

高教版

全国各类成人高考复习指导丛书 **第八版**
(高中起点升本、专科)

物 理

附 解 题 指 导

屠庆铭 主编



高等教育出版社

39.23
T6/M

全国各类成人高考复习指导丛书 (第八版)

(高中起点升本、专科)

物 理 附解题指导

屠庆铭 主编

高等教育出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

物理: 附解题指导/屠庆铭主编. —8 版. —北京: 高等教育出版社, 2000.6

(全国各类成人高考复习指导丛书)

ISBN 7-04-009001-5

I. 物... II. 屠... III. 物理-成人教育: 高等教育-入学考试-自学参考资料 IV. 04-42

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 62085 号

责任编辑 陈小平 封面设计 王 雅 责任绘图 孟庆祥
版式设计 马静如 责任校对 许月萍 责任印制 张泽业

物理: 附解题指导 (第八版)

屠庆铭 主编

出版发行 高等教育出版社

社 址 北京市东城区沙滩后街 55 号

邮政编码 100009

电 话 010-64054588

传 真 010-64014048

网 址 <http://www.hep.edu.cn>

经 销 新华书店北京发行所

排 版 高等教育出版社照排中心

印 刷 北京印刷三厂

开 本 787×1092 1/16

版 次 1986 年 4 月第 1 版

2000 年 6 月第 8 版

印 张 25

印 次 2000 年 6 月第 1 次印刷

字 数 600 000

定 价 23.40 元

凡购买高等教育出版社图书, 如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 请在所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

第八版前言

本丛书经教育部高校学生司、教育部考试中心组织的大纲编写审定专家和命题研究人员审阅,并提出修改意见。

本丛书第八版是在原第七版的基础上,根据教育部2000年6月颁布的《全国各类成人高等学校招生复习考试大纲·高中起点升本、专科》修订而成的。

本丛书自1986年问世以来,一直受到广大读者的欢迎,在全国各类成人高考考生的复习备考中发挥着重要作用。十几年来,随着我国成人高等教育事业的发展和广大读者学习需求的变化,特别是全国各类成人高等学校招生复习考试大纲的几次修订,相应地这套丛书也做了七次全面修订,几经修改完善,使得这套丛书的整体质量不断提高,结构更加科学、合理,成为了具有广泛适用性的成人高考考生复习备考的主干教材,在全国享有良好声誉。

按新大纲进行修订后的第八版,具有以下几个方面的特点:

一、保持和发展了这套丛书作为复习主干教材的传统特点:紧扣大纲、内容翔实、叙述准确、重点突出、注重基础知识复习和能力训练,题型与练习贴近考试实际,实用性、针对性强。

二、在内容的选择和编排方面,既充分体现新大纲的要求,又适合成人学习的特点。丛书各科都严格按照新大纲的规定和要求,进一步对内容编排做了调整,对知识点做了重新梳理,对由于内容增删产生的连贯性问题做了科学的处理,使各科的内容编排既和新大纲一致,又重点突出,分布合理,完善了适合成人学习特点的体系结构。

三、在知识内容方面,按新大纲要求进行了知识点的增删,举例、习题注重吸收新知识、新成果,增强了时代感。

四、从内容选择到题型设计以及叙述方式等各个方面,注重从知识立意向能力立意的转变。加强了学科基本能力、学科综合能力、学科实验能力的训练,以提高考生综合运用知识的能力和应试水平。

五、在满足新大纲要求的前提下,适当压缩字数,使丛书更加简明、实用。

修订后的本丛书(第八版)包括如下9本:

《政治》附解题指导

《物理》附解题指导

《语文》附解题指导

《化学》附解题指导

《数学》附解题指导(文史财经类用)

《历史》附解题指导

《数学》附解题指导(理工农医类用)

《地理》附解题指导

《英语》附解题指导

考虑到每年的《政治》考试都有关于时事政治方面的内容,我们在考试当年都将编写出版一本《时事政治辅导》。

《物理》(第八版)包括力学、热学、电磁学、光学、原子物理和物理实验等六篇,共十八章。在各章的内容提要部分,简要地介绍了考生应复习的基本内容,对许多重点内容指出了解题的正确思路 and 一般步骤。

