

● 北京师范大学出版社

成人高考 复习指导

物理

- 针对性
- 实用性
- 少而精

教考生掌握复习要领 助考生应试一臂之力

成人高考复习指导

物 理

陈培林 职伯敏 等编
孙宏业 彭梦华

北京师范大学出版社

成人高考复习指导

物 理

陈培林 职伯敏 等编
孙宏业 彭梦华

北京师范大学出版社出版发行
全国新华书店经销
北京朝阳展望印刷厂印刷

开本: 787×1092 1/16 印张: 15.375 字数: 363 千

1991年8月第1版

1991年8月第1次印刷

印数: 1—24 000

ISBN7-303-01248-6/G·742

定价: 4.60 元

出版说明

发展教育事业,提高全民族的素质,是我国社会主义现代化建设的根本大计。我国社会主义现代化事业,需要大批专门人才。而全国各类成人高等教育,是培养国家所需的专门人才的一条重要的途径。

十年来,我国各类成人高等教育发展很快,共为国家培养了374万专门人才。现在参加成人高考的人数不断增加,1991年达到140万人。为了帮助成人高考的考生搞好复习,做好应试前的准备,以利于国家选拔人才,我们编辑出版《成人高考复习指导》丛书。它包括政治、语文、历史、地理、英语、数学、物理、化学。这一套书是根据国家教育委员会审定的《全国各类成人高等学校招生复习考试大纲》的要求编写的。同时还编辑出版了《全国各类成人高等学校招生考试考生答题情况分析·1991·》和《成人高考问答》。

这十种书是专为成人高考的考生编写的。作为编辑出版这套书的指导思想,我们着重考虑下列几点。(1)组织对于指导成人高考复习具有丰富经验的人员参加编写。他们既掌握国家教委对成人高考复习考试的要求,又掌握成人学习的特点、规律。(2)在编写中尽力体现两年来对成人高考要求的新精神、新信息,同时,在严格遵循复习考试大纲的要求以及考虑读者对象的前提下,努力编出新意。(3)针对性、实用性、少而精贯穿于编写的全过程,它是这一套书的一大特色。在编写中,既充分考虑到成人的学习特点,又认真分析了复习考试大纲对成人高考的要求;既教考生如何抓住基本知识和重点、难点进行复习,又教考生如何掌握复习方法和答题方法。书末附有三套模拟试题和1990年、1991年成人高考试题。以及各章练习题,模拟题,试题的答案。总之我们希望这套书能够成为成人高考的理想复习资料。同时恳请广大读者,批评指正。

《成人高考复习指导》物理册全书共十六章,每章都包含考试大纲要求,复习指导,练习题三部分。“复习指导”下设内容要点,复习方法,例题分析等。物理册的编者有陈培林、职伯敏、孙宏业、彭梦华等。最后由北师大物理系阎金铎教授进行系统整理、修改定稿。

“有志者事竟成”,成人高考的考生朋友,祝您成功!

目 录

谈谈如何复习物理	(1)
第一章 力 物体的平衡	(8)
第二章 物体的运动	(23)
第三章 牛顿运动定律	(35)
第四章 功和能	(46)
第五章 冲量和动量	(60)
第六章 振动和波	(71)
第七章 热学	(80)
第八章 静电场	(91)
第九章 直流电	(110)
第十章 磁场	(131)
第十一章 电磁感应	(142)
第十二章 交流电	(157)
第十三章 几何光学	(167)
第十四章 光的本性	(184)
第十五章 原子物理	(190)
第十六章 物理实验	(197)
模拟试题(一)	(210)
模拟试题(二)	(214)
模拟试题(三)	(218)
附 I 练习题答案	(222)
附 II 模拟试题答案	(227)
附 III 1990年全国成人高等学校招生统一考试题目和答案	(228)
附 IV 1991年全国成人高等学校招生统一考试题目和答案	(234)

谈谈如何复习物理

北京师范大学 阎金铎

复习物理,不能单纯地背定义、记公式和做习题,要狠抓基本概念、基本规律的理解和运用知识的基本思路和方法.通过复习,使我们既掌握基础知识,又提高分析问题和解决问题的能力.下面谈谈如何复习物理的几个问题.

一、要掌握基础知识的系统轮廓

通过复习,应把平时学到的知识,分清主次,突出重点,使单个的、片断的知识系统化.这样,才能够做到统观全局,心中有数.

