

《全国各类成人高考最后一轮总复习指定用书》

全国各类成人高等学校入学考试
(高中起点升本、专科)

最后冲刺

— 考试分析及全真模拟试题精解



物理

- ★ 严格按照考试大纲编写
- ★ 成人教育学院推荐使用
- ★ 教育部成人高考考试大纲部分编写审定专家和命题研究人员最后审定修改

北京教育出版社

北京东直门中学物理教研室主任 曾昭瑜 主编
人民教育出版社物理室编审 华 箭 审定

全国各类成人高考最后一轮总复习指定用书

全国各类成人高等学校入学考试

(高中起点升本、专科)

最后冲刺

物 理

◎主编 北京东直门中学物理特级教师 曾昭瑜
◎审定 人民教育出版社物理编审 华 箭

北京教育出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

全国各类成人高等学校入学考试最后冲刺·物理/曾昭瑜主编.

—北京: 北京教育出版社, 2000.1

ISBN 7—5303—2264—8

I. 全… II. 曾… III. 物理—成人教育: 高等教育—入学考试—自学参考资料
IV. G723.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 00474 号

《全国各类成人高等学校入学考试》
最后冲刺·物理

ZUIHOU CHONGCI·WULI

丛书主编 周韞玉 张瑞玲 王文琪
主 编 曾昭瑜 编 者 张汝石
审 定 华 箭

北京教育出版社出版

(北京北三环中路 6 号)

邮政编码: 100011

网 址: www.bph.com.cn

北京出版社出版集团总发行

新 华 书 店 经 销

北京印刷一厂印刷

787×1092 毫米 16 开本 19.5 印张 450 千字

2001 年 2 月第 1 版 2001 年 2 月第 1 次印刷

印数 1—20000

ISBN 7—5303—2264—8

G·2239 定价: 22.00 元

前 言

这套丛书给您足够的信心迎接成人高考的挑战！

本套丛书是与2000年6月教育部颁布的《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》配套使用的教材。

本丛书由教育部成人高考考试大纲编写审定专家和命题研究人员最后审定修改。

本套丛书有以下特点：

1. **不容置疑的权威性。**本套丛书的主编人员全部都是北京成人教育学院、各重点中学的特高级教师。他们将自己丰富的教学经验和知识全部奉献出来，为广大考生提供了这套最科学、最有效的高考辅导教材。教材的审定人员特邀了教育部考试中心成人考试中心成人高考考试大纲的编写审定专家和命题研究人员进行审阅，并提出修改意见。
2. **全面针对新的《考试大纲》。**本丛书是成人高考参考书中最新的版本。是在2000年6月教育部颁布了最新考试大纲后组织专家编写的，它以全新的内容、全新的要求忠实体现了新大纲的要求，没有任何陈旧的内容。
3. **最短的时间内使学生达到考试要求。**本套丛书内容紧扣考试大纲、融复习大纲与考试大纲于一体，突出重点、难点，围绕考试点指导考生全面复习。由成人高考命题专家和教材审定人员精心设计和选择了大量历届成人高考试题和模拟试题，并作详细解析，旨在巩固考生知识，培养、训练考生的应试能力。

本套丛书适用于报考各类成人高等学校（包括广播电视大学、职工高等学校、管理干部学院和教师进修学校、独立设置的函授学院、普通高等学校举办的干部专修科、师资科、脱产班、函授班、夜大等）的考生和各类成人高考辅导班作为教材。同时可供成人高考学员、教师和教研室人员学习与参考。

本套丛书包括：数学（理工农医类）、数学（文史财经类）、物理、化学、历史、地理、英语、政治、语文九个科目。这套丛书在内容上具有**大纲新、考点新、题型新**的“三新”优势。在编写上具有编写人员水平高、权威性强的特点。这是一套不可多得的高考复习指导书。

