

高中文化学习辅导

物理

湖北教育出版社
湖北省教育厅职工教育办公室组编

高中文化学习辅导

物 理

湖北省教育厅职工教育办公室组编

湖北教育出版社

高中文化学习辅导

物 理

湖北省教育厅职工教育办公室组编

高中文化学习辅导

物 理

湖北省教育厅职工教育办公室组编

湖北教育出版社出版 湖北省新华书店发行

沔阳县印刷厂印刷

787×1092毫米 32开本 8.5印张 195,000字

1985年1月第1版 1985年1月第1次印刷

印数：1—54,900

统一书号：7306·154 定价：0.96 元

非 非 非 非 非 非

说 明

根据我省干部职工高中文化学习和职工高等学校招生考试复习的需要，我们组织编写了这套《高中文化学习辅导》，目的是为了指导干部职工高中阶段的政治、语文、数学、物理、化学、历史、地理诸课程的学习，并为学员参加高中结业考试和职工高等学校招生考试提供复习参考。

这套书是以教育部组织的十二城市职工教育协作会编写和推荐的职工高中各科教学大纲（纲要）、职工高中课本（政治、历史、地理参考普通中学课本）为基本依据，结合干部职工学习的特点编写的。这套书重视各科基础知识和基本训练，使学员经过学习、更好地掌握课程的基本概念、基本理论和基本技能。

在编写过程中，得到了武汉市第二教育局、武汉市工农教育学院、湖北省教育学院、武汉市教育学院、武汉市教学研究室、荆州地区教研室、华师一附中、武昌实验中学、武钢职工大学、武汉锅炉厂职工大学、武汉市橡胶工业公司职工大学、湖北省国防工业办公室、武汉水运工程学院职工教育科、中南民族学院干训部、湖北省职工教育管理委员会办公室和有关单位的大力支持，在此一并致谢。

由于编写时间十分仓促，水平有限，错误在所难免，恳请批评指正。

湖北省教育厅职工教育办公室

一九八四年二月

目 录

第一章	力 物体的平衡	1
第二章	直线运动	13
第三章	牛顿运动定律	24
第四章	曲线运动 万有引力	35
第五章	功和能	46
第六章	动量	58
第七章	机械振动和机械波	67
第八章	流体静力学	78
第九章	热学	86
第十章	静电场	104
第十一章	直流电路	128
第十二章	磁场 电磁感应	150
第十三章	交流电 交流电路	180
第十四章	电磁振荡和电磁波 电子技术初步	189
第十五章	光学	203
第十六章	原子物理学初步	222
实 验		228
综合自测题		235
练习题和自测题答案		244
职工高中课本习题参考答案		254

第一章 力 物体的平衡

目的要求：

1. 理解力的概念和力的方向性，掌握力的单位。
2. 理解重力、弹力和摩擦力的概念，掌握胡克定律，掌握静摩擦力和滑动摩擦力的计算。
3. 理解合力和分力的概念，掌握用平行四边形法则和正交分解法求合力和分力。
4. 熟练掌握牛顿第三定律，能正确分析物体间的作用力与反作用力，能熟练地分析物体的受力情况。
5. 理解力的平衡概念，掌握共点力的平衡条件。
6. 理解力矩的概念，掌握有固定转轴的物体的平衡条件。

本章介绍力的概念、三种力（重力、弹力和摩擦力）的特征、物体受力分析、力的合成与分解和物体平衡问题。这些基本知识是我们学好力学的基础，必须很好掌握。在学习时，应着重注意以下几点：

一、理解力的本质

1. 力的概念可从四个方面来认识：
 - (1) 力是物体对物体的相互作用。
 - (2) 有作用力，必有反作用力，两者大小相等，方向相反，作用在两个不同的物体上，且在同一直线上（牛顿第三定律）。

(3) 力的作用效果是使物体产生加速度和发生形变。

(4) 力是矢量，它具有三个要素：大小、方向和作用点。

2. 重力、弹力和摩擦力的特征：

(1) 重力：由于地球对物体的吸引而产生的力叫重力。它的大小与物体的质量有关，与物体相对地球的位置有关。它的方向总是竖直向下。重力的作用点在物体的重心上。重力是物体产生重力加速度(g)的原因。重力的反作用力是物体对地球的吸引力。