例如,力学是研究物体机械运动的规律及其应用的科学.机械运动有平动和转动两种基本类型.物体在做平动时,其各个质点的运动状况都相同,所以可用任意一个质点的运动状况来代表;物体绕一个固定转轴的转动叫定轴转动.在中学物理范畴内,主要学习的是物体的平动.平动的基本内容可概述如下:

1. 如何描述运动

物体的运动是绝对的,描述运动是相对的.为了描述运动,必须选定一个认为是不动的物体作为参照物,在一般情况下,都是以地球为参照物.有了参照物,虽然可以描述物体是静止的还是运动的,但它还不能把物体的确切位置表示出来,为了定量地描写物体在空间中的位置,还需要在参照物上建立一个坐标系.

描写一个物体运动,需要知道物体在某一时刻在什么位置,经过一段时间物体的位置变动的大小和方向,变动的快慢,等等.位置、位移、速度、加速度这几个概念,就是分别从不同角度描写物体运动的物理量.

描写运动规律的关键,是描写物体的位置如何随时间变化,如果用数学语言来表示直线运动,就是位置 x 为时间 t 的函数.为了使用方便,直线运动规律可用速度公式和位移公式来表示

2 维持运动状态靠惯性.

物体都具有保持原有运动状态的特性——惯性.

质量大的物体惯性大,质量小的物体惯性小.质量是物体惯性大小的量度.

3. 改变运动状态需要力.

力是物体间的相互作用,这种相互作用反映为受力物体同时也是施力物体,施力物体同时也是受力物体,因此力总是成对出现的(作用力和反作用力),其大小相等,方向相反,分别作用在两个物体上.

物体受到力的作用就改变自己的运动状态,表现为速度的变化,即有加速度产生.

4. 受力物体所遵循的规律.

(1) 力的瞬时作用规律——牛顿第二定律.

物体什么时刻受力,什么时刻就产生加速度;什么时刻不受力,什么时刻就没有加速度;各个时刻都受力,各个时刻都产生加速度,其规律为

$$a = \frac{\Sigma F}{m}.$$

通常写成

$$\Sigma F = ma.$$

或写成分量形式

$$\Sigma F_x = ma_x; \Sigma F_y = ma_y.$$

当 $\Sigma F = 0$ 时,由于 $m \neq 0$ 时,所以有 $a = 0$, 即当物体所受合外力为零时,物体保持其静止状态,或保持匀速直线运动状态.

(2) 力对时间的积累作用规律——动量定理.

描写力对时间积累作用的物理量叫做冲量.物体所受合外力的冲量在数值上等于物体动量的增量,即

$$\Sigma F \cdot t = mv - mv_0$$

叫做动量定理.

当物体所受的合外力为零时,即 $\Sigma F = 0$, 物体的总动量保持不变,即动量守恒.

(3) 力对空间的积累作用规律——动能定理.

描写力对空间积累作用的物理量叫做功.

外力对物体所做功的总和在数值上等于物体动能的增量,即

$$\Sigma F \cdot s = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$$

叫做动能定理.

由于重力(万有引力)做功与路径无关,只决定于起始高度 h_0 和终止高度 h , 即

$$F_{\text{重力}} \cdot s = mgh_0 - mgh$$

所以,动能定理可以改写为

$$\begin{aligned} \Sigma F \cdot s &= \left(\frac{1}{2}mv^2 + mgh \right) - \left(\frac{1}{2}mv_0^2 + mgh_0 \right) \\ &= E - E_0, \end{aligned}$$

(除重力做功外)

即除重力以外的力对物体做功的总和在数值上等于物体机械能的增量,叫做功能原理.

当只有重力做功,其它力都不做功,或其它力所做功的总和等于零时,机械能守恒.

以上内容概括了中学物理课程中力学的基本内容;几个基本概念和基本规律.至于研究曲线运动、机械振动和机械波的问题,都是这些概念和规律在新的运动形式上的应用.

可见,掌握了基础知识的系统轮廓,就能使片断的知识系统化,能够就全面地理解各部分内容之间的联系,突出重点,便于对基本内容的深入理解、掌握和运用.

二、要深入理解重要的概念和规律

在观察、实验的基础上,深入理解基本概念和规律,是学习物理的根本问题.能够熟练地

运用它们, 是以深入理解它们为基础的.

深入理解的要求是: 明确基本概念和规律的确切含义, 以及物理规律的适用条件, 即首先要明确它是干什么用的, 如何定义的, 它的含义是什么, 它的适用范围或条件是什么; 再要对它的各种表达形式(文字表述和数学表述)有清楚的认识; 最后还要认识它与其它相关知识的区别和联系, 以及运用它们说明、解释一些问题.