全书共有一百多道例题。例题中既有基本题,也有一些难度适中的综合题,为了便于考生复习自学,在例题的安排上由易到难,循序渐进。

为了提高考生的应试能力。全书配置了较多的习题(共三百余题)。习题中大量是基本题,考生必须牢固掌握;另外是一些具有中等难度的综合题,以训练考生应用基本知识分析问题和解决问题的能力,习题的题型包括选择题、填空题和计算题。为了提高考生的解题能力,各章均有“解题指导”,列出了该章最基本的公式,并指出解题时需要注意的一些问题,起到了正确解题的引路作用。

本书第八版在第七版的基础上作了较大的修改,修改的主要方面为:

1. 根据新的大纲,对全书内容进行了增、删。

2. 在分析和研究近几年来成人高考物理试题的基础上,对例题和习题作了较大的调整,使它们具有更大的覆盖面和仿真性。

3. 为了适应成人高考的改革趋势,适当增加了近代物理和物理实验部分的内容。

本书执行了《量和单位》(1994年)国家标准的规定,书中物理量的单位一律用国际符号;物理量的符号也采用了该标准中规定的符号。

需要说明的是,这次修订增加了一个附录:“常用物理量单位”;另外,书末所附“近年全国成人高等学校招生统一考试物理题目与题解”,为了保持试题的原貌,我们在量和单位以及物理学名词等方面未作变动。

本书第八版由屠庆铭、陈小平(《全国各类成人高等学校招生复习考试大纲——高中起点升本、专科》审订人)修订。

高等教育出版社

2000年6月

目 录

第一篇 力 学

第一章 力 物体的平衡	3	6 人造地球卫星 第一宇宙速度	58
一 内容提要	3	二 例题分析	58
1 力的概念	3	三 习题	64
2 万有引力 重力 弹力 摩擦力	3	四 解题指导	67
3 力的合成和分解	5	第四章 功和能	76
4 物体受力情况分析 画受力图	6	一 内容提要	76
5 物体的平衡	7	1 功	76
二 例题分析	8	2 功率	77
三 习题	13	3 动能 动能定理	78
四 解题指导	17	4 重力势能 弹性势能	79
第二章 物体的运动	26	5 机械能 机械能守恒定律	79
一 内容提要	26	二 例题分析	80
1 质点 参照物	26	三 习题	84
2 位移和路程	27	四 解题指导	87
3 匀速直线运动	27	第五章 冲量和动量	99
4 变速直线运动	28	一 内容提要	99
5 匀变速直线运动	29	1 冲量	99
6 自由落体运动	31	2 动量	99
7 曲线运动	31	3 动量定理	99
8 平抛运动	32	4 动量守恒定律及其应用	100
9 匀速圆周运动	33	5 碰撞	101
二 例题分析	34	二 例题分析	102
三 习题	41	三 习题	109
四 解题指导	44	四 解题指导	112
第三章 牛顿运动定律	55	第六章 振动和波	126
一 内容提要	55	一 内容提要	126
1 牛顿第一定律 惯性	55	1 振动	126
2 牛顿第二定律 质量	56	2 简谐运动	126
3 牛顿第三定律	56	3 波动	129
4 应用牛顿定律解题	57	4 波的干涉和衍射现象	131
5 向心力	57	二 例题分析	132

三 习题	134	四 解题指导	137
------------	-----	--------------	-----

第二篇 热 学

第七章 气体动理论 热和功	147	3 气体的实验定律	156
一 内容提要	147	4 用理想气体状态方程解题	158
1 分子动理论的基本内容	147	二 例题分析	158
2 物体的内能	148	三 习题	161
3 做功和热传递是改变物体内能的 两种物理过程	148	四 解题指导	165
4 能量守恒定律	149	第九章 液体和固体的性质	175
二 例题分析	149	一 内容提要	175
三 习题	150	1 液体的表面张力	175
四 解题指导	151	2 晶体和非晶体	175
第八章 理想气体状态方程	155	3 超导现象	176
一 内容提要	155	二 例题分析	176
1 气体的状态和状态参量	155	三 习题	177
2 理想气体状态方程	156	四 解题指导	178

