

ZEN  
YANG

怎样分析和解答

中学物理问题

FEN

(修 订 本)

XI

王 坤 清 编 著

HE

JIE

DA

ZHONG

XUE

WU

LI

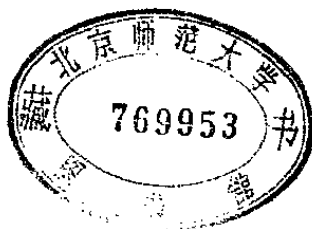
WEN

TI

# 怎样分析和解答 中学物理问题

(修订本)  
王沛清编著

101155/12



湖南人民出版社

一九七九年·长沙

# 怎样分析和解答中学物理问题

(修 订 本)

王沛清 编著

责任编辑: 邵太芳

湖南人民出版社出版

(长沙市展览馆路14号)

湖南省新华书店发行 湖南省新华印刷厂印刷

1978年4月第1版

1980年7月第2版 1981年3月第7次印刷

字数: 283,000 印张: 13.75 印数: 460,501—561,400

统一书号: 7109·1102 定价: 0.78元

## 目 录

### 第一章 怎样解中学力学问题 ..... ( 1 )

第一节 物体受力分析..... ( 1 )

第二节 力的合成及分解..... ( 30 )

第三节 匀变速直线运动..... ( 50 )

第四节 牛顿第二定律..... ( 80 )

附: 解题思考步骤..... (120)

第五节 曲线运动..... (125)

第六节 物体的平衡..... (147)

第七节 动量和动量守恒..... (163)

第八节 机械能 功能关系..... (176)

第九节 流体力学..... (209)

第十节 机械振动和机械波..... (220)

### 第二章 怎样解中学分子物理学和热学问题 ..... (231)

第一节 气态方程..... (231)

第二节 热平衡方程式..... (248)

第三节 热和功..... (264)

**第三章 怎样解中学电学问题 ..... (275)**

**第一节 电场..... (275)**

**第二节 部分电路欧姆定律..... (297)**

**第三节 全电路欧姆定律..... (323)**

**第四节 电功与电功率的计算..... (338)**

**第五节 磁场 电磁感应..... (348)**

**第六节 直流电 交流电路..... (374)**

**第四章 怎样解中学光学和原子核物理问题 ..... (394)**

**第一节 光的反射和折射..... (394)**

**第二节 透镜成像..... (407)**

**第三节 核反应方程式..... (423)**

**附 录 国际单位制简介..... (426)**

# 第一章 怎样解中学力学问题

力学问题在整个中学物理问题中，占有相当大的一部分，难度较高。本章把力学问题的分析和解答方法，分十部分向读者介绍，其中第四节牛顿第二定律、第七节动量和动量守恒、第八节机械能、功能关系是核心，必须熟练掌握。

## 第一节 物体受力分析

正确地分析物体受力的情况，准确地作出物体的受力图，是解决力学问题的基础。力学中有一类问题本身就是要求分析物体受力情况的，例如：“地上放着一个10千克重的物体，一个孩子把物体竖直向上提，但他用的力只有7千克。问物体共受哪几个力作用？各等于多少？”“自行车加速前进时，地面作用在前轮和后轮上的摩擦力的方向各如何？说明理由。”等等，很多学生对这类问题常常感到茫然。这些学生由于缺乏分析物体受力情况的能力，因此，对较复杂的动力学问题、功和能问题、力的合成分解问题、物体的平衡问题等力学问题，也不能迅速而正确地作出解答。怎样提高分析物体受力情况的能力呢？首先要掌握力的图示法，其次要弄清力学问题中经常接触到的三种力。

我们知道，力的大小、方向和作用点是力的三要素。为了直观地说明力的作用，往往用一条带有箭头并具有一定长短的线段来表示力。我们规定：此线段的长短表示力的大小，箭头的指向表示力的方向，箭头或箭尾表示力的作用点。这就是通常所说的力的图示法。在力的图示中，表示力的线段的长短是指从箭尾到箭头的长，多余的部分不能算在其中，因此箭头的位置不能乱标，只能根据力的大小标在线段的适当位置上。另外，这条表示力的带箭头线段的箭头或箭尾，一定要落在力的作用点上。