例如, 动量这一概念. 如果只是能背出它是质量 m 和速度 v 的乘积, 即 mv , 显然是不够的.

实际上, 动量这一概念, 同样是从大量实践事实抽象、概括出来的. 就拿日常生活中的例子来看, 每个人都有这样的体验: 在树下抬头看到一片树叶落下, 将会碰到头顶, 你会满不在乎地敢于当之; 看到一石块向你飞来, 会望而生畏地急忙躲开. 你想过没有, 为什么你会有这两种不同的心理活动呢? 原来, 树叶的质量小, 速度也不大, 而石块的质量大些, 速度也比较大, 就是说, 这是由于物体的运动量不同而造成的. 许许多多的事实表明, 在打击、碰撞, 以及反碰撞这类问题中, 有必要描写物体运动量的大小和方向. 因此, 在物理学中, 动量就是用来描写物体运动量大小和方向的, 也就是描写物体运动状态的一个物理量, 其大小为 mv , 方向为速度的方向, 即 mv , 单位为千克·米/秒. 在此基础上, 进一步明确它遵循什么规律, 如前面所述的动量定理, 动量守恒, 以及它们的适用条件. 最后再通过练习, 进一步地巩固、理解和熟练运用.

譬如, 人造地球卫星绕地球运行. 试问卫星的动量守恒吗? 回答这个问题, 不要从表面现象看, 要从概念、规律本身去分析. 取卫星为研究对象, 卫星只受地球对它的吸引力. 由于卫星所受的合外力不等于零, 所以动量不守恒.

值得指出的是, 分析或判断问题时, 不能想当然, 必须要有依据, 这个依据就是基本概念、基本规律.

例如, 参阅图 1. 一根粗细不均匀的木杆, 重心在 O 点. 在 O 点支住木杆, 木杆恰好平衡. 如果在 O 点处锯开, 这两截木杆的重量相等吗?

乍一想, 两截木杆应当相等. 实际上, 木杆平衡是以 O 点为转轴的力矩平衡. 由于力臂不等, 所以两截木杆所受的重力不相等.

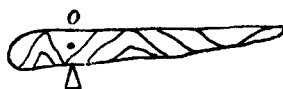


图 1

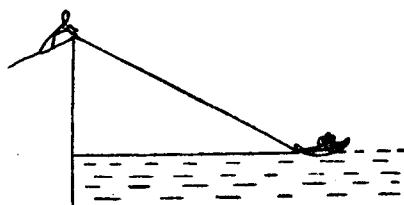


图 2

又如, 湖中有一小船, 站在岸上高处的人用绳子拉船靠岸, 如图 2 所示. 如果收绳的速度的大小为 v , 那么, 小船水平靠岸的速度的大小是大于 v , 等于 v , 还是小于 v ?

很多人认为小船水平靠岸的速度是人收绳速度的水平分量, 从而得知小船水平靠岸速度的大小小于 v . 实际上, 这个结论是错误的, 错在没有分析实际的具体过程, 没有从速度的概念含义出发, 而去生搬硬套地利用速度分解公式.

判断两个物体运动速度的大小, 可以从速度的概念出发, 比一比它们在相同的时间内谁移动的距离大, 大者快, 小者慢. 请参阅图3, 在很短的时间内, 绳子缩短了 Δl , 而小船在这个时间内水平移动了距离 Δs , 显然 $\Delta s > \Delta l$, 从而 $v_{\text{靠岸}} > v_{\text{收绳}}$. 可见, 正确的答案是小船水平靠岸的速度大于人收绳的速度.

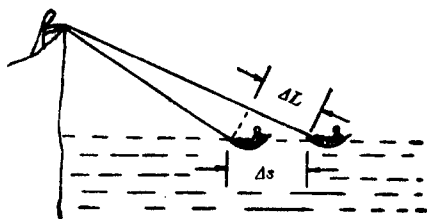


图 3

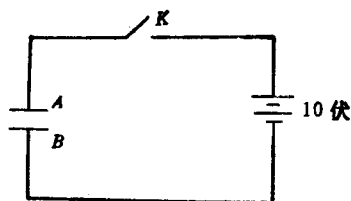


图 4

再如, 一平行金属板电容器, A 、 B 两极板距离为 $d = 2$ 毫米, 电源电动势 $\mathcal{E} = 10$ 伏, 连接成如图4所示的电路. 首先合上电键 K , 把电容器两个金属板间的距离缩短为1毫米; 再打开电键 K , 把电容器两个金属板间的距离恢复到2毫米. 问: 这时两板间的电势差等于多少伏特?