第三篇 电 磁 学

第十章 静电场	183	二 例题分析	221
一 内容提要	183	三 习题	227
1 电荷 电荷量 基元电荷	183	四 解题指导	232
2 真空中的库仑定律	183	第十二章 磁场	246
3 电场 电场强度 电场线	184	一 内容提要	246
4 电势 电势差 等势面	185	1 磁体 磁极	246
5 带电粒子在匀强电场中的运动	188	2 磁场 磁感线 磁感应强度	247
6 电容器 电容	188	3 电流的磁场 安培定则	247
二 例题分析	189	4 磁通量	248
三 习题	195	5 磁场对通电导线的磁场力	249
四 解题指导	199	二 例题分析	249
第十一章 直流电	212	三 习题	253
一 内容提要	212	四 解题指导	256
1 电流 电流的大小	212	第十三章 电磁感应	262
2 电阻 电阻定律	213	一 内容提要	262
3 欧姆定律 电阻的联接	213	1 电磁感应现象	262
4 电表的改装	216	2 右手定则	262
5 电流的功 电功率	217	3 感应电动势的计算	263
6 电动势	219	二 例题分析	264
7 闭合电路的欧姆定律	220	三 习题	270
8 电池的串联	221		

四 解题指导	273	3 交流电的图象	284
第十四章 交流电	282	4 变压器 电能的输送	284
一 内容提要	282	二 例题分析	286
1 交流电的产生	282	三 习题	291
2 交流电的最大值、有效值、频率、周期	283	四 解题指导	292

第四篇 光 学

第十五章 几何光学	303	第十六章 光的本性	316
一 内容提要	303	一 内容提要	316
1 光的直线传播	303	1 光的干涉和衍射	316
2 光的反射定律 平面镜成像	303	2 光的电磁本性 电磁波谱	317
3 光的折射定律 光速与折射率的 关系	304	3 光电效应	317
4 全反射现象 临界角	305	4 光的波粒二象性	318
二 例题分析	305	二 例题分析	319
三 习题	307	三 习题	321
四 解题指导	310	四 解题指导	323

第五篇 原子物理

第十七章 原子物理	331	5 核反应方程	334
一 内容提要	331	6 核能	335
1 原子的核式结构	331	7 人类对物质结构的认识	336
2 玻尔的原子模型	332	二 例题分析	337
3 天然放射性现象和原子核的人工 转变	333	三 习题	340
4 原子核的组成	334	四 解题指导	342

第六篇 物 理 实 验

第十八章 物理实验	353	电阻	362
一 内容提要	353	5 练习使用多用电表	363
1 误差和有效数字	353	三 例题分析	365
2 常用物理仪器	355	四 习题	368
二 物理实验	359	五 解题指导	370
1 长度的测量	359	附录 常用物理量单位	376
2 互成角度的两个共点力的合成	360	近年全国成人高等学校招生统一考试 物理题目与题解	378
3 用单摆测定重力加速度	361		
4 用伏安法测定电池的电动势和内			

第一篇 力学

第一章 力 物体的平衡

复习要求

- 1 理解力的概念, 会用力的图示法表示力.
- 2 了解矢量和标量的区别.
- 3 了解重力、万有引力和弹力(万有引力不作定量计算要求, 不要求用 $F = kx$ 进行计算).
- 4 掌握滑动摩擦力和滑动摩擦因数, 会用滑动摩擦力公式 $F_f = \mu F_N$ 进行计算. 了解静摩擦力(不要求静摩擦因数).
- 5 理解力的合成和分解, 掌握平行四边形法则.(计算时只限于能用直角三角形知识求解的问题.)
- 6 掌握共点力的平衡条件, 会用它来解决简单的静力学问题.
- 7 了解力矩的概念以及有固定转动轴的物体的平衡条件.