本丛书是考生进行最后一轮总复习，进行考前冲刺的最好的选择！

成人高考命题研究组

2001年1月

目 录

I 物理科成人高考专项模拟能力测试训练

第一章 力 物体的平衡	(1)
【新考试大纲要求】	(1)
【知识提要与典型例题分析】	(1)
【重点、难点点拨】	(10)
【高考专项模拟试题】	(12)
【试题答案及详解】	(16)
第二章 物体的运动	(23)
【新考试大纲要求】	(23)
【知识提要与典型例题分析】	(23)
【重点、难点点拨】	(36)
【高考专项模拟试题】	(37)
【试题答案及详解】	(41)
第三章 牛顿运动定律及应用	(49)
【新考试大纲要求】	(49)
【知识提要与典型例题分析】	(49)
【重点、难点点拨】	(59)
【高考专项模拟试题】	(63)
【试题答案及详解】	(66)
第四章 功和能	(72)
【新考试大纲要求】	(72)
【知识提要与典型例题分析】	(72)
【重点、难点点拨】	(79)
【高考专项模拟试题】	(80)
【试题答案及详解】	(83)
第五章 冲量和动量 动量守恒定律	(92)
【新考试大纲要求】	(92)
【知识提要与典型例题分析】	(92)
【重点、难点点拨】	(96)
【高考专项模拟试题】	(97)
【试题答案及详解】	(99)
第六章 振动和波	(104)
【新考试大纲要求】	(104)
【知识提要与典型例题分析】	(104)

【重点、难点点拨】	(110)
【高考专项模拟试题】	(110)
【试题答案及详解】	(114)
第七章 热学	(119)
【新考试大纲要求】	(119)
【知识提要与典型例题分析】	(119)
【重点、难点点拨】	(126)
【高考专项模拟试题】	(127)
【试题答案及详解】	(130)
第八章 静电场	(136)
【新考试大纲要求】	(136)
【知识提要与典型例题分析】	(136)
【重点、难点点拨】	(144)
【高考专项模拟试题】	(146)
【试题答案及详解】	(151)
第九章 恒定电流	(162)
【新考试大纲要求】	(162)
【知识提要与典型例题分析】	(162)
【重点、难点点拨】	(177)
【高考专项模拟试题】	(178)
【试题答案及详解】	(185)
第十章 磁场	(199)
【新考试大纲要求】	(199)
【知识提要与典型例题分析】	(199)
【重点、难点点拨】	(205)
【高考专项模拟试题】	(206)
【试题答案及详解】	(210)
第十一章 电磁感应 交变电流	(213)
【新考试大纲要求】	(213)
【知识提要与典型例题分析】	(213)
【重点、难点点拨】	(219)
【高考专项模拟试题】	(220)
【试题答案及详解】	(225)
第十二章 光学	(238)
【新考试大纲要求】	(238)
【知识提要与典型例题分析】	(238)
【重点、难点点拨】	(245)
【高考专项模拟试题】	(246)
【试题答案及详解】	(249)
第十三章 原子物理和原子核物理	(254)
【新考试大纲要求】	(254)

【知识提要与典型例题分析】	(254)
【重点、难点点拨】	(256)
【高考专项模拟试题】	(257)
【试题答案及详解】	(259)
第十四章 物理实验	(264)
【新考试大纲要求】	(264)
【知识提要与典型例题分析】	(264)
【基本量度仪器】	(265)
【物理实验】	(270)

II 物理科成人高考综合模拟能力测试训练

1999 年成人高等学校招生全国统一考试试卷 物理	(279)
1999 年成人高等学校招生全国统一考试物理试题参考答案及评分标准	(283)
2000 年成人高等学校招生全国统一考试试卷 物理	(286)
2000 年成人高等学校招生全国统一考试物理试题参考答案及评分标准	(290)
2001 年成人高等学校招生全国统一考试模拟试卷 物理(一)	(294)
2001 年成人高等学校招生全国统一考试模拟试卷 物理(一)参考答案	(297)
2001 年成人高等学校招生全国统一考试模拟试卷 物理(二)	(298)
2001 年成人高等学校招生全国统一考试模拟试卷 物理(二)参考答案	(302)

I 物理科成人高考专项模拟能力测试训练

第一章 力 物体的平衡

【新考试大纲要求】

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. 掌握滑动摩擦力和动摩擦系数,会用滑动摩擦力公式 $F_f = \mu F_N$ 进行计算,了解静摩擦力(不要求掌握静摩擦因数).
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. 掌握物体受力分析,会正确画出物体的受力图.
8. 了解力矩的概念以及有固定转动轴的物体的平衡条件.