有的人会认为, 最后又回到开始的情况, 当然两板间的电势差为零; 有的人会认为, 电源电动势为10伏, 所以, 最后两板间的电势差为10伏; 还有的人认为, 两板间的电势差在0和10这个范围内, 即

$$0 \leq U \leq 10.$$

实际上, 以上三种答案都是不正确的.

正确的判断应注意物理过程, 根据基本概念和规律来分析:

- (1) 合上电键 K , 这是电源给电容器充电过程, 使电容器带电为 Q , 两板间电势差为10伏.
- (2) 把两板间距离缩小一半, 使电容器的电容量增大一倍, 根据 $C = \frac{Q}{U}$ 得知, 这时电容器容电本领增大了, 电源继续给电容器充电, 使电容器带电为 $2Q$, 而两板间的电势差仍为10伏.
- (3) 打开电键 K , 这是断绝电容器与电源的联系, 使电容器的电量保持恒定不变.
- (4) 把两板间距离恢复原状, 使电容器的电容量减小一半, 根据 $C = \frac{Q}{U}$, Q 一定, C 小了一半, 则 U 必然增大1倍, 从而得知, 两板间的电势差为20伏.

这才是正确的解答.

从以上几个例子可以看出: 必须对基本概念和基本规律给以较好的理解, 要养成从基本概念、规律出发来分析问题的良好习惯.

三、要掌握解决问题的基本方法

解任何一个练习题, 绝不能想当然地找几个数字代到公式里去. 其基本的思路是: 首先必须明确问题的物理过程及其特点, 再根据基本概念、规律本身的内容着手, 逐步进行分析.

研究, 总结出解决问题的基本方法.

1. 明确所研究问题的整个物理过程, 这是分析的前提, 只有搞清了物理过程, 才能根据问题的要求和计算方便, 正确、巧妙地确定研究对象.

2. 分析研究对象的状态及状态的变化特点, 选用所遵循的规律.

3. 列出方程, 求解, 必要时进行讨论.

例1 半径为 $R = 2.7$ 米的球, 固定在地面上. 一个小物体 m 从球顶无摩擦地滑下, 如图 5 所示. 试求物体在离开地面多高的地方离开球面?

根据题意, 物体在离开球面之前, 做圆运动; 离开后做斜下抛运动. 物体在离开球面的地方, 是圆运动的最后, 又是斜下抛运动的开始, 从而可知, 这个地方的特点是: 物体与球面之间的作用力等于零.

取物体为研究对象.

在做圆运动过程中, 物体共受两个力: 一个竖直向下的重力, 一个是球面法线方向上球面给物体的支持力. 由于除重力外, 支持力在圆运动过程中不做功, 所以满足机械能守恒条件, 则得

$$mg(R-h) = \frac{1}{2}mv^2$$

式中 v 是物体在离开球面的地方的速度.

在离开球面的地方, 物体只受竖直向下的重力作用. 重力在法线方向上的分力, 起着使物体做圆运动所必需的向心力的作用, 即

$$mg\cos\theta = m\frac{v^2}{R}.$$

由以上两式可解得

$$h = \frac{2}{3}R.$$

因此, 物体离开球面时离地面的高度为

$$H = R + h = \frac{5}{3}R.$$

将 $R = 2.7$ 米代入上式, 得知

$$H = 4.5 \text{ 米}.$$

例2 参阅图6所示的电路, 电源的内阻不计, 试求 U_{CD} 的数值.

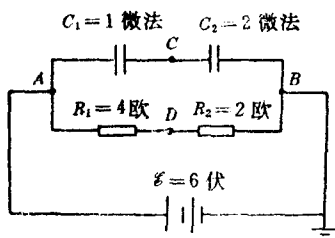


图 6

从图6可知, C 、 D 之间不是通路, 因此, 不能直接根据欧姆定律求出 C 、 D 两点的电势差. 可分别求出 C 点和 D 点的电势, 才可知 U_{CD} 的数值.

1. 求 D 点的电势.

首先取 $ADBA$ 闭合电路为研究对象. 根据欧姆定律得

$$I = \frac{E}{R_1 + R_2} = \frac{6}{4 + 2} \text{ 安} = 1 \text{ 安}.$$

再取一段电路DB为研究对象, 根据欧姆定律得

$$\begin{aligned} U_{DB} &= IR_2 \\ &= 2 \text{伏}. \end{aligned}$$

由于B点接地, $U_B = 0$, 所以D点的电势为

$$U_D = 2 \text{伏}.$$

2. 求C点的电势.