**【例1—1】** 物体放在水平桌面上，受到一个与水平方向成 $30^\circ$ 角的2千克的斜向下的推力，将这个力图示出来。

**【解】** 正确的图示如图1—1 a和b所示。如果被考虑的物体可以当作质点看待，我们就在物体上标一点，并以这点作为力的作用点（见图1—1 b）。

（可能出现的错误）图1—1 c，力的大小及作用点错了。图

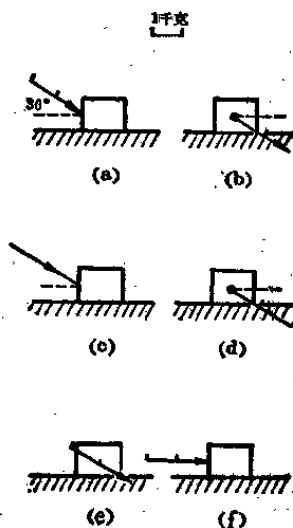


图1—1

1—1 d, 力的大小和方向错了。图1—1 e, 力的作用点错了。图1—1 f, 力的方向错了。

**【练习1—1】** 0.5千克重的一盏电灯被电线悬挂着(图1—2), 将电线对灯的作用力图示出来。

在力学问题中经常要涉及到三种力: 重力、弹力、摩擦力。

**重力:** 地球上的任何物体都要受到地球对它的作用力, 这种作用力叫重力。重力的方向总是竖直向下的, 其大小就等于物体的重量, 它的反作用力作用在地球上。作用在物体上的重力一般用文字G、P或W表示, 以千克(或吨、克)为单位。



图 1—2

**弹力:** 当一个物体发生弹性形变时, 它将对使它发生形变的另一物体产生力的作用, 这种力叫做弹力, 一般用字母N、Q、T表示。胡克定律指出, 在弹性限度内, 弹力F与形变 $\Delta L$ 成正比, 即 $F = K \cdot \Delta L$ 。在分析弹力时, 要注意如下几点: ①绳子(或弹簧等)对物体的弹力与物体对绳子(或弹簧等)的拉力, 是一对作用力和反作用力, 它们的大小相等、方向相反, 分别作用在物体和绳子(或弹簧等)上。②支承面(或支承体)对物体的弹力与物体对支承面(或支承体)的压力, 是一对作用力与反作用力, 它们的大小相等、方向相反, 分别作用在物体和支承面上。③柔软的绳子对物体的弹力的作用线一定沿绳的方向。④支承面的弹力的方向一定与面垂直。

**【例1—2】** 如图1—3所示, 线上端固定, 下端挂一摆球。

①分析在图1—3 a 的情况下，摆球所受的力，指出其中的作用力和反作用力。

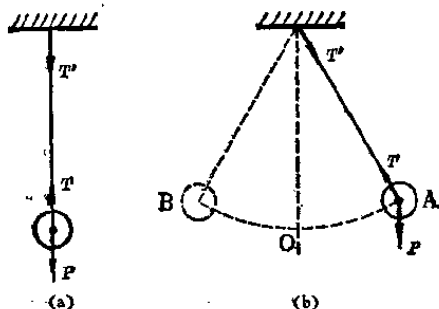


图1—3

②用手推动摆球，使它偏离竖直方向。放手后，摆球将在竖直面内来回摆动(图1—3 b)，分析当摆球摆到A点时所受的作用力。

【解】 ①如图1—3 a 所示，摆球受到重力  $P$  的作用，方向竖直向下，其反作用力作用在地球上。摆球还受到绳子的弹力  $T$  的作用，方向竖直向上。绳子对摆球的弹力  $T$  与摆球对绳子的拉力  $T'$ ，是一对作用力和反作用力，大小相等、方向相反，分别作用在摆球和绳子上。

②如图1—3 b 所示，摆球上受到重力  $P$  和绳子的弹力  $T$  的作用，和上述分析一致， $T$  和  $T'$  是一对作用力与反作用力。不过值得注意的是：当摆球处在A位置时，作用在摆球上的两个

力—— $P$ 、 $T$ 方向不一致，不可能平衡。 $P$ 和 $T$ 的合力指向平衡位置(读者可以按平行四边形法则，将 $P$ 、 $T$ 的合力找出来)，使摆球从 $A$ 位置向平衡位置 $O$ 运动。

在分析物体的受力情况之后，我们画出了图1—3，图中标明了物体所受的力，这样的图就称为物体的受力图。

(可能出现的错误)在分析图1—3a所示情况时，误将 $P$ 、 $T$ 当作一对作用力与反作用力。

在分析图1—3b所示的情况时，误将 $P$ 、 $T$ 的合力(图中未按平行四边形法则作出)当作作用在摆球上的第三个力。

【练习1—2】 试分析悬挂在起重机吊索上的货箱的受力情况，画出货箱的受力图，指明货箱所受各力的反作用力。

【练习1—3】 两人各拉住一个弹簧秤的两端，用力向相反的方向拉，这时弹簧秤静止，而它的指针指着200克。甲说他俩各用100克的力拉弹簧秤，乙说各用200克的力拉，你认为谁对呢？(乙说的对)

