

中学基础知识补习丛书

物理复习与题解

北京市海淀区教师进修学校主编

编者

北京一〇一中
中国人民大学附属中学
北京工业学院附属中学
北京大学附属中学
北京第三师范学校
北京十一学校
北京市海淀区教师进修学校

王学斌
王延龄
王杏村
陈育林
刘树信
庄定源

张治本 王广河

审阅者

北京市物理学会
北京师范大学第二附属中学
北京铁路二中
北京八中
华北电力学院
北京大学

钱玄
耿伯敏
张进林
刘千捷
邵汉光
孙荀英

电力工业出版社

中学基础知识补习丛书

物理复习与题解

北京市海淀区教师进修学校主编

*

电力工业出版社出版

(北京德胜门外六铺炕)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

体育报社印刷厂印刷

*

787×1092毫米 32开本 22印张 490千字

1981年2月第一版 1981年2月北京第一次印刷

印数 000001—500000册 定价 1.80元

书号 15036·4150

前 言

为了帮助广大青年和应届高中毕业生系统地、全面地复习和掌握中学物理的基础知识和基本技能，更好地适应生产建设和高考的需要，我们根据《全日制十年制中学物理教学大纲》、参考《一九八〇年全国高等学校招生考试复习大纲》的要求和范围，在我区组织编写的《中学物理复习资料》的基础上，经修改、补充编成了这本《物理复习与题解》。

在编写中我们注意总结我区几年来指导学生高考复习的经验，研究了许多同类书籍的特点，吸取了许多有益的素材，以便使本书内容更为完善，适宜广大读者学习和参考。

解答物理习题是学好物理学的重要环节。解题能帮助读者复习和巩固已学过的物理概念、定律、公式和法则，加深理解物理学中各部分知识的内在联系，提高综合运用基础知识和分析解决问题的能力。本书根据物理课本上的重点和难点，针对学生学习时普遍存在的问题，精选了约 800 道题，并给出了解答。书中对某些较难的习题给出了思路指导，对一些有代表性的习题，在题后做了分析说明，以使读者能循序渐进地巩固学习成果，掌握解题技巧和方法，并逐步培养出一一定的解题能力。

为使读者获得较为满意的学习效果，建议按以下步骤学习本书：

一、先复习所列基本知识，达到理解原理并能默记的程度再用以解题。

二、解题时不要先看解答，应先自己想，自己做，做出后再和答案对比，找出错误和出错的原因。做完后要进一步想想从本题能学到什么。

三、学完每一单元后，按书中单元测验题自我检查学习效果，找出存在的问题和差距。

本书编者虽力图提高读者的学习效果，但限于水平和时间，缺点和不足之处一定不少，希望读者提出意见，以便逐渐修改完善。

本书编写过程中，曾请北京市物理学会钱玄同志给予帮助和指导；由海淀区教师进修学校周良民同志绘制草图；书稿曾承北京师范大学第二附属中学、北京铁路二中、北京八中、华北电力学院、北京大学的领导和有关同志大力支持，进行了认真审阅，提出了不少宝贵意见，在此谨致谢意。

北京市海淀区教师进修学校等

一九八〇年八月

目 录



前 言

第一篇 力 学

第一章	力 物体的平衡	1
第二章	变速运动	44
第三章	运动定律	73
第四章	圆周运动 万有引力	142
第五章	机械能	175
第六章	动量	231
第七章	振动和波	273
第八章	流体静力学	294

第二篇 热 学

第一章	热量 物态变化	321
第二章	气体定律和气态方程	336
第三章	热和功 热力学第一 定律	359

第三篇 电 磁 学

第一章	静电场	378
-----	-----------	-----

第二章	直流电路	447
第三章	磁场 电磁感应	520
第四章	交流电 交流电路	567
第五章	电磁振荡和电磁波	587
第六章	电子技术基础	593

第四篇 光 学

第一章	几何光学	601
第二章	光的本性	636

第五篇 原子物理学初步知识

附录一	总复习测验题	650
I.	总复习测验题(一)	650
	总复习测验题(一)答案	656
II.	总复习测验题(二)	662
	总复习测验题(二)答案	670
III.	总复习测验题(三)	677
	总复习测验题(三)答案及评 分标准	684