(2) 弹力：当两个物体相互接触并发生弹性形变时，形变的物体要恢复原状，对跟它接触的物体施加作用力，这就是弹力。弹力随着物体形变产生而产生，随形变的消失而消失。弹力的大小跟引起形变的外力大小相等，方向相反，二者是一对作用力与反作用力。我们常说物体受到的挤压力、支承力和绳子的张力等都是弹力。在弹性限度内，弹簧所产生的弹力，跟弹簧的形变量（即拉伸或压缩的长度）成正比，这叫胡克定律，用公式表示为 $F = -kx$ 。

(3) 摩擦力：

① 静摩擦力的特点：静摩擦力发生在相互接触且在外力作用下有相对滑动趋势的两个物体之间。它的大小随外力的增大而增大，当外力大到一定数值时，物体将动未动，静摩擦力达到最大值，这个最大值称为最大静摩擦力 f_m ， $f_m = \mu_0 N$ 。静摩擦力的方向永远跟相对运动的趋势方向相反。

② 滑动摩擦力的特点：它发生在相互接触且相对滑动着的两物体之间；其方向跟相对运动的方向相反；它的大小 $f = \mu N$ ， μ 是滑动摩擦系数， N 是“正压力”。

在处理摩擦力时，要注意：(i) 分清是静摩擦力还是滑动

摩擦力；(ii)只有求最大静摩擦力时才能用 $f_m = \mu_0 N$ ；(iii)正压力往往不等于重力；(iv)摩擦力的方向不能搞错。

例1 斜面上一物体，质量为 $m = 10$ 千克，斜面倾角 $\theta = 10^\circ$ ，物体与斜面间的静摩擦系数 $\mu_0 = 0.3$ ，求物体受到的摩擦力。

解 先求最大静摩擦力，注意此时正压力 $N \neq G$ ，而是 $N = F_2 = mg \cos \theta$ ，所以

$$\begin{aligned} f_m &= \mu_0 N = \mu_0 G \cdot \cos \theta \\ &= \mu_0 mg \cos \theta = 0.3 \times 10 \times 9.8 \\ &\quad \times \cos 10^\circ \\ &= 29.4 \times 0.9848 \approx 29 \text{ (牛顿)} \end{aligned}$$



图 1-1

而使物体具有下滑趋势的外力是重力的分力

$$F_1 = mg \cdot \sin 10^\circ = 10 \times 9.8 \times 0.1736 \approx 17 \text{ (牛顿)}$$

因 $F_1 < f_m$ ，所以物体受到静摩擦力为17牛顿，方向沿斜面向上。

注 如不加分析，认为物体受到的摩擦力是 $f_m = 29$ 牛顿就错了。

3. 力的单位：千克(力)、牛顿。1千克(力) = 9.8牛顿。

二、正确进行物体受力分析

1. 首先确定研究对象：实际问题往往是几个物体连在一起的。如果要求这几个物体共同的运动情况，就可以把它们看作一个整体来考虑；如果只需考虑其中某个物体运动的细节，则选定此物体为研究对象，把它和其他物体隔离出来，即所谓“隔离法”。注意这种“隔离”不是完全割断，而是有“隔”有“联”。

2. 分析研究对象受力时，在力学范围内一般按重力、弹力、摩擦力的顺序去逐个分析。分析弹力的方法是看此物体与

哪个物体接触，有无拉伸或压缩形变发生，从而找出物体所受的拉力、压力或支承力。分析摩擦力时，首先确定属哪种摩擦力，再考虑它的大小和方向。

3. 每分析一个力，都要明白哪个物体是施力者，研究对象对它的反作用力是什么？不要把研究对象对周围物体的反作用力，误认为它自身所受的力。另外要注意，考虑了合力，就不再考虑它的分力，反过来也一样。