(提示：弹簧秤静止，说明甲、乙所用的拉力相等。弹簧秤的读数即为甲的拉力的大小，或乙的拉力的大小。)

【练习1—4】 指出下列情形中的作用力和反作用力：①铁锤打在钉子上；②机车拉货车；③小球自由落下；④人从船上跳到岸上。

【例1—3】 如图1—4。在跨过定滑轮的细绳的两端，分别系着物体 $A$ 和物体

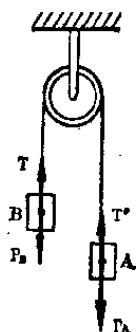


图1—4

B, 已知 $P_A = 125$ 克重,  $P_B = 120$ 克重, 画出物体A、B的受力图。

【解】 如图1—4。作用在物体A上的力: 竖直向下的重力 $P_A$ 。由于A物体的重量大于B物体的重量, 所以A物体将竖直向下作匀加速运动, 于是A物体通过绳子给B物体一个竖直向上的作用力 $T$  (如图1—4), 由牛顿第三定律, 物体B将通过绳子给物体A一个反作用力 $T'$  (如图1—4)。 $T$ 与 $T'$ 大小相等 (有时为了解题方便, 常将 $T'$ 也用字母 $T$ 表示)、方向相反 (由于定滑轮改变了力的方向, 所以图中看到的 $T$ 与 $T'$ 方向相同), 分别作用在物体B和物体A上。

物体B上所受的力: 除受到来自A物体的竖直向上的拉力 $T$ 外, 还受到一个竖直向下的重力 $P_B$ 。

根据题意, 显然有 $P_A > T'$ ,  $T > P_B$ , 在画物体A、B受力图时应当注意到这点。

(可能出现的错误) 物体A和B之间的作用力 $T$ 和反作用力 $T'$ 的大小, 取决于物体A、B的重量之差和物体A、B的质量等因素, 这些一般是未知的。有的读者却认为 $T$  (或 $T'$ ) 等于 $P_A$  (较重物体的重量), 有的认为 $T = P_A - P_B$  (两物体重量之差), 这些看法都是错误的。

【练习1—5】 如图1—5。在跨过定滑轮细绳的两端, 分别连着物体A和物体B, 在物体B之下用细绳系着物体C。若 $P_A > P_B + P_C$ , 分析物体A、B、C的受力情况, 作出物体A、B、C的受力图。

(提示: 设A、B物体间的作用力与反作用力为 $T_1$ 、 $T_1'$ ,

B、C物体间的作用力与反作用力为 $T_2$ 、 $T_2'$ 。

【练习1—6】 上题中若 $P_A = P_B + P_C$ ，画出A、B、C的受力图。

【例1—4】 一个物体放在地面上，物体受到哪些力？地球受到哪些力？哪些力是平衡力？哪些力是作用力和反作用力？

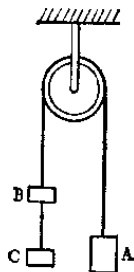


图 1—5

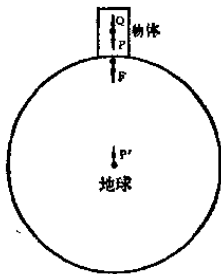


图 1—6

【解】 按题意画出示意图1—6（为说明问题，图中物体与地球大小未按比例画出）。物体和地球上受到以下诸力：物体受到地球的吸引力 $P$ ；物体对地球的反作用力 $P'$ ；物体作用在地面的压力 $F$ ；地面对物体的弹力 $Q$ （ $F$ 的反作用力）。选定物体作为研究对象，物体共受到两个力的作用：方向竖直向下的重力 $P$ 和方向竖直向上的弹力 $Q$ 。在本题所示的情况下， $P$ 和 $Q$ 的大小相等、方向相反，作用在同一物体上，是一对平衡力。如果选定地球作为研究对象，地球受到物体对地球的压力 $F$ 和物体对地球的反作用力 $P'$ 的作用。在本题所示的情况下，因为 $P' = P$ （作用力和反作用力）， $F = P$ （物体只受重力的作用，又静止在地面上，物体对地面的压力等于物体本身的重量），所