附录二	国际制单位表和物理 常数表	691
-----	------------------------	-----

第一篇 力 学

第一章 力 物体的平衡

一、复 习 重 点

1. 力的概念

力是一个物体对另一物体的作用。两物体间的相互作用力总是等值、反向并分别作用在两个物体上。力的作用效果是使受力物体的运动状态发生变化和使受力物体产生形变。

力是矢量。大小、方向、作用点是力的三要素。力的合成与分解遵守平行四边形法则。

2. 力学中常见的几种力

(1) 重力是由于地球的吸引而使物体受到的力。可以认为重力的作用点在物体的重心上。大小 $G = mg$, 方向竖直向下。

(2) 弹力的产生条件是相互接触的两物体间必须有形变。弹力作用在物体接触处, 其方向与作用在物体上使它发生形变的合外力方向相反, 大小由物体形变的程度来决定, 而形变程度又决定于外力, 它们之间的关系是外力 $\rightarrow$ 形变 $\rightarrow$ 弹力。

(3) 摩擦力是相互接触的物体做相对运动或有相对运动趋势时产生的。它的方向沿接触面的切线方向, 跟物体相对运动的方向 (或相对运动趋势) 相反。摩擦力是成对出现的。

最大静摩擦力 $f_m = \mu_0 N$ ①

静摩擦力 f 在达到最大值 f_m 之前，总是跟外力大小相等，方向相反，其大小视外力的大小而定， $0 < f < f_m$ 。

滑动摩擦力 $f = \mu N$ ②

①、②两式中 N 是两物体间的正压力，方向总是垂直于接触面。 μ_0 稍大于 μ ，但在一般计算中，认为它们是相等的。

3. 共点力的平衡条件

在共点力作用下物体的平衡条件是合力等于零。即

$$\vec{\Sigma F} = 0 \text{ 或 } \Sigma F_x = 0 \quad \Sigma F_y = 0$$

4. 有固定转动轴物体的平衡条件

有固定转动轴物体的平衡条件是力矩的代数和等于零。

即

$$\Sigma M = 0$$

规定顺时针力矩为负，逆时针力矩为正。力矩 = 力 $\times$ 力臂，力臂是转动轴到力的作用线的垂直距离。

二、解 题 方 法 指 导

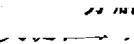
1. 掌握物体受力分析方法并作出物体受力图是研究力学问题的关键。分析物体受力情况的要领是：

(1) 明确研究对象。研究对象可以是物体，可以是质点，也可以是节点或物体系，对于具体问题要进行具体分析。

(2) 弄清受力物体的运动状态。

(3) 一般问题中应首先找出与受力物体相关联的所有其它物体，然后按照重力、弹力、摩擦力的顺序正确地进行

受力分析，画出受力图。

2. 解决力的合成与分解问题，首先要弄清合力、分力的概念。在具体问题中，把某一个力看作“合力”还是“分力”并不是问题的本质，而是研究问题的方法。其次，力的分解————定分力方向。要从力的实际效果去考虑。第三，在计算过程中，要明确合力或分力都不是作用到物体上的另一新的力，它们不过是一些力之间的等效替换罢了。由于等效作用，算分力就不能再算合力，算合力就不能再算分力。应该注意，正交分解法是处理这类问题的最重要的方法。特别是多力作用于同一物体时，计算起来非常方便。

3. 同向平行力的合成和物体重心的求法，也要列出力和力矩两个方程，运用平行力的力矩原理：“诸平行力绕任何一个转动轴的力矩之和，等于它们的合力绕同一转轴的力矩。”来解决这类问题，可简化分析过程和减少运算中的错误。