取电路ACB为研究对象, 这是电容 C_1 和 C_2 的串联电路, 其特点是:

(1) 各电容器上的电量相等,

$$Q = C_1 U_{AC} = C_2 U_{CB},$$

即

$$U_{AC} = 2U_{CB}. \quad (1)$$

(2) 总电压等于分电压之和, 即

$$U_{AC} + U_{CB} = 6. \quad (2)$$

由(1)和(2)式解得

$$U_{CB} = 2 \text{伏},$$

即

$$U_C = 2 \text{伏}.$$

从而得知

$$U_{OD} = U_C - U_D = 0.$$

例3 带电小球“悬浮”在平板电容器两板间, 距低电势板0.8厘米, 两板间的电势差为300伏, 如图7所示. 如果两板间的电势差减小为60伏, 那么, 带电小球将向下运动, 试求带电小球到达低电势板上需多长时间 t ?

取带电小球为研究对象. 它共受两个力: 竖直向下的重力 mg 和竖直向上的电场力 $qE = q \frac{U}{d}$ (式中 d 是两板间的距离).

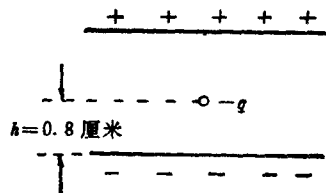


图 7

当 $U = U_1 = 300$ 伏时, 带电小球平衡不动, 从而得知它所受的合力等于零, 即

$$mg = q \frac{U_1}{d}. \quad (1)$$

当 $U = U_2 = 60$ 伏时, 带电小球做匀加速直线运动, 根据牛顿第二定律得

$$mg - q \frac{U_2}{d} = ma. \quad (2)$$

根据初速度为零的匀加速直线运动的路程公式, 得

$$h = \frac{1}{2} at^2. \quad (3)$$

由(1)、(2)、(3)式解得: 带电小球到达低电势板所需的时间为

$$t = \sqrt{\frac{2hd}{(U_1 - U_2)g}}.$$

将已知数据代入上式，得

$$t = 4.5 \times 10^{-2} \text{秒}.$$

通过以上各例可见，只要掌握解决问题的基本思路和方法，根据基本概念和基本规律去分析问题，一般就能得到解决。

我们在做物理练习题时，一定要注意做练习题的目的。要知道，每个练习题都有一定的目的。因此，我们要求每做一个题，都要认真分析，认真总结：这个题目有利于巩固和加深理解哪些基本概念和基本规律？通过这个题目的练习，使我们提高了哪些基本方法和技能？只有这样，才能牢固地掌握基础知识和提高分析问题和解决问题的能力。

总之，复习物理，要扎扎实实，要在基础知识、基本方法上狠下功夫，并立足于提高能力。只有这样，才能达到复习物理的目的。

第一章 力 物体的平衡

考试大纲要求

1. 理解力的概念, 力的三要素和力的图示法.
2. 理解重力的概念, 了解万有引力定律. 理解弹力的概念, 会用公式 $f = kx$ 进行计算. 了解静摩擦力、最大静摩擦力(不要求静摩擦系数)的概念, 理解滑动摩擦力的概念, 会用滑动摩擦力公式 $f = \mu N$ 进行计算.
3. 能分析物体受力情况, 会画物体受力图.
4. 理解力的平行四边形法则, 会用作图法进行力的合成和分解; 会用直角三角形的知识计算相互垂直的力的合成和将一个力在两个互相垂直的方向上进行分解.
5. 理解在共点力作用下物体的平衡条件, 并能用来解决静力学问题.
6. 理解力矩的概念. 理解有固定转动轴的物体的平衡条件, 并能用来解决静力学问题.

复习指导

1. 力的概念

力是物体对物体的作用. 一个物体受到力的作用, 一定有另一个物体对它施加这种作用. 力是不能离开施力和受力物体而独立存在的.

描述一个力, 应说明力的大小、力的方向、力的作用点, 称为力的三要素.

力的大小可用测力计来测量. 在国际单位制中, 力的单位是牛顿, 简称牛, 国际符号是N.

力可用一根带箭头的、按一定比例画出长短的线段来表示, 如图1-1所示. 线段的长短表示力的大小, 箭头的指向表示力的方向, 箭尾的点表示力的作用点. 这种表示力的方法叫做力的图示.