以  $P' = F$ 。  $P'$  和  $F$  是一对平衡力。

(可能出现的错误)在本题所示的情况中, 由于物体对地面的压力, 与物体本身的重力在数值上相等, 因此不少读者认为重力  $P$  作用在地面上, 这个概念是错误的。重力  $P$  是地球对物体的作用, 它作用在物体上, 只是由于重力  $P$  的存在, 才产生了物体对地面的压力  $F$ 。  $P$  虽然与  $F$  大小相等, 但切不可混为一谈。以下的例题中, 我们就可以看到物体的重力  $P$  与物体对地面的压力  $F$  不相等的情况。

**【例1—5】** 地面上放一个10千克的物体, 小孩以7千克的力向上提它。物体这时共受到几个力的作用? 是些什么力? 分别是多大? 地面受到的压力是多少?

**【分析】** 如图1—7所示。物体受力如下: ①地球对物体的重力  $P = 10$  千克, 方向竖直向下。②小孩提物体的力  $T = 7$  千克, 方向竖直向上。如果认为物体只受到上述两个力, 显然将得出与实际不符合的结论。因为这两个力的合力是  $10 \text{ 千克} - 7 \text{ 千克} = 3 \text{ 千克}$ , 方向竖直向下, 物体将向地心运动。现在的情况是物体静止在支承面(地面)上。进一步分析得出,

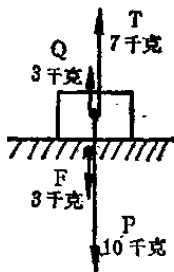


图1—7

物体以3千克的力  $F$  竖直向下压地面 (注意压力  $F$  作用在地面上), 按牛顿第三定律, 地面将以3千克的弹力  $Q$  反作用于物体,  $Q$  的方向竖直向上。

**【解】** 物体共受到三个力的作用，它们是：地球对它的竖直向下的重力  $P = 10$  千克；小孩竖直向上提它的力  $T = 7$  千克；地面对它的竖直向上的弹力  $Q = 3$  千克（因为物体对地面的竖直向下的压力  $F = 3$  千克）。

上述例题属于物理问题中的说理题一类。对说理题通常采用如上的叙述法来解答。用叙述法解题，必须根据题目所给的条件，联系学过的物理知识，作出周密的思考和判断，从事物的现象深入到事物的本质，才能得出正确的结论。笔答时，要求文字简炼，说理清楚，用词确切，逻辑性强。

**【练习1—7】** 某人体重60千克，利用定滑轮匀速提起40千克的物体，当它竖直向下拉绳子时，对地面的压力是多少千克？人受几个力的作用？各是多大？画出人的受力图。（20千克）

**【例1—6】** 地面上迭放着甲乙两个物体（图1—8a），它们的重量分别是  $W_1$  和  $W_2$ ，分析两物体各受到几个力的作用？

**【解】** 分析甲、乙物体受力的情况如下：甲物体受到地球的吸引力  $W_1$ ，甲物体对乙物体的压力  $W_1'$ （ $W_1'$  作用在乙物体上，由于  $W_1' = W_1$ ，我们在图1—8c中以  $W_1'$  表示它），乙物体对甲物体的弹力  $Q_1$ （ $Q_1$  与  $W_1'$  是一对作用力和反作用力，大小相等、方向相反）。乙物体受到地球的吸引力  $W_2$ ，乙物体以  $W_2 + W_1'$ （即  $W_2 + W_1$ ）的力压地面，所以地面将产生一个竖直向上的弹力  $Q_2$  作用在乙物体上，显然  $Q_2 = W_2 + W_1$ 。总之，对甲物体来说，它同时受到两个力的作用：一个是竖直向下的重力  $W_1$ ，一个是乙物体对它的竖直向上的弹力  $Q_1$ ，且  $Q_1 = W_1$ （见图1—8b）。乙物体同时受到三个力的作用：竖直向

下的重力 $W_2$ 、竖直向下的甲物体对它的压力 $W_1'$ （在题示情况下， $W_1' = W_1$ ）、竖直向上的地面对它的弹力 $Q_2$ ，且 $Q_2 = W_2 + W_1$ （见图1—8c）。