三、习 题 解 答

1. 10千克和5千克的两个力作用于某点。求两力的夹角为 60° 、 90° 、 135° 及 180° 时的合力。

解：力是矢量，力的合成遵守平行四边形法则。可以用作图法求解，优点是简便、直观，缺点是直接测量难免有误差。下面用另一种方法——公式法求解。

(1) $\theta = 60^\circ$ 如题图1-1-1所示。

$$\begin{aligned} F &= \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2\cos 60^\circ} \\ &= \sqrt{10^2 + 5^2 + 2 \times 10 \times 5 \times \frac{1}{2}} \\ &\approx 13.2 \text{ (千克)} \end{aligned}$$

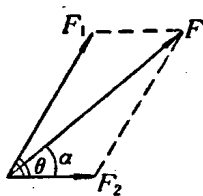


图 1-1-1

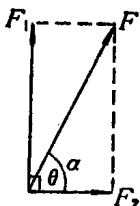


图 1-1-2

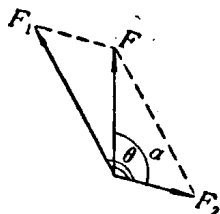


图 1-1-3

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{F_1 \sin \theta}{F_2 + F_1 \cos \theta} = \frac{10 \times \frac{\sqrt{3}}{2}}{5 + 10 \times \frac{1}{2}} \approx 0.866$$

$\therefore \alpha \approx 40^\circ 54'$ 即合力 F 与 F_2 间夹角为 $40^\circ 54'$ 。

(2) $\theta = 90^\circ$ 如题图 1-1-2 所示。

$$F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2} = \sqrt{125} \approx 11.2 \text{ (千克)}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{F_1}{F_2} = \frac{10}{5} = 2$$

$\therefore \alpha = 63^\circ 26'$ 即合力 F 与 F_2 间夹角为 $63^\circ 26'$ 。

(3) $\theta = 135^\circ$ 如题图 1-1-3 所示。仍用公式法求解，注意把钝角三角函数化为锐角三角函数。

$$\text{即 } \cos 135^\circ = -\cos 45^\circ \quad \sin 135^\circ = \sin 45^\circ$$

$$\begin{aligned} \therefore F &= \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2\cos 135^\circ} \\ &= \sqrt{10^2 + 5^2 - 2 \times 10 \times 5 \times \frac{\sqrt{2}}{2}} \\ &\approx 7.37 \text{ (千克)} \end{aligned}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{F_1 \sin \theta}{F_2 + F_1 \cos \theta} = \frac{10 \times \frac{\sqrt{2}}{2}}{5 - 10 \times \frac{\sqrt{2}}{2}} \approx -3.415$$

$\therefore \alpha \approx 106^\circ 21'$ 即合力 F 与 F_2 间夹角为 $106^\circ 21'$ 。

(4) $\theta = 180^\circ$ 两力反向，求代数数和即可。

$$\therefore F = 10 - 5 = 5 \text{ (千克)}$$

$$\therefore \alpha = 0 \quad \text{合力与较大的力同向。}$$

此题说明：两力大小一定，当 $0^\circ < \theta < 180^\circ$ 时， θ 越大，则合力越小，且合力的方向也随着夹角 θ 的变化而变化。

2. 大小相等的三个力共同作用在 O 点， F_1 与 F_2 、 F_2 与 F_3 间的夹角均为 60° 。求合力。

解：【解法一】公式法，如图 1-1-4 先求 F_1 、 F_2 的合力 F'

$$\because F_1 = F_2 = F_3 = F$$

$$\therefore F' = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2\cos 60^\circ} = \sqrt{3}F$$

$$\tan \alpha = \frac{F_2 \sin 60^\circ}{F_1 + F_2 \cos 60^\circ} = \frac{1}{\sqrt{3}}$$