三、熟悉力的合成与分解的各种方法

1. 图解法：按照平行四边形法则画出合力或分力，然后量出合力或分力的大小和方向（用夹角表示）。

2. 计算法：画出力的合成或分解的示意图后，运用三角函数知识或者用正交分解的方法来求未知力的大小和方向。

四、物体平衡

1. 共点力的平衡条件：

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

$$\Sigma F_y = 0$$

2. 有固定转轴物体的平衡条件：

$$\Sigma M = M_1 + M_2 + \dots + M_n = 0$$

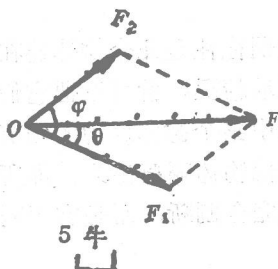


图 1-2

例2 两个互成 60° 角的力， $F_1 = 20$ 牛顿， $F_2 = 15$ 牛顿，用图解法和计算法分别求出它们的合力。

解 1. 作图法：画出图1-2，它是以 F_1 和 F_2 为邻边，夹角 $\varphi = 60^\circ$ 的平行四边形，其对角线即表示合力。量得 $\theta \approx 25^\circ$ ， $F \approx 30$ 牛顿。

2. 用三角函数计算:

在图1-2中, 由余弦定理

$$F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2\cos\varphi}$$

$$= \sqrt{20^2 + 15^2 + 2 \times 20 \times 15 \times \cos 60^\circ}$$

$$= \sqrt{925} \approx 30.41 \text{ (牛顿)}$$

$$\operatorname{tg}\theta = \frac{F_2 \sin\varphi}{F_1 + F_2 \cos\varphi} = \frac{15 \times \sin 60^\circ}{20 + 15 \cos 60^\circ} \approx 0.4724$$

查表得 $\theta = 25^\circ 17'$.

例3 重量为 G 的物体挂在图1-3(a)的支架上, 不计杆重, 求: 横梁和斜杆受力各多大?

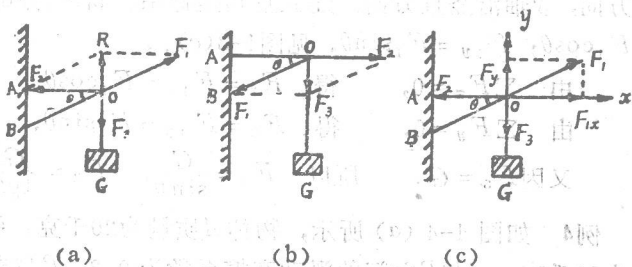


图 1-3

解法一 以 O 点为研究对象。 O 点受三个力作用: 挂重物的悬线向下的拉力 $F_3 = G$, 横梁 AO 的拉力 F_2 , 斜杆 BO 的支撑力 F_1 , 如图1-3(a)。

根据三共点力平衡条件得:

F_1 与 F_2 的合力 R 跟 F_3 大小相等、方向相反, 所以 $R = F_3 = G$ 。由三角函数关系

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

根据牛顿第三定律, 横梁 AO 受到 O 点向右的拉力 $F'_2 = F_2$

斜杆BO受到点O沿斜杆向下的压力 $F_1 = F$ 。

解法二 重物通过悬线拉O点，拉力 $F_3 = G$ 。根据力 F 的作用效果，可分解成沿横梁AO方向的拉力 F_2 和沿斜杆OB方向的压力 F_1 ，见图1-3(b)。由三角函数知识有

$$F_1 = \frac{R}{\sin\theta}, \quad F_2 = \frac{R}{\operatorname{tg}\theta} \quad (\text{其中 } R = G).$$

