

ZEN
YANG

怎样分析和解答

中学物理问题

FEN

王沛清

XI

HE

JIE

DA

ZHONG

XUE

WU

LI

湖南人民出版社

WEN

TI

77669

怎样分析和解答 中学物理问题

王沛清

湖南人民出版社

怎样分析和解答
中学物理问题

王沛清

*

湖南人民出版社出版
湖南省新华书店发行
湖南省新华印刷一厂印刷

*

1978年4月第1版第1次印刷
统一书号: 7109·1102 定价: 0.69元

前 言

在中学物理课的学习中，要能牢固地掌握基础知识，并灵活运用这些知识来实际问题，加强练习是重要的一环。练习不够，学到的知识不能巩固，更谈不上灵活运用。所以，提高分析和解答物理问题的能力是一项十分重要的工作。本书参照一九七七年十月教育部发布的中学物理教学大纲，按力学、分子物理学、热学、电学、光学、原子物理学的顺序，搜集了有分析价值的物理问题六百七十七道。通过对其中一百八十七道题的解答，告诉读者正确地分析和解答物理问题的方法：在解题中如何运用所学的基础知识；怎样作出合理的示意图帮助思考；怎样正确分析题意和条件；如何寻求所求量和已知量的关系，并运用数学知识进行计算；怎样统一各量的单位；应该防止哪些可能出现的错误等等。希望能帮助高中毕业学生和缺乏经验的新教师熟悉各种解题的方法和特点，提高分析和解答中学物理问题的能力。每道例题之后，列举了一些类似的练习题，供读者复习。

在编写过程中，虽然力求深入浅出，通俗易懂，循序渐进，便于自学。但由于作者马列主义、毛泽东思想水平不高，业务知识有限，书中错误和不足之处一定很多，希望读者批评指正。

作 者

一九七八年二月

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)
第五节 曲线运动.....	(116)
第六节 物体的平衡.....	(136)
第七节 动量和动量守恒.....	(151)
第八节 机械能 功能关系.....	(161)
第九节 流体力学.....	(191)
第十节 机械振动和机械波.....	(201)
第二章 怎样解中学分子物理学和热学问题	(211)
第一节 气态方程.....	(211)
第二节 热平衡方程式.....	(226)
第三节 热和功.....	(242)
第三章 怎样解中学电学问题	(251)
第一节 电场.....	(251)

第二节	部分电路欧姆定律·····	(270)
第三节	全电路欧姆定律·····	(295)
第四节	电功与电动率的计算·····	(310)
第五节	磁场 电磁感应·····	(319)
第六节	交流电 交流电路·····	(338)
第四章	怎样解中学光学和原子核物理问题 ·····	(359)
第一节	光的反射和折射·····	(359)
第二节	透镜成象·····	(372)
第三节	核反应方程式·····	(387)

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、解答方法，分十部分向大家介绍。其中第四节牛顿第二定律、第七节机械能 功能关系是核心。第九节流体力学(主要指流体动力学)、第十节机械振动和机械波在近年来的中学教材中是没有涉及的，由于一九七七年教育部发布的物理教学大纲作了要求，特编入这部分内容，供读者参考。

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，往往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公斤重的物体，一个孩子把物体竖直向上提，但他用的力只有7公斤。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。很多同学对这类问题常常感到茫然。这些同学由于缺乏分析物体受力情况的能力，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° 角的 2 公斤的斜向下的推力，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

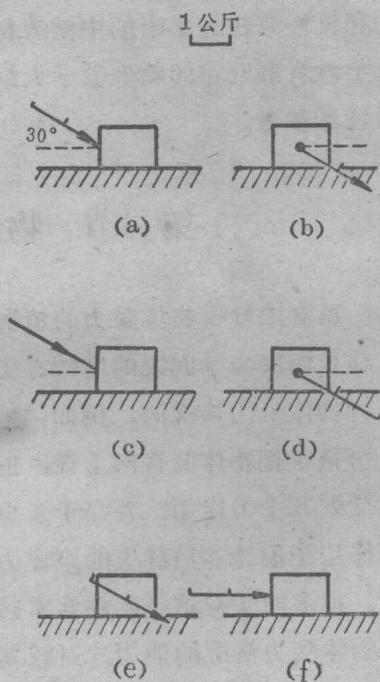


图 1—1

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 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公斤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 P 或 W 表示，以公斤（或吨、克）为单位。

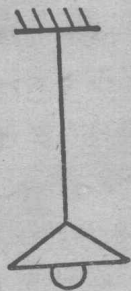


图 1—2

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。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。