$$\therefore \alpha = 30^\circ。$$

即 F' 与 F_1 的夹角为 30° 。再求 F' 与 F_3 的合力 R 。 F' 与 F_3 的夹角恰为 90° 。

$$\therefore R = \sqrt{F'^2 + F_3^2} = 2F$$

$$\tan \beta = \frac{F_3}{F'} = \frac{1}{\sqrt{3}}$$

$$\beta = 30^\circ。$$

即 R 与 F' 的夹角 β 为 30° 。 R 与 F_1 的夹角应为 $\alpha + \beta = 60^\circ$ （与 F_2 重合）。

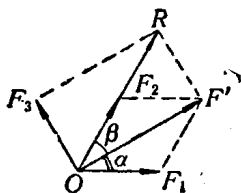


图 1-1-4

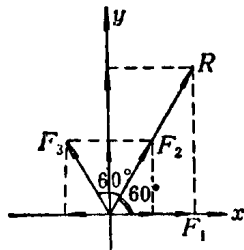


图 1-1-5

【解法二】用正交分解法求解，如图1-1-5取 x 轴与 F_1 重合。各力可分解为：

$$F_{1x}=F_1 \quad F_{2x}=F_2\cos 60^\circ \quad F_{3x}=-F_3\cos 60^\circ$$

$$F_{1y}=0 \quad F_{2y}=F_2\sin 60^\circ \quad F_{3y}=F_3\sin 60^\circ$$

$$\therefore F_x = F_{1x} + F_{2x} + F_{3x} = F_2\cos 60^\circ - F_3\cos 60^\circ + F_1 \\ = F$$

$$F_y = F_{1y} + F_{2y} + F_{3y} = F_2\sin 60^\circ + F_3\sin 60^\circ \\ = \sqrt{3} F$$

$$\therefore R = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = 2F$$

$$\theta = \operatorname{tg}^{-1} \frac{F_y}{F_x} = \operatorname{tg}^{-1} \sqrt{3} = 60^\circ \text{ 即合力 } R \text{ 与 } F_1 \text{ 间夹角为}$$

60° 。

可见，求三个或三个以上的共点力的合成，用公式法计算繁琐，易出错。而正交分解法就简便得多，这是今后常用的基本方法。

3. 有两个弹簧，质量忽略不计。原长都是10厘米，弹簧A一端固定，另一端受到水平拉力 F 作用后长11厘米；弹簧B一端固定，另一端也受到水平拉力 F 作用后长13厘米。现将两弹簧串接，仍受水平拉力 F 的作用，如图1-1-6(a)所示。求两弹簧的总长度。

解：在弹性限度内弹簧的线性形变量（伸长或缩短）与所受外力成正比（即胡克定律）。依题意，两弹簧的弹性系数不同，应分别进行讨论。

如图1-1-6(b)所示，弹簧A在水平力 F 和弹簧B产生的弹力 T 的作用下处于平衡。这与弹簧A一端固定另一端受水平力 F 作用的效果相同。

$\therefore$ 弹簧A的长度应为 $l_1 = 11$ 厘米。

如图1-1-6(c)所示, 弹簧B一端固定, 另一端受到弹簧A产生的弹力 T' 的作用。 $\because T' = T = F$, $\therefore$ 弹簧B的长度应为 $l_2 = 13$ 厘米。

$\therefore$ 两弹簧的总长度 $l = l_1 + l_2 = 24$ 厘米。

此类题目还常以求比例的方式出现, 如下题:

一根弹簧不悬挂重物时, 长150毫米, 悬挂500克重物时, 长175毫米(此时不超过弹簧的弹性限度)。问悬挂300克重物时, 弹簧的长度是多少?

解题时, 用胡克定律中, 外力与线性形变量的正比关系 $F_1:F_2 = x_1:x_2$ 直接求解, 解出 $x_2 = 15$ 毫米, $l_2 = l_0 + x_2 = 165$ 毫米。特别要注意区别弹簧的原长、伸长量(或缩短量)及形变后的长度这三个量。

4. 地面上放一个10千克的物体, 当有人用3千克的力向上拉它, 或用3千克的力向下压它时, 物体分别受到几个力? 各是多大? 物体对地面的压力又各是多大?