一 内容提要

1 力的概念

(1) 力及其作用效果 力是物体之间的相互作用. 当我们谈到力时, 总是要涉及到两个物体, 一个是施力物体, 另一个是受力物体. 例如, 人提重物时, 人对物体施加了力, 人是施力物体, 重物是受力物体. 力的作用效果是使受力物体的运动状态发生变化或形状发生变化(即形变).

(2) 力的三要素 力的三个要素是大小、方向和作用点. 力既有大小, 又有方向. 像力这样既有大小又有方向的物理量叫做矢量.

(3) 力的图示 力的图示就是把力表示为一根带箭头的有向线段. 线段的长度按一定的标度画出, 表示力的大小; 箭头的指向表示力的方向; 箭头或箭尾表示力的作用点. 力的方向所沿的直线叫做力的作用线. 图 1-1 (a) 表示水平向右、大小是 30 N 的拉力; 图 1-1 (b) 表示一个与水平方向成 30° 角、大小是 30 N 的拉力.

2 万有引力 重力 弹力 摩擦力

(1) 万有引力 宇宙中任何有质量的物体之间都存在着相互吸引力, 称做万有引力. 重力就是地球对地球表面物体的万有引力.

万有引力定律可以表述为: 两个物体间引力大小, 跟它们的质量的乘积成正比, 跟它们的距离的

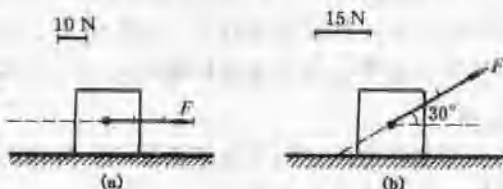


图 1-1

平方成反比。即

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2} \quad (1.1)$$

式中 m_1 和 m_2 分别表示两物体的质量，单位为千克，符号为 kg； r 表示它们的距离，单位为米，符号为 m；力 F 的单位为牛顿，简称牛，符号为 N； $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$ ，叫做万有引力常量。

万有引力定律中两个物体的距离，对于相距很远而可看做质点的物体，就是指两质点间的距离；对于均匀球体，就是指两个球心间的距离。

(2) 重力 地球与地面上的物体之间也有万有引力作用。在忽略地球自转的影响下，地球对物体的吸引力叫做重力，重力的大小是

$$G = mg$$

式中 m 为物体的质量， g 为重力加速度。重力的大小也叫做物体的重量。重力的方向竖直向下。重力的作用点是物体的重心。对于质量分布均匀的物体的重心位置只决定于它的形状。如果物体的形状具有对称中心，则重心就在对称中心上。例如，均匀球体的重心就在球心处，均匀立方体的重心就在立方体的中心。

(3) 弹力 物体在外力作用下可以发生形变，形变物体因为具有弹性，要恢复原来的形状，对相接触的物体会产生作用力，这种力叫做弹力。相互接触的两个物体，只要发生了形变，就有弹力相互作用。

例如，把木块放在桌面上，由于相互挤压，木块和桌子都产生了微小的形变。木块力图恢复原来的形状，从而给桌面一个向下的弹力，这个力叫做木块对桌面的正压力；与此同时，桌面也力图恢复原来的形状，从而给木块一个向上的弹力，这个力叫做桌面对木块的支持力。此外，绳子的拉力、细杆的拉力或推力等都是弹力。

弹力的方向可以这样判断：不论接触面是否光滑，两个相互接触物体之间的压力和支持力方向总是垂直于接触面的；绳子对挂在绳端的物体的拉力沿绳子的方向；细杆在受拉时产生拉力，受压时产生推力，拉力或推力都沿着细杆的方向。