杆BO受压力就是 F_1 ，梁AO受拉力就是 F_2 。

注 请读者思考，为什么解法一要运用牛顿第三定律才能得出答案？

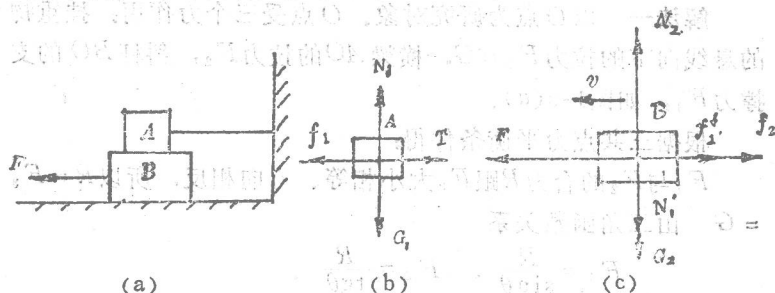
解法三 用正交分解法。以O点为坐标原点，取x轴沿水平方向，y轴沿竖直方向，建立直角坐标系。将 F_1 分解成 $F_{1x} = F_1 \cos\theta$ ， $F_{1y} = F_1 \sin\theta$ ，见图1-3(c)。

$$\text{由 } \Sigma F_x = 0, \quad \text{得 } F_2 = F_{1x} = F_1 \cos\theta,$$

$$\text{由 } \Sigma F_y = 0, \quad \text{得 } F_3 = F_{1y} = F_1 \sin\theta,$$

$$\text{又因 } F_3 = G, \quad \text{所以 } F_1 = \frac{G}{\sin\theta}, \quad F_2 = \frac{G}{\operatorname{tg}\theta}.$$

例4 如图1-4(a)所示，物体A质量为20千克，物体B质量为30千克，A与B之间的滑动摩擦系数为0.2，B与支撑面间的摩擦系数为0.25，B在水平牵引力F的作用下作匀速运动，A整个搁在B上并由于有绳子的拉力T而处于静止状态。求水



平牵引力 F 和绳子的拉力 T 。

解 采用隔离法。分别选 A 、 B 为研究对象，物体 A 受重力 G_1 ，绳子的拉力 T ， B 的支承力 N_1 和 B 对它的滑动摩擦力 f_1 的作用，处于静止状态，见图 1-4(b)。物体 B 受重力 G_2 ，外力 F ，支撑面对它的支撑力 N_2 和滑动摩擦力 f_2 ， A 对它的压力 N'_1 和摩擦力 f'_1 的作用，处于匀速直线运动状态。

由共点力的平衡条件， A 或 B 在水平方向及在竖直方向所受各力均应满足 $\Sigma F = 0$ ，即

$$\text{对于 } A: \quad T - f_1 = 0; \quad N_1 - G_1 = 0$$

$$\text{对于 } B: \quad F - f'_1 - f_2 = 0; \quad N_2 - N'_1 - G_2 = 0.$$

又因 $N_1 = N'_1$ ， $f_1 = f'_1$ （作用力与反作用力大小相等），并且 $f_1 = \mu_1 N_1$ ， $f_2 = \mu_2 N_2$ ，代入上述方程得：

$$T - \mu_1 N_1 = 0$$

$$N_1 - G_1 = 0$$

$$F - \mu_1 N_1 - \mu_2 N_2 = 0$$

$$N_2 - N_1 - G_2 = 0$$

四式联立解得

$$T = \mu_1 G = \mu_1 m_1 g = 0.2 \times 20 \times 9.8 = 39.2 \text{ (牛顿)}$$

$$F = \mu_1 m_1 g + \mu_2 (m_1 + m_2) g = 0.2 \times 20 \times 9.8 + 0.25 \times (20 + 30) \times 9.8 \approx 161.7 \text{ (牛顿)}$$

答：物体受牵引力为 161.7 牛顿，绳的拉力为 39.2 牛顿。

例 5 如图 1-5 所示，一根粗细均匀的横梁 AO 重 10 牛顿， O 端与铰链相连， A 端挂一重 20 牛顿的物体，在 B 处

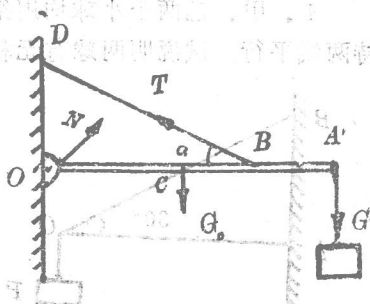


图 1-5

($AB = \frac{1}{4}AO$) 系一钢绳固定在墙上的 D 点, 并与 AO 成 30° 角, 若整个装置处于平衡状态, 且 AO 水平, 试求钢绳的张力。

解 选横梁 OA 为研究对象. 它受重力 $G_0 = 10$ 牛顿, 钢绳拉力 T , 重物的拉力 $G = 20$ 牛顿和铰链的支承力 N (图中 N 是假设的方向), 见图 1-5.