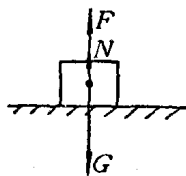


图 1-1-7

解: (1) 取物体为研究对象。受力情况如图1-1-7所示, 共受三个力:

G ——重力, 方向竖直向下。大小为10千克。

N ——支持力即正压力, 方向竖直向上。

F ——拉力, 方向竖直向上, 大小为3千克。

因为物体与地面间无相对运动趋势, 故无摩擦力。

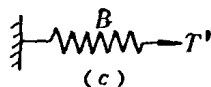
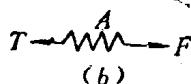
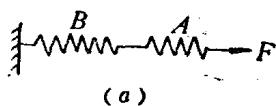


图 1-1-6

∴

$$F < G$$

又物体处于平衡，根据力的平衡条件 $G - F - N = 0$

$$\therefore N = G - F = 10 - 3 = 7 \text{ (千克)}$$

由牛顿第三定律知，物体对地面的压力 N' 大小等于地面对物体的支持力 N 。

$$\therefore N' = 7 \text{ (千克)}。$$

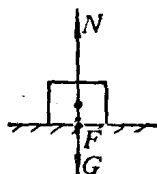


图 1-1-8

(2) 取物体为研究对象。物体在重力 G 、支持力 N 、压力 F 三个力作用下处于平衡，如图 1-1-8 所示。

$$\therefore G + F - N = 0$$

$$\therefore N = G + F = 13 \text{ (千克)}$$

由牛顿第三定律知，物体对地面的压力 $N' = 13 \text{ (千克)}$ 。

分析物体受力情况，要按重力、弹力、摩擦力的顺序去考虑。因为若无一定顺序，例如先讨论摩擦力、弹力，往往因为重力的施力者（地球）比较抽象而被遗漏。

物体受力分析是解答力学问题的关键。应该从实际出发，抓住每一种力产生的条件，认真分析判断，既不要遗漏，也不要多添一些力。为此，考虑每个具体的力，都要想一想这个力的施力者是哪个物体，以防出差错而不能得出正确的答案。

5. 分析下列各图中正压力 N 的大小（各图中物体均静止）。

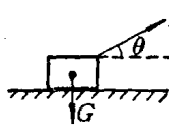


图 1-1-9

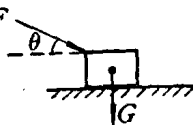


图 1-1-10

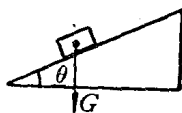


图 1-1-11

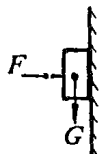


图 1-1-12

解：（1）如图1-1-13所示。研究对象：物体。受到四个力的作用。

G ——重力，方向竖直向下。

F ——拉力，方向斜向上。

N ——支持力，方向竖直向上。

f ——摩擦力，阻碍物体沿水平向右运动的趋势。方向沿水平向左。

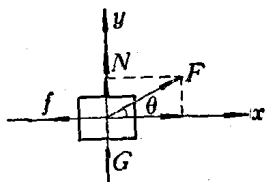


图 1-1-13

如图1-1-13建立直角坐标系，将 F 分解为 $F_x = F \cos \theta$ ， $F_y = F \sin \theta$ 两个分力。根据力的平衡条件 $\Sigma \vec{F} = 0$ 。即：
 $\Sigma F_x = 0$ 、 $\Sigma F_y = 0$ 利用 $\Sigma F_y = 0$ 即可求出 N 。