弹力的大小与形变之间的关系，一般是比较复杂的，而弹簧的弹力与形变的关系则比较简单。实验表明，在弹性限度内，弹簧弹力的大小 F 与弹簧伸长(或压缩)的长度 x 成正比，即

$$F = kx \quad (1.2)$$

式中的 k 为弹簧的劲度系数(曾用名“倔强系数”)，单位是牛每米，符号为 N/m。这个规律叫做胡克定律。

(4) 摩擦力

① 静摩擦力 两个相互接触的物体，虽有相对运动趋势，但仍保持相对静止时，接触面之间会产生一种阻碍相对运动趋势的力，叫做静摩擦力。

实验表明，两个物体接触面之间的静摩擦力具有一个最大的数值，叫做最大静摩擦力，用 F_{fm} 表示。

静摩擦力的方向与接触面相切，并且与物体相对运动趋势的方向相反。它的大小，可以应用物体的平衡条件求解。

例如，静止在水平桌面上的物体，在水平方向不受外力作用时，对桌面没有相对运动的趋

势, 没有受到静摩擦力作用, 即 $F_{\text{静}} = 0$ [图 1-2 (a)]; 当物体受到水平拉力 F 作用, 但仍保持静止时, 物体出现了与力 F 方向相同的相对运动趋势, 将受到静摩擦力 $F_{\text{静}}$ 的作用. 由于物体静止, 故 $F_{\text{静}} = F$, 它的方向与 F 相反 (即与物体相对运动趋势的方向相反) [图 1-2 (b)].

② 滑动摩擦力 两个相互接触的物体, 在发生相对运动时, 接触面之间会产生一种阻碍相对运动的力, 叫做滑动摩擦力.

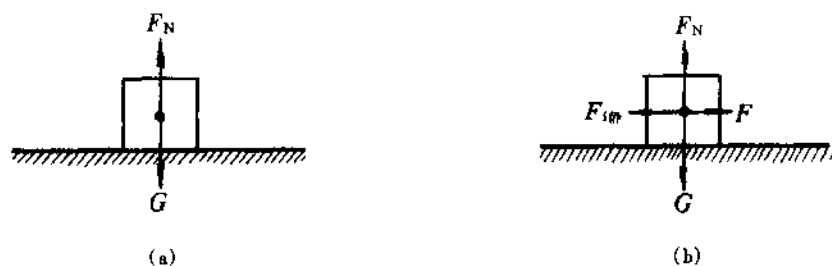


图 1-2

滑动摩擦力的方向与接触面相切, 并且与物体相对运动的方向相反. 它的大小为

$$F_f = \mu F_N \quad (1.3)$$

式中 F_N 是正压力, μ 是两物体之间的滑动摩擦因数.

例如, 在水平桌面上运动的物体, 当桌面光滑时, 不受滑动摩擦力作用, $F_f = 0$ [图 1-3 (a)]; 当桌面不光滑时, 受到滑动摩擦力作用, $F_f = \mu F_N$, 方向与物体相对于桌面运动的方向相反 [图 1-3 (b)].



图 1-3

解力学问题时, 判断摩擦是否存在、方向怎样, 是很重要的.

3 力的合成和分解

作用于同一点的几个力, 或力的作用线相交于同一点的几个力, 叫做共点力.

(1) 共点力的合成和分解 一个力, 如果它的作用效果与几个力共同作用时产生的效果相同, 就称这个力是那几个力的合力, 或者, 称那几个力是这个力的分力. 求几个力的合力叫做力的合成, 求一个力的分力叫做力的分解. 在解力学问题中, 一个力与它的所有分力从效果上讲是等价的, 可以互相代替.

(2) 平行四边形法则 矢量和标量

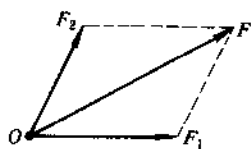
共点力的合成和分解遵循平行四边形法则. 平行四边形法则是: 把两个共点力 F_1 、 F_2 作为邻边构成一个平行四边形, 这两个邻边之间的对角线就是 F_1 、 F_2 的合力 F . 力的合成结果是唯一的 [图 1-4 (a)].