【知识提要与典型例题分析】

1. 力的概念

①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.同时重物对人也施加了力.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力的三个要素是力的大小、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且按平行四边形法则合成的物理量叫做矢量.

③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 60N 的拉力;图 1-1(b)表示一个与水平方向成 30° 角、大小是 50N 的拉力.

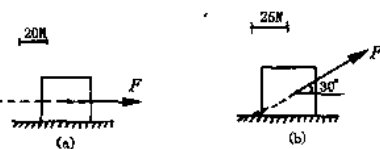


图 1-1

例 1. 关于力的说法正确的是().

- A. 力由施力物体产生,被受力物体接受 B. 力可以离开物体而独立存在
C. 有受力物体必有施力物体 D. 施力物体主动施力,受力物体被动受力

解:力是物体对物体的作用;物体间力的作用是相互的,不存在单纯施力或主动施力和单纯受力或被动受力的问题,力不能脱离物体而独立存在,其中的物体是指受力和施力物体.

答案:C.

例 2. 下列说法中,正确的是().

- A. 力的产生离不开施力物体,但可以没有受力物体
B. 没有施力物体和受力物体,力照样可以独立存在
C. 有的物体自己就有一个力,这个力不是另外的物体施加的

D. 力不能离开施力物体和受力物体而独立存在

答案:D(分析同例1)。

例3. 关于力的下述说法中错误的是()。

A. 力是物体对物体的作用

B. 只有直接接触的物体间才有力的作用

C. 由于有一定距离的磁铁间有相互作用力,可知力可以离开物体而独立存在

D. 力的大小可以用天平测量

解:不直接接触的物体也能发生力的作用,如重力场中的物体,不和地球接触能发生力的作用。电场中的带电体不直接接触,也能发生力的作用。力不能离开物体而独立存在,磁铁是通过磁场这种特殊物质而对其他磁铁发生力的作用的,没有磁铁不可能有力的作用,故力不能离开物体独立存在。天平是测量质量的。

答案:B、C、D。

例4. 如图1-2甲所示,物体A对物体B的压力是10N,试画出这个力的图,并说明施力物体和受力物体。

解:画力的图示,要严格按照以下步骤进行:①选定标度,此题选长的线段表示5N的力;②从作用点沿力的方向画一线段,线段长短根据选定的标度和力的大小画,线段上加刻度,如图1-2甲从O点(用O点代替B物体)竖直向下画一段2倍于标度(10mm)的线段;③在线段上加箭头表示力的方向。

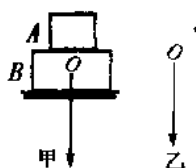


图1-2

为了简便,也可以照1-2乙那样,不画B物体,而用O点代替B物体,做出力F的图示。

力F的施力物体是A物体,受力物体是B物体。

2. 万有引力 重力 弹力 摩擦力

物体所受的力按其性质分,有以下几种:

①场力:如重力(万有引力)、电场力和磁场力等。

②弹力:如支持力、拉力、压力和弹簧的弹力等。

③摩擦力:如滑动摩擦力、静摩擦力等。

物体所受的力可以按力的性质分类,也可以按照力的作用效果进行分类。掌握物体所受的力,就要认识这些力的意义、产生条件和它的三要素。

重力是物体在地球表面附近所受到的地球对它的引力,它是地球对它的万有引力的一个分力。粗略计算时,可以认为,在地面附近,地球对它的万有引力就等于物体所受到的重力。重力大小 $G = mg$,重力的方向竖直向下,作用点是物体的重心,对于质量均匀分布的物体,它的重心是它的几何中心。