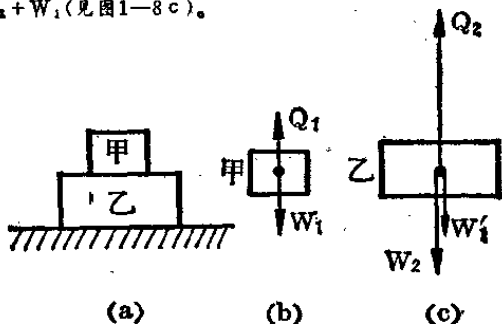


图1—8

（可能出现的错误）①由 $Q_1 = W_1$ 且方向相反的关系，认为 $Q_1 = W_1$ 是一对作用力和反作用力。事实上 $Q_1$ 和 $W_1$ 应当是一对平衡力。 $Q_1$ 与甲物体对乙物体上的压力 $W_1'$ 才是一对作用力和反作用力， $W_1$ 的反作用力是作用在地球上的。②分析乙物体受力时，只提到乙物体受的重力 $W_2$ 和地面对乙物体的弹力 $Q_2$ ，丢掉了甲物体对乙物体的压力 $W_1'$ 。

**【练习1—8】** 有两块红砖，各重3千克，迭放在地面上。试分析上面一块砖受到几个力？各有多大？方向如何？下面一块砖呢？

**【例1—7】** 桌子上放着物体B，物体B上放着物体A。物体A、B的重量分别是 $P_B$ 、 $P_A$ ，桌子的重量是 $P$ ，桌子放在地面

上。分析物体A、物体B、桌子受力的情况。

【解】 物体A受力的情况如图1—9b所示：地球对物体A的吸引力 $P_A$ ，方向竖直向下。由于物体A以 $P_A$ 大小的力压在物体B上，所以物体B对物体A有一个反作用力——竖直向上的弹力 $Q_A$ ，物体A受到 $P_A$ 和 $Q_A$ 这两个力的作用，当它静止时 $P_A = Q_A$ 。

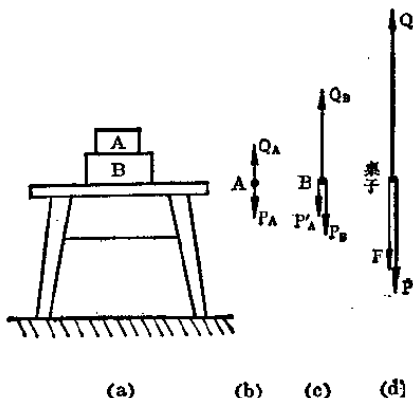


图 1—9

物体B受力情况如图1—9c所示：地球对它的吸引力 $P_B$ ，A物体对它的压力 $P_A'$ ，方向向下；由于物体B以力 $F$ 压桌面 ( $F = P_B + P_A' = P_B + P_A$ )，所以桌面对物体B有一个反作用力——竖直向上的弹力 $Q_B$ 。当物体B静止时，作用在物体B上的这三个力之间存在关系： $Q_B = P_B + P_A' = P_B + P_A$ 。

桌子受力的情况：桌子受到地球的吸引力 $P$ ，来自物体B的压力 $F = P_A + P_B$ ，方向竖直向下；由于桌子压地面，所以地

面对桌子有一坚直向上的反作用力 $Q$ 。在桌子静止时，作用在桌子上的这三个力间存在关系： $Q = P + F$ ，即 $Q = P + P_A + P_B$ 。

在力学问题中经常涉及到的力，除去上述的重力和弹力外，还有摩擦力。

**摩擦力：**当两个相互接触的物体有相对运动（或相对运动趋势）时，在它们的接触面上，会产生一个阻碍相对运动的力，这种力叫做摩擦力。根据实际情况，摩擦可以分为滑动摩擦、滚动摩擦和静摩擦。

**滑动摩擦力**——一物体在另一物体表面滑动时所受到的摩擦力。滑动摩擦力 $f = \mu N$ ，式中 $\mu$ 叫做滑动摩擦系数，它取决于接触两物体的材料、接触面粗糙程度等因素； $N$ 表示正压力，即作用在支承面上与面垂直的力。滑动摩擦力的方向与支承面平行。

**滚动摩擦**——一物体在另一物体表面滚动时，所产生的摩擦。

**静摩擦力**——接触的两物体在外加推力（或拉力）的作用下，存在相对运动的趋势，这时，在他们的接触面上产生的一种阻碍相对运动趋势的摩擦力，叫做静摩擦力。静摩擦力的方向一定与接触面平行。静摩擦力随外界推力（或拉力）的增加而增加，当外界推力增大到一定数值，物体将动而未动时，静摩擦力达到最大值。所以静摩擦力的最大值，等于使物体开始运动所需要的最小推力。由给定的静摩擦系数 $\mu_0$ 只能悉知静摩擦力的最大值 $f_{0\max}$ ，即 $f_{0\max} = \mu_0 N$ ，静摩擦力 $f_0$ 的取值范围是 $0 \leq f_0 \leq f_{0\max}$ 。 $f_0$ 究竟多大？须由具体条件决定。当物体被推动