【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。

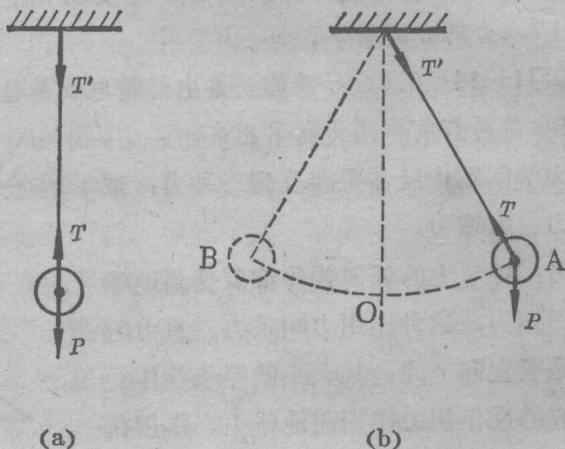


图 1—3

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克的力拉着，你认为谁对呢？

（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。在跨过定滑轮的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、

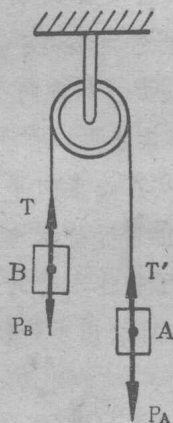


图1—4

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？

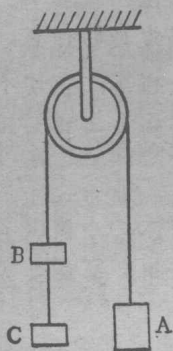


图 1—5

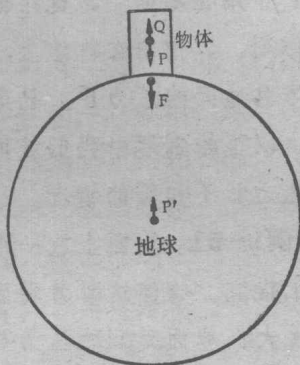


图 1—6

【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公斤的物体, 小孩以7公斤的力向上提它。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地球对物体的吸引力, 即重力 $P = 10$ 公斤, 方向竖直向下。②小孩提物体的力 T , $T = 7$ 公斤, 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 公斤 -7 公斤 $=3$ 公斤, 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

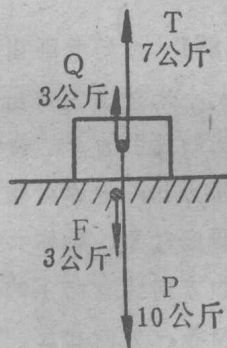


图1—7

析得出物体以 3 公斤的力 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 公斤的弹力 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吸引力（重力） $P = 10$ 公斤；小孩竖直向上提它的力 $T = 7$ 公斤；地面对它的竖直向上的弹力 $Q = 3$ 公斤（因为物体对地面的竖直向下的压力 $F = 3$ 公斤）。

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 公斤，利用定滑轮匀速提起 40 公斤的物体，当它竖直向下拉绳子时，对地面的压力是多少公斤？人受几个力的作用？各是多大？画出人的受力图。

【例1—6】 地面上迭放着甲乙两个物体（图 1—8 a）。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—8 C 中仍以 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)。

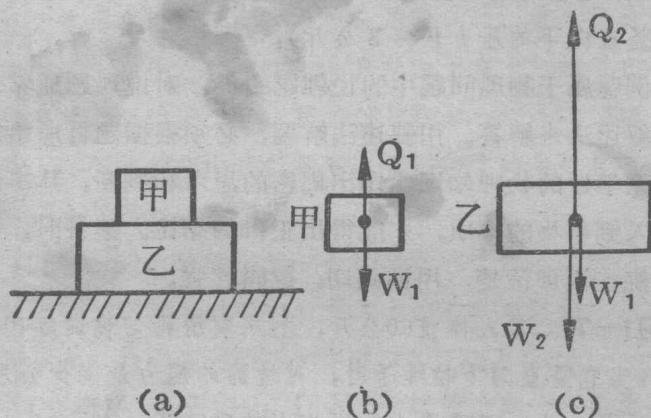


图 1—8

(容易发生的错误)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公斤,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 $P_A = Q_A$ 。

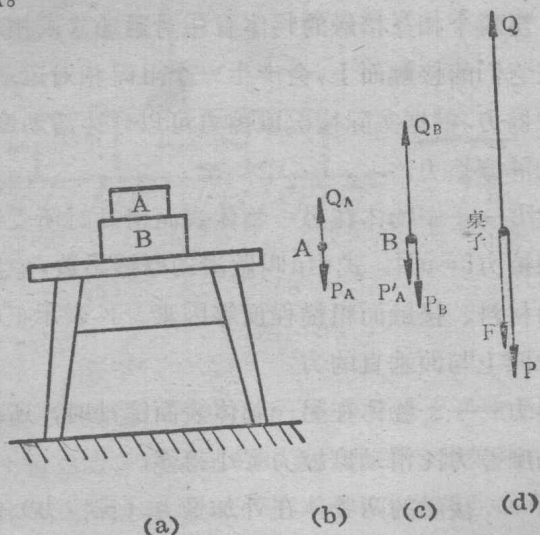


图 1—9

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