物体受到力的作用要发生形变,发生弹性形变的物体,由于要恢复形变会对跟它接触的物体产生力的作用,这种力就叫弹力。支持力、压力和拉力等都是弹力。

弹簧弹力的大小由胡克定律确定: $F = k\Delta l$, Δl 为弹簧的形变量(包括伸长和压缩)的大小。许多时候,物体发生的形变是十分微小的,不能根据变形的大小来计算弹力的大小,如绳的拉力和接触面间支持力或压力等,它们的大小需要由物体的受力情况和运动状态具体分析确定。

弹力的方向总是跟作用在物体上使物体发生形变的外力方向相反,如绳对物体的拉力的方向沿绳缩短的方向,压力和支持力的方向都在接触面的法线方向上。

两个相互接触的物体的接触面有相对运动或相对运动趋势时,在接触面上产生的阻碍相对运动的力,就是摩擦力。它包括滑动摩擦力和静摩擦力。摩擦力的方向总是沿着接触面的切线方向,分

别作用在两个相互接触的物体上,阻碍它们之间的相对运动.讨论摩擦力的方向时,要注意物体的运动和两个相接触的物体间的相对运动的区别.

当接触面间有相对运动时产生的是滑动摩擦力,滑动摩擦力的大小 $F = \mu F_N$ 只决定于压力和接触面的情况,而与接触面积的大小以及物体的运动情况无关.

当接触面间没有相对运动而有相对运动趋势时产生的是静摩擦力,静摩擦力的大小与物体的受力情况以及运动状态有关,物体受力及运动状态发生变化时,静摩擦力的大小甚至方向都可能发生变化,一直到两个物体之间有相对运动时为止,物体将要达到相对运动的临界状态时的静摩擦力为最大静摩擦力 f_m ,一般情况下的静摩擦力的大小有一个取值范围,

$$0 \leq f_i \leq f_m$$

某一状态下的静摩擦力 f_s 的大小和方向都要由物体的受力和运动状态的具体情况,具体分析确定.

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.

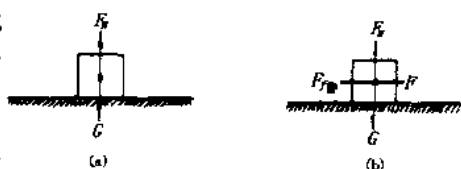


图 1-3

又如,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 $F_{f静} = 0$,如图 1-3(a);当物体受到水平拉力作用,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 $F_{f静}$ 的作用,由于物体静止,故 $F_{f静} = F$,它的方向与 F 相反(即与物体相对运动趋势的方向相反),如图 1-3(b).

再如,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, $F = \mu F_N$,如图 1-4(a);当桌面不光滑时,受到滑动摩擦力作用, $F = \mu F_N$,方向与物体相对于桌面运动的方向相反,如图 1-4(b).

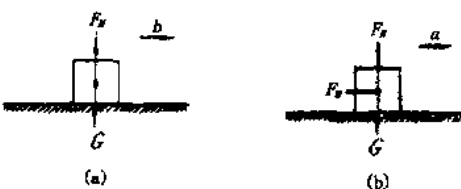


图 1-4

解力学问题时,判断摩擦是否存在、方向怎样,是很重要的.

例 5. 关于相互接触的两物体之间的弹力和摩擦力,叙述正确的是().

- A. 有摩擦力必有弹力
- B. 有弹力必有摩擦力
- C. 弹力是动力,摩擦力是阻力
- D. 弹力是阻力,摩擦力一定是动力

解:A 有摩擦力必定有压力,压力属于弹力,所以有摩擦力必有弹力. B 有弹力不一定有摩擦力,弹力和摩擦力无直接关系,如静止在水平面上的木块,有弹力(压力),但却没有摩擦力. 摩擦力有时也为动力,如自行车运动的过程中,后轮是主动轮,由于链条的传动,后轮与地面的接触地点相对于地面有向后运动的趋势,地面对后轮上触点施加向前的静摩擦力 f , f 的方向与自行车运动方向相同,这就是自行车在运动过程中所受牵引力,此时静摩擦力为动力. 滑动摩擦力的方向和物体相对运动方向相反,它总是阻碍物体间的相对运动,因此它有时是动力,有时是阻力. 弹力可以是动力,也可以是阻力.

