \end{aligned}$$

$$\therefore R_x = 44 \text{ 牛顿}$$

$$\begin{aligned} R_y = \sum F_y &= F_1 \sin 30^\circ + F_2 \sin 30^\circ \\ &\quad - F_3 \sin 60^\circ - F_4 \sin 45^\circ \end{aligned}$$

$$\therefore R_y = -21.5 \text{ 牛顿}$$

$$\therefore R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2} = 49 \text{ 牛顿}$$

$$\tan \theta = \frac{R_y}{R_x} = -0.489$$

$$\therefore \theta = 26^\circ$$

(因 R_x 为正值、 R_y 为负值，故 θ 角在第四象限 (见图 1-5 乙)。

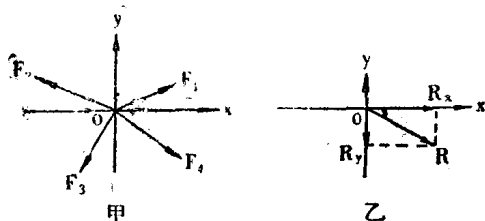


图 1-5

【例题 2】重量为 G 的物体挂在图 1-6 甲的支架上，求：横梁和斜杆受力多大？

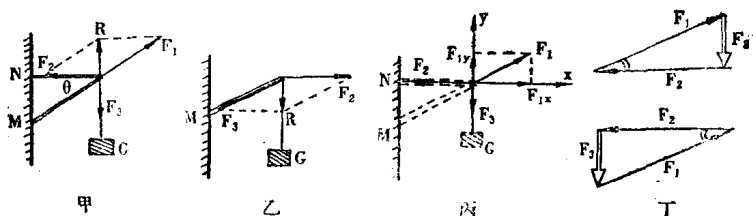


图 1-6

〔解法 I〕 中学教材中支架问题一般是不计杆重的。选取共点 O 。

O 点受到三个力作用：挂重物的悬绳竖直向下的拉力 $F_3 = G$ ，横梁 NO 的拉力 F_2 ，斜杆 MO 的支撑力 F_1 。

根据三力平衡的条件可得：

F_1 与 F_2 的合力 R 必跟 F_3 大小相等、方向相反。所以 $R = F_3 = G$,

$$F_1 = \frac{R}{\sin \theta}, \quad F_2 = \frac{R}{\operatorname{tg} \theta}$$

根据牛顿第三定律, 横梁 NO 受到 O 点的拉力 $F'_2 = F_2$ (方向沿梁向右); 斜杆 MO 受到 O 点的压力 $F'_1 = F_1$ (方向沿杆斜向下)。

〔解法II〕 重物通过悬绳拉 O 点, 拉力 $R = G$ 。根据力 R 作用的效果, 可分解成沿横梁 NO 方向的拉力 F_2 和沿斜杆 MO 方向的压力 F_1 。(见图1-6乙)

$$F_1 = \frac{R}{\sin \theta}, \quad F_2 = \frac{R}{\operatorname{tg} \theta},$$

$$R = G$$

杆 MO 受压力 F_1 , 梁 NO 受拉力 F_2 。

〔解法III〕 采用正交分解法。共点 O 受到三个力的作用。将 F_1 分解成 $F_{1x} = F_1 \cos \theta$; $F_{1y} = F_1 \sin \theta$ 。(图1-6丙)

$$\Sigma F_x = 0 \quad F_2 = F_{1x} = F_1 \cos \theta.$$

$$\Sigma F_y = 0 \quad F_3 = F_{1y} = F_1 \sin \theta.$$

$$\text{又 } F_3 = G$$

$$\therefore F_1 = \frac{G}{\sin \theta}, \quad F_2 = \frac{G}{\operatorname{tg} \theta}$$

所以, 横梁受到的拉力 $F'_2 = F_2 = \frac{G}{\operatorname{tg} \theta}$, (方向沿 NO 向

右); 斜杆受到的压力 $F'_1 = F_1 = \frac{G}{\sin \theta}$, (方向沿 MO 斜向下)。

〔解法IV〕 采用三角形法则。把 O 点所受的三个力 F_1 、 F_2 、 F_3 改画成图1-6丁。让 F_1 、 F_2 、 F_3 不改变大小方向,