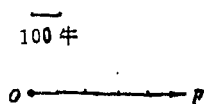


图 1-1

2. 力学中常见的三种力

力学中常见的力有三种: 重力、弹力、摩擦力.

(1) 重力 地面上的物体由于地球的吸引而受到的力, 叫做重力.

由于重力是物体与地球之间的万有引力产生的, 所以重力的大小随物体离地心的距离而变. 同一个物体, 在地面上或高山上, 所受的重力略有不同; 由于地球是椭圆形的, 地表面上不同纬度地方的物体, 距地心的距离是不同的, 从而物体所受的重力也有微小的差别. 一般情况下, 为了计算方便, 上述的差别可以忽略不计, 认为物体所受的重力是不变的, 以符号 G 表示, $G = mg$.

注意: 如果物体离地面很远, 例如人造地球卫星, 我们就不用重力这个名词, 而用万有

引力来表示地球对它的吸引力.万有引力的大小为

$$F = G \frac{mM}{r^2}$$

式中 m 是物体的质量, M 是地球的质量, r 是物体与地球(地心)之间的距离, $G = 6.67 \times 10^{-11}$ 牛·米²/千克²,叫做万有引力恒量。

(2) 弹力 两个物体相互接触,彼此发生相对形变时产生的力,叫做弹力.在弹性限度内,物体的弹力跟它的形变大小成正比.例如,使螺旋弹簧伸长(或缩短)时,在弹性限度内,弹簧的弹力 f 的大小跟它的伸长量(或缩短量) x 成正比,即

$$f = kx.$$

式中 k 叫做弹簧的倔强系数,它跟弹簧的材料、弹簧丝的粗细、弹簧每一圈的直径及圈数的多少有关.在国际单位制中, k 的单位是牛/米。

任何物体都能够发生形变.木块放在桌子上,与桌子相互接触,彼此都发生了微小的形变.木块力图恢复原来的形状,从而给桌子一个向下的力,施力的物体是木块,受力的物体是桌子,一般叫做木块给桌子的压力;同时,桌子也力图恢复原来的形状,给木块一个向上的力,施力的物体是桌子,受力的物体是木块,一般叫做桌子给木块的支持力.这两个力(压力、支持力)是一对弹力。

应当指出,一般最容易把物体对物体的压力跟重力混淆起来.例如,木箱放在地上,有的同志说:“压力就是重力,你看木箱放在地上,不正是由于它的自重才产生对地面的压力吗?”

的确,由于木箱有自重才对地面施加压力.但不能说压力就是重力.要知道,重力是地球对木箱的吸引力,受力物体是木箱,属于万有引力;压力是木箱对地面的作用力,受力物体是地面,属于弹力.因此,重力和压力的本质不同.由于在这个例子中,木箱所受的重力和木箱给地面的压力,大小相等,方向相同,所以容易混淆。

然而,不能由此得出这样的结论:“压力和重力虽然是本质上不同的两种力,但是在数值上是相等的.”注意:具体问题还要具体分析.例如,用手在墙上按一个图钉.手按图钉的压力是弹力,显然,这个压力的大小和方向,跟任何物体的重量都没有关系.所以,一个物体对另一个物体的压力,跟重力并没有必然的联系。

一般说来,只要两个物体相互接触,它们之间就有微小的形变,从而有相互作用的弹力.例如,在水平桌面上叠放着两个物体,如图1-2所示.在A和B之间、B和桌面之间,由于彼此相互接触而产生微小形变,所以都有弹力.物体A和桌面没有接触,所以它们之间没有弹力.再如,在水平桌面上并放着两个物体,如图1-3所示.A和B似乎是相互接触着的,但两者并没

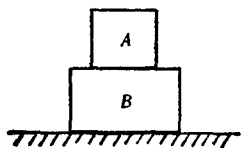


图 1-2

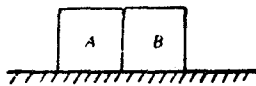


图 1-3

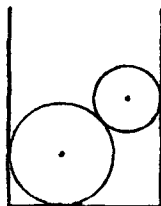


图 1-4

有相互挤压的趋势, 从而不发生形变, 因此它们之间没有弹力. 如果有一水平外力向左推物体B, 或向右推物体A, 则A和B真正接触, 并产生形变, 这时它们之间有弹力.