答案:A.

例 6. 下列关于摩擦力的说法,正确的是().

A. 摩擦力的大小一定与正压力成正比

B. 摩擦力的方向一定与物体运动方向相反

C. 摩擦力一定是阻力

D. 运动的物体可能受到静摩擦力

解:要注意摩擦力包括滑动摩擦力和静摩擦力.其中滑动摩擦力和最大静摩擦力是和正压力成正比的,而静摩擦力与压力无关.摩擦力的方向是和物体相对运动或相对运动的趋势相反,而不一定和物体的运动方向相反.如上例中自行车后轮受的静摩擦是牵引力.

答案:D.

例 7. 重为 400N 的木箱放在水平地面上,木箱与地面间的最大静摩擦力是 120N,动摩擦系数是 0.25,如果分别用 70N 和 150N 的水平力推木箱,木箱受到的摩擦力分别是多少 N?

分析:计算摩擦力时应先判断出是静摩擦力还是滑动摩擦力.此题中要用水力推动木箱,推力必须大于或等于最大静摩擦力 120N.若用 70N 水平力推时,物体没有运动,此时静摩擦力大小可由二力平衡知大小为 70N,当用 150N 的水平力推时,物体发生相对运动,此时滑动摩擦力为: $f = \mu F_N$,根据竖直方向的力平衡得 $F_N = mg = 400\text{N}$,所以 $f = \mu F_N = 0.25 \times 400\text{N} = 100\text{N}$.

所以,计算摩擦力时要先判断是静摩擦力还是滑动摩擦力,若是静摩擦力,则不能用 $F = \mu F_N$ 计算.

解: $F_{\text{推}} = 70\text{N}$, $\therefore$ 木箱静止, $\therefore f_{\text{静}} = F_{\text{推}} = 70\text{N}$.

当 $F_{\text{推}} = 150\text{N}$, $\therefore$ 木箱运动, $F_N = mg = 400\text{N}$. $\therefore F = \mu F_N = 0.25 \times 400\text{N} = 100\text{N}$.

例 8. 下列有关重力的说法,正确的是().

A. 重力是物体的固有属性

B. 重力的方向总是垂直于支持面

C. 天平不是称量物体重力的仪器

D. 千克是重力的一种单位

解:重力是地球吸引产生不是物体固有属性,重力方向竖直向下,不垂直支持面(如斜面),天平是称质量的仪器,千克是质量单位.

答案:C.

例 9. 下列关于重心的说法,正确的是().

A. 重心就是物体上最重的一点

B. 形状规则的物体的重心必与其几何中心重合

C. 直铁丝被弯曲后,重心便不在中点,但一定还在该铁丝上

D. 重心是物体各部分所受重力的合力的作用点

解:重心是重力合力作用点而不是最重的点,形状规则但质量分布不均匀,重心不在几何中心,比如一个球,半个是铁的,另一半是木头的,重心就不在球心.铁丝弯曲后重心不一定在铁丝上.

答案:D.

例 10 如图 1-5 所示,小球与光滑斜面接触,弹簧处于竖直方向,则小球受到的作用力是:

A. 重力和弹簧的拉力

B. 重力、弹簧的弹力和斜面的

支持力

C. 重力和斜面的支持力

D. 重力、弹簧的拉力和对斜

面的压力

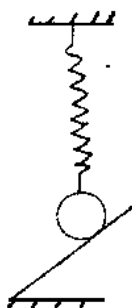


图 1-5

解:小球除了受重力作用之外,还可能跟弹簧及斜面有相互作用,它可能受到沿竖直方向的弹簧的拉力和垂直于斜面方向的斜面的支持力.由于小球处于平衡状态,它在竖直方向上重力与弹簧拉力平衡,它不会再有压向斜面的作用,因而没有由于斜面的形变而产生的斜面的支持力,只有选项 A 正确.

答案:A.

关于有无斜面的支持力也可用假设推理的方法进行判断,假设小球受有斜面的支持力,支持力的方向垂直于斜面斜向上,它将使小球在水平方向上的力不能平衡,这与题设条件不符合,故假设不能成立,斜面对小球的支持力只能是零.