选 O (即铰链处) 为固定转轴, 由平衡条件

$$\sum M = 0$$

$$\text{得 } T \cdot OB \cdot \sin \alpha - G \cdot OA - G_0 \cdot \frac{1}{2}OA = 0$$

$$T \cdot \frac{3}{4}OA \cdot \sin 30^\circ - 20 \cdot OA - 10 \cdot \frac{1}{2}OA = 0$$

$$\frac{3}{8}T - 20 - 5 = 0, \quad T = \frac{25 \times 8}{3}$$

即 $T = 66.7$ (牛顿).

答: 绳的张力为 66.7 牛顿.

注 ①因 N 通过转轴, 所以它的力矩为零; ②取逆时针转动的力矩为正, 顺时针转动的力矩为负.

练习 题

1. 甲、乙两个小球均用细线悬挂着, 两球恰好接触并维持两线平行, 试说明两球有无相互作用的弹力?

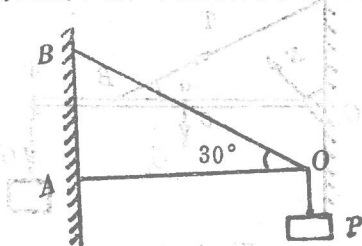


图 1-6

2. 水平地面放一个 200 牛顿重的物体, 它与地面间的静摩擦系数 $\mu_0 = 0.3$. 现用 50 牛顿的力沿水平方向拉它, 求物体受到的摩擦力是多少.

3. 如图 1-6 所示, 水平支杆 OA 的重量不计, 绳 OB 与

OA 成 30° 夹角，在 O 点挂一物体 P 的重量为10千克，试求绳受到的拉力和横杆受到的压力。

4. 有一根竖直的电线杆，水平电线对它的拉力是30牛顿，另一侧用铁索拉住它，使它不发生倾斜并使电线杆受到一个竖直向下的40牛顿的力，求铁索与地面的夹角和铁索的拉力。

5. 一个体重500牛顿的人站在重300牛顿的吊车中（见图1-7），吊车用绳悬起通过定滑轮，另一端由他自己拉住，吊车与人均保持静止。求人的拉力和人对吊车底板的压力多大？

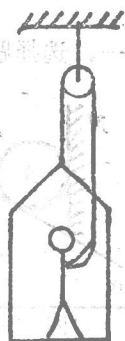


图 1-7

6. 如图1-8所示，均匀杆 BD 重50牛顿， AC 是钢绳， $BC = \frac{1}{3}BD$ ，物体 P 重80牛顿，试求钢绳所受到的拉力。

7. 如图1-9所示，用水平力 F 把重量为10牛顿的物体 A 沿斜面匀速上推，在下列两种情况下，试求 F 的大小：①斜面光滑；② A 与斜面的滑动摩擦系数 $\mu = 0.3$ 。

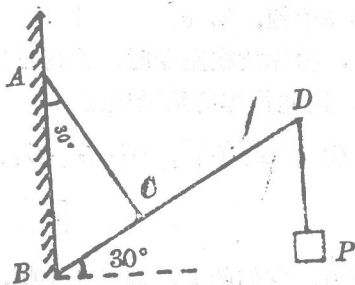


图 1-8

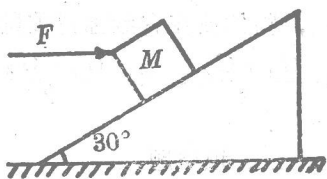


图 1-9

自 测 题

一、选择题（选一个正确答案填入题后括号内）：

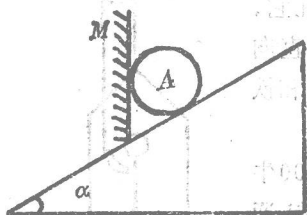


图 1-10

1. 如图1-10所示, 球A的重量为 G , 球A对竖直挡板M的压力是: ① $G\cos\alpha$, ② $G\sin\alpha$, ③ $G\cos\alpha$, ④ $G\sin\alpha$. []