根据几何关系知, F 与 F_1 、 F_2 之间有下面的关系:

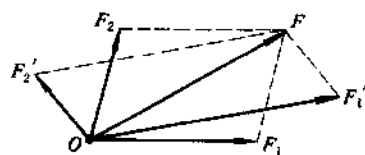
$$|F_1 - F_2| \leq F \leq F_1 + F_2$$

反过来, 把一个力 F 作为对角线构成一个平行四边形, 该平行四边形的两个邻边就是 F 的两个分力 F_1 、 F_2 . 由于对角线相同的平行四边形有无限多个, 因此一个力的分解结果不是唯一的. 在具体问题中, 常常根据力的作用效果, 把力按照已知方向加以分解 [图 1-4 (b)].

对于诸多的物理量, 可以将其分成矢量和标量两类. 像力那样既有大小又有方向的量称为矢量, 像质量那样只有大小而没有方向的量称为标量.



(a) 力的合成



(b) 力的分解

图 1-4

一切矢量的合成或分解都遵从平行四边形法则.

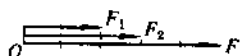
(3) 作用于同一直线上的力的合成 对于作用在同一直线上的力, 求合力的方法比较简单.

① 当作用于同一直线上的两个分力方向相同时, 其合力的方向与各分力方向相同, 大小等于两个分力大小之和 [图 1-5 (a)].

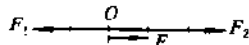
② 当作用于同一直线上的两个分力方向相反时, 其合力的方向与较大的一个分力的方向相同, 大小等于两个分力大小之差 [图 1-5 (b)].

(4) 互相垂直的力的合成和分解 力学问题中经常用到的是互相垂直的力的合成和分解, 对此可以用直角三角形的知识进行计算.

如图 1-6 所示, 设 OA 和 OB 是选定的两个互相垂直的方向. 把力 F 沿这两个方向分解, 可以得到两个互相垂直的分力: OA 方向的分力的大小为



(a) $F = F_1 + F_2$



(b) $F = F_2 - F_1$

图 1-5

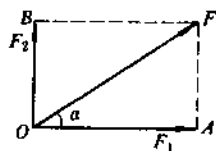


图 1-6 互相垂直的力的合成和分解

$$F_1 = F \cos \alpha \quad (1.4)$$

OB 方向的分力的大小为

$$F_2 = F \sin \alpha \quad (1.5)$$

反过来, 当两个分力 F_1 和 F_2 互相垂直时, 其合力 F 的大小为

$$F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2} \quad (1.6)$$

方向可用 F 与 OA 的夹角 α 表示, α 由下式给出

$$\tan \alpha = \frac{F_2}{F_1} \quad (1.7)$$

4 物体受力情况分析 画受力图

求解力学问题时，首先要分析物体的受力情况，画受力图，这是解决力学问题的关键之一。受力情况分析的一般步骤如下：

(1) 确定研究对象。

(2) 找出与研究对象相互作用的一切物体，并由此确定研究对象受到的一切力。具体地说：

① 当物体的质量不能忽略时，重心处有重力作用。

② 当物体与其他物体接触并且发生形变时，在与接触面相垂直的方向上有弹力作用。

③ 当物体与其他物体接触并且接触面不光滑时，在接触面的切线方向存在滑动摩擦力(有相对运动时)，或静摩擦力(有相对运动趋势但仍保持相对静止时)。

(3) 画受力图。把讨论对象所受到的一切力，按力的图示法画出。通常，每分析一个力，就应当在受力图上画出这个力，受力分析完成时，受力图也就告成。在画受力图时，要注意正确地画出各个已知力的方向和大小。对于待求的力，如已知其方向，就应准确画出，其大小由解题求得。

应当指出，在受力图中需把物体实际受到的力画出来，不能把合力或分力代替实际的力画在受力图上。例如，在光滑的斜面上滑动的物体，受到的作用力是重力 G 和斜面的支持力 F_N 这两个力；它既不是 G 、 F_N 和下滑力 $G\sin\alpha$ 这三个力，也不是 G 、 F_N 和重力的分力 $G\sin\alpha$ 、 $G\cos\alpha$ 这四个力。 G 、 F_N 这两个力的方向都是已知的，如图 1-7 所示。