3. 矢量和标量

物理学中有两类量:只有大小而没有方向的物理量叫标量,标量的运算按照一般的代数运算法则进行,如长度、质量、时间、功和能等;既有大小又有方向的物理量叫矢量,如力、速度、加速度、动量等.矢量的大小是它的绝对值,两个矢量相等必须是大小相等,方向相同.

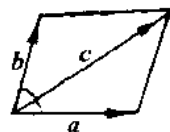
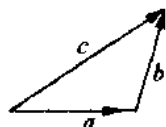


图 1-6

矢量的加减运算按照平行四边形法则进行,如图 1-6 所示,矢量 a 和 b 的合矢量 c ,它们之间的关系满足平行四边形法则,如果只画出平行四边形的一半,可得矢量的三角形,如图所示,又称三角形法则.合矢量 c 的大小和方向不仅与分矢量 a 和 b 的大小有关,还跟 a 、 b 之间的夹角有关,它们不是简单的代数相加,而是由平行四边形或三角形的边角关系,求得的几何相加.

例 11. 下列各物理量是标量的是().

- A. 位移 B. 速度 C. 路程 D. 动量

解:位移、速度、动量均有大小、有方向,按平行四边形定则合成是矢量,只有路程是标量.

答案:C.

4. 合力与分力 力的合成与分解

“合力”与“分力”是从力的作用效果等效来说的,合力可以代替几个分力的共同作用的效果,同样也可以用两个或几个分力来代替一个合力的作用.由分力求合力叫力的合成,由合力求分力叫力的分解.共点力的合成遵循平行四边形法则,通常力的合成与分解用图解法或解析法.

图解法是求共点力的合力的基本方法,根据平行四边形法则,做出的力的平行四边形(或三角形),运用解三角形的基本方法进行计算求解.求共点力的合力要注意分清合力和分力,解析法主要用解直角三角形法或代数法解决.

例 12. 两个小孩拉一辆车子,一个小孩用的力是 45N,另一个小孩用的力是 60N,这两个力的夹角是 90° ,求他们的合力.

分析:这是一个已知分力求合力的问题,可以用作图法求出,先选一个合适标度,并用一点 P 代表车子,作两个拉力 F_1 、 F_2 的图示(图 1-7).由于题目没有明确给出拉力的具体方向,所以可以选择我们便于作图的方向作 F_1 、 F_2 的图示,只要保持它们的夹角是 90° 就行了.然后以 F_1 、 F_2 为邻边作平行四边形,合力的大小可以由 F_1 、 F_2 之间的对角线的长度用选定的标度求出,合力的方向可以用合力与某一个拉力的夹角表示,夹角的大小可以用量角器量出.

解:首先,选 5mm 的线段表示 15N 的力.作 $F_1 = 45\text{N}$, $F_2 = 60\text{N}$ 的图示.根据平行四边形法则,作图求出表示合力 F 的对角线,如图 1-7 所示.量得表示 F 的对角线长 25mm,所以合力的大小 $F = 15\text{N} \times \frac{25\text{mm}}{5\text{mm}} = 75\text{N}$.

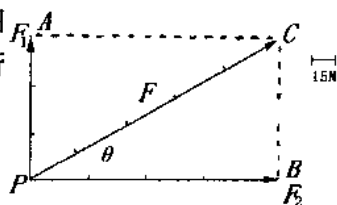


图 1-7

再用量角器量得合力 F 与 F_2 的夹角 θ 约为 37° .

上题中分力 F_1 与 F_2 的夹角是 90° ,所以 $PACB$ 是矩形, $\triangle PCB$ 是直角三角形,根据学过的几何知识可以知道 $BC = F_1$, $AC = F_2$, PC 是直角三角形的弦.因此在这种情况下,合力 F 可以根据直角三角形的知识算出: $F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2} = 75\text{N}$.

$$\operatorname{tg} \theta = F_1 / F_2 = 0.75, \quad \theta = 37^\circ.$$

例 13. 两个共点力的大小分别是 30N 和 50N, 则它们的合力().