2. 三个共点力 $F_1 = 60$ 牛顿, 方向朝西; $F_2 = 30$ 牛顿, 方向朝南; $F_3 = 20$ 牛顿, 方向朝东,

其合力的大小是

① 110 牛顿, ② 50 牛顿, ③ 40 牛顿, ④ 10 牛顿. []

3. 一物体沿倾角 $\alpha = 30^\circ$ 的斜面匀速下滑, 则物体与斜面的滑动摩擦系数是

① 0.5, ② $\frac{1}{3}$, ③ $\frac{1}{\sqrt{3}}$, ④ $\sqrt{3}$. []

4. 甲、乙两人各拉住测力计的一端, 测力计保持静止. 甲用了10牛顿的拉力 (这力是测力计的指示数), 由此可知乙拉测力计的力是

① 20 牛顿, ② 10 牛顿, ③ 5 牛顿, ④ 0. []

5. 有一架天平, 两臂不等, 物体放在左盘时, 称得重量 G_1 , 物体放在右盘称得重量 G_2 , 则此物体的重量应是

① $\frac{G_1 + G_2}{2}$, ② $\frac{G_1 - G_2}{2}$, ③ $\sqrt{G_1 \cdot G_2}$, ④ $G_1 \cdot G_2$. []

二、填空题

1. 有三个互成 120° 的共点力, 它们的大小都是 4 牛顿, 则它们的合力为 () .

2. 水平桌上有一个重20牛顿的物体，用5牛顿的水平力拉它作匀速运动，则该物体受到（ ）的摩擦力的作用。

3. 木块重5牛顿，它与墙壁的静摩擦系数为0.25，要想把它按在墙上不滑动，则所加水平力至少是（ ）牛顿。

4. 如图1-11， A 、 B 的重量均为 G ，光滑斜面的倾角 $\alpha = 30^\circ$ ，当 A 、 B 处于静止时，不计线重，滑轮无摩擦，则 B 对支面的压力是（ ）。

5. 如图1-12，支杆 OA 均匀，重为 G ， $\alpha = 30^\circ$ ，则水平绳的张力是（ ）。

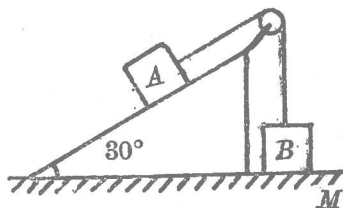


图 1-11

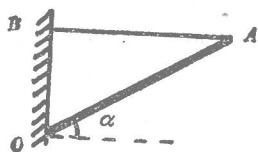


图 1-12

三、如图1-13，一根均匀木杆重200牛顿， O 点装在光滑绞链上， A 端悬吊一个重100牛顿的物体 P ，要使木杆在图示位置保持静止，试求 B 端施加力 F 的大小（ $AB = 3$ 米， $OB = 0.5$ 米）。

四、地面上放一重10牛顿的木板，在木板上放一重50牛顿的货箱，见图1-14，若货箱与木板之间、木板与地面间的摩擦

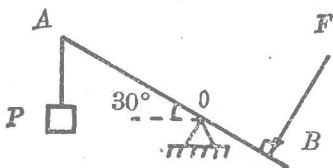


图 1-13

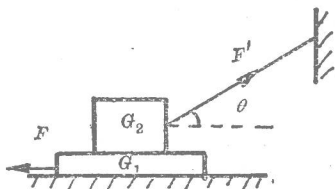


图 1-14

系数都是0.5，现要把木板从木箱下抽出来，先用绳将货箱拉紧于墙上 ($\text{tg}\theta = \frac{4}{3}$)，然后用一水平拉力 F 去拉木板，问 F 至少为多大才能拉动木板？