弹力的方向永远是跟两个物体相互接触点的切线方向相垂直. 例如, 一个桶里放两个球, 如图1-4所示. 球与器壁之间有弹力, 它们接触点的切面就是器壁, 所以弹力的方向垂直于器壁; 两个球之间也有弹力, 其方向则在两球的连心线上.

(3) 摩擦力 相互接触的两个物体, 有相对运动或相对运动趋势的时候, 在接触面上就出现阻碍运动或运动趋势的力, 叫做摩擦力.

① 滑动摩擦力.

一个物体相对另一个物体滑动时产生的摩擦力, 叫做滑动摩擦力. 自行车刹车过程中, 闸皮和车轮钢圈之间的摩擦力就是滑动摩擦力. 汽车紧急刹车时, 车轮已停止转动, 但由于惯性, 车仍向前冲, 这时, 轮胎和地面间也会产生滑动摩擦力, 这种摩擦力使轮胎的表面磨损脱落.

滑动摩擦力的方向总是跟物体运动的方向相反. 滑动摩擦力的大小等于

$$f = \mu N$$

式中 N 表示正压力, μ 为滑动摩擦系数, 它与相互接触物体的表面的性质有关.

② 静摩擦力.

在地面上推一只沉重的木箱, 用力小了根本推不动. 这表明地面对木箱必定作用着与推力方向相反的摩擦力. 相互接触的物体间, 有相对运动趋势但又没有发生滑动时出现的摩擦力, 叫做静摩擦力.

静摩擦力的大小是可变的. 用较小的水平外力推木箱, 木箱没动, 地面给木箱的静摩擦力与较小的外力相等; 用较大的水平外力推, 没有推动, 静摩擦力与较大的外力相等. 所以静摩擦力没有确定的大小, 为了阻碍相对运动的发生, 需要多大就多大. 不过, 静摩擦力并不能无限制地增加. 我们以更大的外力推木箱, 木箱终究会动起来. 这表明: 在从静到动的一刹那, 静摩擦力达到了最大值, 叫做最大静摩擦力.

注意 在一些较复杂的现象中, 有时不容易区分静摩擦力和滑动摩擦力, 给分析物体受力造成困难.

例如, 利用皮带运输机把煤装上汽车, 如图1-5所示. 为什么煤能随皮带一起向上运动呢? 显然是由于摩擦力的作用. 然而, 究竟是滑动摩擦力还是静摩擦力呢? 这时就容易误认为煤和皮带都在“动”, 所以是滑动摩擦力. 其实, 尽管煤和皮带都在动, 但它们之间并没有相对运动, 而只有煤相对于皮带有向下滑的趋势, 所以不是滑动摩擦力, 而是静摩擦力. 煤受到的静摩擦力的方向是沿皮带向上.

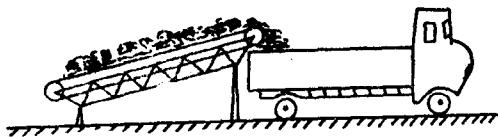


图 1-5

再如, 停在冰雪路上的汽车准备启动时, 尽管司机把油门加大, 发动机发出突突的巨响, 车轮飞速地旋转, 但是, 车仍停在原地不动. 设法在轮胎下面铺些细砂, 就能顺利地行驶了. 原来这是因为采取了防滑措施, 加大了摩擦力. 可见, 摩擦在汽车(其他车辆也一样)行驶中起着重要的作用. 地面给车轮的摩擦力是滑动摩擦力还是静摩擦力呢? 在车轮滚动时, 车轮与地

面的接触点是时刻在变化的.在每一时刻,车轮与地面的接触点,与地面没有相对滑动,所以,地面给车轮的摩擦力是静摩擦力.

一般所说汽车或火车的“牵引力”,实质上是当发动机工作带动车轮转动时,地面或铁轨给车轮的静摩擦力.

人走路之所以能前进,也是地面给人的静摩擦力的结果.

3. 如何分析物体受力情况

分析物体受力情况,就是分析某一个物体都受到周围其他物体哪些力的作用.

分析时,思想上必须明确力是物体对物体的作用,要充分认识:没有别的物体对它作用,就没有力.

分析物体受力的具体思路和方法是:

在明确了研究对象之后,首先分析重力(或地球对它的吸引力).在地球表面或附近的物体,必然受到重力,其方向竖直向下;在远离地面的物体,受到地心吸引力,其方向指向地心.其次分析弹力.一般说来,研究对象受几个弹力,就要看它与几个物体接触,弹力的方向垂直于接触点的切面.最后分析摩擦力.(这里顺便指出:如果研究对象是带电的或通有电流的物体,又在电场或磁场中,则还要分析电场力或磁场力.)