$$\because N + F \sin \theta - G = 0$$

$$\therefore N = G - F \sin \theta。$$

因为物体压地面的力与地面向上压物体的力是一对作用力与反作用力。故常把 N 理解为正压力。

（2）同样方法，解得图1-1-10中 $N = G + F \sin \theta$ 。

（3）如图1-1-14所示。研究对象：物体。它受到 G 、 N 、 f 三个力的作用而处于平衡。

沿斜面建立直角坐标系。如图1-1-14所示， N 、 f 分别与两轴重合，将 G 分解为 $G \sin \theta$ 、 $G \cos \theta$ 两个分力。

$$\because \Sigma F_y = 0$$

$$\therefore N = G \cos \theta$$

（4）如图1-1-15所示。研究对象：物体。它受到 G 、 N 、 F 、 f 四个力作用而处于平衡。

$$\because \Sigma F_x = 0$$

$$\therefore N = F$$

注意：此处 N 与重力 G 无关。

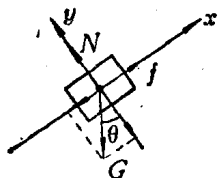


图 1-1-14

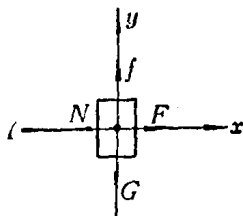


图 1-1-15

上面四种情况表明：正压力往往与物体重量有关，但不能误认为正压力一定等于物重。在特殊情况下，正压力与重力无关，如图1-1-12所示。应注意：正压力的本质是弹力，系被动性质的力，正压力的“正”字，指的是与接触面垂直。

另外，如图1-1-16(a)所示， AB 面所受正压力为零。此图与图1-1-16(b)比较：(b)图中重力 G 可分解为两个分力，它们分别与 AB 面、 BC 面的支持力达成平衡。而(a)图中小球虽与 AB 面接触，但重力垂直于 BC 面， AB 面不受外力，未发生形变，故被动性质的力——正压力为零。

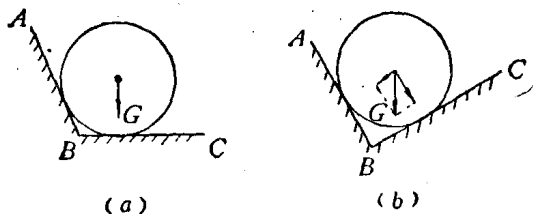


图 1-1-16

6. 光滑斜面上放置一重量为 $G = 20$ 千克的物体(图1-1-17)。当物体静止在斜面上时，求水平推力 F 和物体对斜面的压力 N' 各为多大？

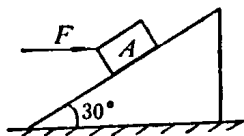


图 1-1-17

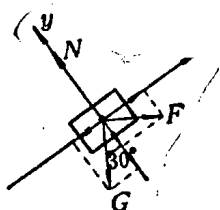


图 1-1-18

解：斜面光滑，物体受三个力 G 、 N 、 F 作用而处于平衡。沿斜面建立直角坐标系，将 G 、 F 分解如图 1-1-18 所示。

由物体平衡条件 $\Sigma F_x = 0$ $\Sigma F_y = 0$

$$\therefore \Sigma F_x = F \cos 30^\circ - G \sin 30^\circ = 0 \quad (1)$$

$$\Sigma F_y = N - F \sin 30^\circ - G \cos 30^\circ = 0 \quad (2)$$

由①式：

$$F = G \tan 30^\circ = 20 \times \frac{\sqrt{3}}{3} \approx 11.5 \text{ (千克)}$$

代入②：

$$N = G \tan 30^\circ \times \sin 30^\circ + G \cos 30^\circ$$

$$= G \frac{\sin^2 30^\circ}{\cos 30^\circ} + G \cos 30^\circ$$

$$= \frac{G}{\cos 30^\circ}$$

$$\approx 23.1 \text{ (千克)}$$

根据牛顿第三定律， N' 的数值等于 N 即 23.1 千克。

7. 下列各图中，物重为 G ，滑动摩擦系数为 μ 。求滑动摩擦力的大小。