5 物体的平衡

(1) 共点力作用下物体的平衡 在共点力作用下物体的平衡是指物体处于静止状态或作匀速直线运动。

① 共点力作用下物体的平衡条件 在共点力作用下物体的平衡条件是作用在物体上的所有外力的合力等于零，即合外力为零。

在解题时，常把物体受到的各个力，按互相垂直的两个方向分解。这样，上述平衡条件可简化为：作用在物体上的各个力，在两个相互垂直方向上的分力之和分别等于零。

如果选 x 轴、 y 轴为互相垂直的两个方向，把作用在物体上的各个力 F_1 、 F_2 、 F_3 、……沿这两个方向分解，则物体的平衡条件可表示为

$$F_{1x} + F_{2x} + F_{3x} + \cdots = 0, \quad F_{1y} + F_{2y} + F_{3y} + \cdots = 0$$

式中 F_{1x} 、 F_{2x} 、 F_{3x} 、……为诸外力沿 x 方向的分力， F_{1y} 、 F_{2y} 、 F_{3y} 、……为诸外力沿 y 方向的分力。

② 平衡力 如果一个物体受几个力的作用而保持平衡，则这几个力称为一组平衡力。显然一组平衡力的合力为零。如果一个物体只受两个力的作用而平衡，则称这两个力为一对平衡力。一对平衡力的大小相等、方向相反，作用在同一条直线上。

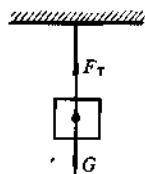


图 1-8

注意：一对平衡力与一对作用力和反作用力是不同的概念，不要混淆，前者是作用在同一个物体上的一对力，后者是作用在两个不同物体上的相互作用力。

例如，绳子悬挂着一个静止不动的物体，物体共受到重力 G 和绳子的拉力

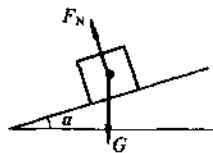


图 1-7

F_T 两个力的作用。 G 和 F_T 这两个力就是一对平衡力，它们作用在同一个物体上，并使物体平衡（图 1-8）。在绳子与物体的接触处存在着一对作用力和反作用力：绳子对物体的拉力 F_T 和物体对绳子的拉力 F'_T ，前者作用在物体上，后者作用在绳子上。

(2) 有固定转动轴的物体的平衡

① 力矩的概念 力对于一个可以转动的物体的作用，可以用力矩来描述。

一个力的力矩，它的大小等于力和力臂的乘积：

$$M = F \cdot L \quad (1.8)$$

式中 L 是转动轴到力的作用线的垂直距离。

力矩可以使物体向不同的方向转动，因此力矩的取值有正、负。规定使物体向某一方向转动的力矩为正时，则使物体向相反方向转动的力矩为负，在解题时力矩的正、负可视方便而定。

例如，在图 1-9 中， O 是物体 OB 的转动轴（转轴垂直于纸面，通过 O 点）物体在 B 点受到三个作用力： F_1 、 F_2 、 F_3 ，三个力的力臂分别为 L_1 、 $L_2=0$ 、 L_3 ，三个力的力矩分别是

$$M_1 = F_1 \cdot L_1$$

$$M_2 = F_2 \cdot L_2 = 0$$

$$M_3 = F_3 \cdot L_3$$

如果取沿顺时针的转动方向为正方向，则 M_1 是正的， M_3 是负的。

在国际单位制中，力矩的单位是 $\text{N} \cdot \text{m}$ 。

② 有固定转动轴的物体的平衡

有固定转动轴的物体只能绕转轴进行转动。它的平衡是指它处于静止状态或匀速转动状态。

③ 有固定转动轴的物体的平衡条件

有固定转动轴的物体的平衡条件是作用于物体上各个力矩的代数和等于零，即合力矩等于零：

$$M = M_1 + M_2 + M_3 + \dots = 0 \quad (1.9)$$

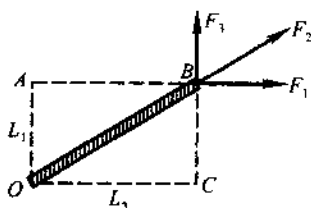


图 1-9

二 例题分析

【例题 1.1】 物体在粗糙的斜面上向下运动，则在图 1-10 中的四个受力图中正确的是

- (A) (a). (B) (b).
(C) (c). (D) (d).