A. 不可能是 30N

B. 不可能是 80N

C. 不可能是 20N

D. 30N、80N、20N 都可能

解析: 由平行四边形的几何性质知, 合力 F 与分力 F_1 、 F_2 之间有下列的关系:

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

代入 F_1 、 F_2 的数值得

$$20\text{N} \leq F \leq 80\text{N}.$$

因此, 合外力的数值为 20N、30N、80N 都可能, 故选 D.

答案: D.

讨论: 显然, 当 $F = 80\text{N}$ 时合力最大, 这时两个力沿同一直线且方向相同; 当 $F = 20\text{N}$ 时合力最小, 这时两个力沿同一直线但方向相反.

5. 物体受力分析, 画受力图

物体受力情况分析, 画受力图要正确进行物体受力分析. 解力学题, 一定要把物体的受力情况分析清楚, 如果分析不清楚, 就不能正确地解题. 正确地分析受力情况, 是解力学题的基础, 要十分重视.

分析物体的受力情况, 首先要明确被研究的对象, 也就是明确要分析哪个物体的受力情况, 这一点看起来很简单, 但初学者往往因研究对象不明确, 而不能正确地进行力的分析.

明确了研究对象之后, 分析周围有哪些物体对它施加力的作用, 各是什么性质的力, 力的大小和方向怎样, 并把它们一一画在受力图中的研究对象上, 在作这种分析时, 要把握住力是物体对物体的作用, 不能脱离开这一点, 无中生有, 任意添加多余的力, 另一方面, 也不要马虎从事, 随意丢掉任何一个力.

但是, 物体的受力情况往往很复杂, 往往需要略去某些次要因素, 以便使问题简化, 这跟随意丢掉某个力是性质不同的两回事, 例如: 由于自然界并没有真正的光滑平面, 所谓物体在光滑平面上运动时, 实际上是所受滑动摩擦力很小, 可以略去不计, 某个力如果比其他力小得多, 一般即可忽略, 根据问题的性质, 略去某些次要因素, 突出主要因素, 这是物理学中常用的方法, 我们应该逐渐熟悉这种方法.

分析物体受力情况时, 还要注意作用力和反作用力是分别作用在两个相互作用的物体上的, 要把它们跟作用在一个物体上的相互平衡的力区别清楚, 在分析作为研究对象的物体的受力情况时, 研究对象对周围物体的反作用力, 一般可不予考虑, 也不能画在受力图上; 如果因问题的需要而必须加以考虑, 应该明确那是作用在其他物体上的力, 不要错加在研究对象上.

力学中经常遇到的有重力、弹力、摩擦力, 我们要清楚地理解这三种力的特点, 这样才能正确地分析受力情况.

物体所受重力的大小是确定的, 它跟物体的质量有关: $G = mg$; 方向总是竖直向下的.

关于弹力, 除了弹簧的弹力, 在实际中经常遇到的是支持面的支持力和线(或绳)的拉力, 支持力的方向总是垂直于支持面并指向被支持的物体, 线(或绳)的拉力方向总是沿着线(或绳)而指向线(或绳)收缩的方向, 支持力和拉力的大小一般不能事先确定, 是待求的. 不能认为支持力和拉力的大小总等于重力的大小, 只有特殊情况下才是这样.

滑动摩擦力的方向跟物体相对运动的方向相反, 大小由公式 $F = \mu F_N$ 确定, 因此知道压力 F_N 和 μ 即可算出滑动摩擦力的大小, 压力 F_N 跟支持力是一对作用力和反作用力, 大小相等, 也不能认为压力的大小总等于物体受到的重力或等于重力在垂直于斜面方向的分力, 要具体分析, 静摩擦

力的方向跟物体相对运动趋势的方向相反.因此,涉及静摩擦力的问题,要学会判断物体相对运动趋势的方向,可以这样来判断:设想失去摩擦时物体向哪个方向运动,这个方向就是实际有摩擦时物体相对运动趋势的方向,静摩擦力的大小一般也不能事先确定,是待求的.要把物体实际所受的静摩擦力 f 跟最大静摩擦力 $f_{\max}$ 区别开;实际所受的静摩擦力 f 因情况而不同,可在一个范围内变动,这个范围是 $0 < f < f_{\max}$.