例1 起重机的绳索吊一重物 A 上升.试求物体 A 受几个力.

解 取物体 A 为研究对象.

首先分析重力.物体受一个竖直向下的重力 G ;

再分析弹力.物体 A 只与绳索接触,所以只受一个竖直向上的弹力,即绳索向上拉物体的力 T ;

最后分析摩擦力.因为物体 A 与绳索之间没有相对运动,也没有相对运动趋势,所以不受摩擦力的作用.

因此,物体一共受两个力:重力 G 和弹力 T ,如图1-6所示.

例2 用钢绳把物体沿斜面拉上某一高处,试分析物体受几个力.

解 取物体为研究对象.

物体受一个竖直向下的重力 G .



图 1-6

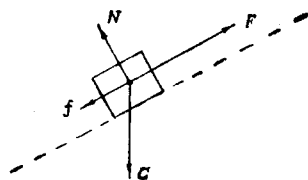


图 1-7

物体与两个物体接触(钢绳和斜面),所以有两个弹力:钢绳给物体沿斜面向上的拉力 F ;斜面给物体垂直于斜面向上的支持力 N .

物体相对于斜面是沿斜面向上运动,所以斜面给物体滑动摩擦力 f ,方向沿斜面向下.

因此,物体共受四个力:一个重力 G ;两个弹力 F 和 N ;一个滑动摩擦力 f ,如图1-7所示.

例3 一木板 AB 静止斜靠在墙上,如图1-8所示.设墙面是光滑的,木板的重心在 C 点.试分析木板受力情况.

解 取木板 AB 为研究对象.

木板受一个竖直向下的重力 G .

木板与两个物体(墙和地面)接触,受两个弹力:墙给木板水平向右的弹力 N_1 和地面给木板竖直向上的弹力 N_2 .

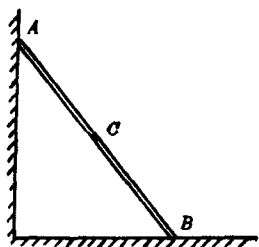


图 1-8

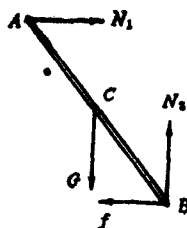


图 1-9

由于墙面是光滑的,墙与木板之间没有摩擦力.木板与地面接触,由于木板受到弹力 N_1 的作用使木板相对于地面有右滑动的趋势,从而地面给木板水平向左的静摩擦力 f .

因此,木板共受四个力:一个重力 G ;两个弹力 N_1 和 N_2 ;一个静摩擦力 f ,如图1-9所示.

例4 A 、 B 两物体叠放在水平桌面上,用水平向右的力 F 拉物体 B ,但未拉动,两物体仍静止在桌面上,如图1-10所示.试求 A 、 B 各受几个力作用.

解 分别取物体 A 和物体 B 为研究对象.

物体 A 和物体 B 分别受到竖直向下的重力 G_A 和 G_B .

物体 A 只与一个物体 B 接触,所以只受一个弹力,即物体 B 给物体 A 竖直向上的支持力 N_1 ;物体 B 与三个物体接触(物体 A 、桌面、施力 F 的物体),所以受三个弹力:物体 A 给的竖直向下的压力 N_1' ($N_1' = -N_1$)、桌面给的竖直向上的支持力 N_2 、拉力 F .

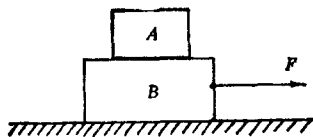


图 1-10

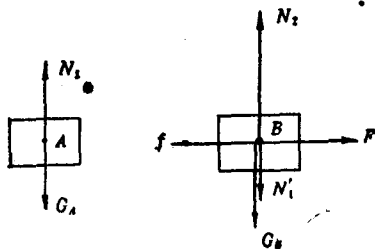


图 1-11

物体 A 相对于 B 没有运动趋势,所以物体 A 不受摩擦力作用.物体 B 相对于桌面有向右运动的趋势,受一个水平向左的静摩擦力 f .

因此,物体 A 共受两个力:一个重力 G_A 和一个弹力 N_1 .物体 B 共受五个力:一个重力 G_B ,三个弹力(N_1' 、 N_2 和 F),一个静摩擦力 f .如图1-11所示.

例5 人造地球卫星绕地球近似做圆运动.试分析人造地球卫星受几个力.