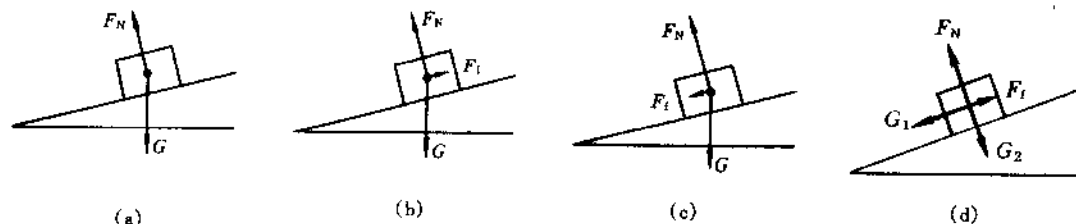


图 1-10

答：()。

解：对物体进行受力分析。首先，物体受到重力 G 作用， G 的方向竖直向下。因为物体与斜面接触，所以斜面对物体有垂直于斜面向上的支持力 F_N 的作用。按题意，斜面是粗糙的，因此物体在沿斜面方向还受到摩擦力作用。因为物体的相对运动方向沿斜面向下，所以滑动摩擦力的方向沿斜面向上。图(a)少画了摩擦力，图(c)中摩擦力的方向不正确，图(d)则用 G 的两个分力 G_1 和 G_2 代替 G ，它们都不正确。综上所述，正确的是图(b)。

【例题 1.2】如图 1-11 所示，重量为 G 、半径为 R 的小球，用长为 R 的细绳挂在光滑的竖直壁面 A 处，则细绳的拉力 $F_T = \underline{\hspace{2cm}}$ ，壁面对小球的弹力 $F_N = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

解：小球的受力情况如图 1-12 所示。重力 G 竖直向下，壁面对小球的弹力 F_N 水平向右，细绳的拉力 F_T 的方向沿绳向上。这三个力的作用线都通过球心 O ，它们是共点力。

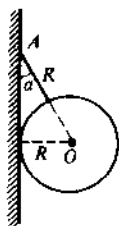


图 1-11

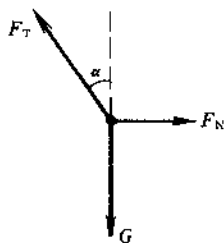


图 1-12

小球在共点力 G 、 F_N 和 F_T 作用下平衡。把拉力 F_T 分解为水平方向和竖直方向的两个分力：

$$F_{T1} = F_T \sin \alpha \quad (1)$$

$$F_{T2} = F_T \cos \alpha \quad (2)$$

由平衡条件，水平方向有

$$F_N - F_{T1} = 0 \quad (3)$$

竖直方向有

$$F_{T2} - G = 0 \quad (4)$$

考虑到

$$\sin \alpha = \frac{R}{R+R} = \frac{1}{2}, \quad \alpha = 30^\circ$$

$$\cos \alpha = \cos 30^\circ$$

由式(2)、(4)解得

$$F_T = \frac{F_{T2}}{\cos \alpha} = \frac{G}{\cos \alpha} = \frac{2\sqrt{3}}{3} G = 1.15 G$$

由式(1)、(3)得

$$F_N = F_{T1} = F_T \sin \alpha = G \tan \alpha = \frac{\sqrt{3}}{3} G = 0.58 G$$

【例题 1.3】如图 1-13 所示，一个光滑的小球，放在光滑的墙壁和木板之间，当板与墙之间的夹角 α 增大时，

- (A) 墙对小球的弹力减小，板对小球的弹力增大。
- (B) 墙对小球的弹力减小，板对小球的弹力减小。
- (C) 墙对小球的弹力增大，板对小球的弹力减小。