对物体进行受力分析就是要找出物体所受到的其他物体对它的力的作用,或者说是找出做为研究对象的物体所受的各个力,并分析它的三要素.物体的受力分析是解决力学问题的基础.

力是物体之间的相互作用,力的作用效果使物体发生形变或使物体产生加速度,因此分析物体受力的原则是:

(1)从物体的相互作用入手分析物体的受力,作用在研究对象(受力物体)上的力总有施力物体,分析研究对象的受力,就要从跟它发生作用的物体入手;

(2)从力的作用效果去考虑物体的受力情况,物体发生形变或运动状态的变化都是由于力的作用结果,因此可以从物体的形变或运动状态去考虑物体的受力情况,进而分析物体的受力.

分析物体受力要用隔离的方法,要明确研究对象,根据其他物体对它的作用,按照场力(重力、电场力、磁场力)、弹力和摩擦力的顺序分析物体的受力,正确画出研究对象的受力图.要注意力的作用是相互的,作用力和反作用力分别作用在两个物体上,不能在一个物体上同时出现作用力和反作用力.要分析作用在物体上的各个力的大小、方向和作用点,表示在受力图上.在受力图上要画出作用在物体上的所有力,不能遗漏一个力,也不能多出一个力.

例 14. 如图 1-8 所示,在粗糙的木板上放一个木块,抬起木板的一端使木板倾斜,如果木块相对于木板静止,则当板的倾角缓慢地增大时,木块与板之间的静摩擦力().



图 1-8

A. 增加

B. 减小

C. 不变,始终为零

D. 不变,始终不为零

解:静止在斜面上的木块处于平衡状态,木块受到三个作用力:重力 G ,木板的支持力 F_N ,静摩擦力 F_f ,如果静摩擦力 F_f 不存在,则木块在重力沿斜面方向的分力 $G\sin\theta$ 的作用下要沿斜面向下滑动,因此静摩擦力 F_f 的方向沿斜面向上,它的大小等于 $G\sin\theta$,可见,当 θ 增大时 F_f 增大,应选 A.

注意,在增大倾角 θ 时必须非常缓慢,这样才能近似认为静止在板上的木块处于平衡状态;否则,木块即使静止在木板上也不是平衡状态.

答案:A.

例 15. 当斜面的倾角为 α ,斜面上的物体恰好从斜面上匀速滑下,物体与斜面之间的动摩擦系数 μ 是

A. $\sin\alpha$

B. $\cos\alpha$

C. $\tan\alpha$

D. $\cot\alpha$

分析:物体在斜面上匀速下滑,处于平衡状态,物体受重力、斜面支持力和滑动摩擦力的作用,因为支持力与摩擦力是垂直的,所以取斜面方向和垂直斜面的方向为分解力的两个方向,写出平衡方程,解出摩擦力和支持力,据此求得动摩擦系数.

解:设物体所受的摩擦力为 F_f ,支持力为 F_N ,根据平衡条件,沿斜面方向有

$$G\sin\alpha - F_f = 0,$$

垂直于斜面方向有

$$F_N - G\cos\alpha = 0,$$

解得

$$F_f = G \sin \alpha, F_N = G \cos \alpha.$$

因此摩擦系数为

$$\mu = F_f / F_N = \tan \alpha.$$

答案:C.

6. 物体的平衡

物体如果处于静止或匀速直线运动状态,叫物体处于平衡状态.物体处于平衡状态时,它所受到的所有力的合力为零,这时物体的加速度为零.

7. 共点力的平衡

物体受到共点力的作用,处于平衡,这些力的合力为零.

求解共点力的平衡问题的一般步骤是:

①根据题目要求选择研究对象,对象的选取是为了解题方便,把已知量和未知量通过研究对象联系起来;

②对研究对象进行受力分析,画出受力图;

③根据平衡条件建立直角坐标系,列出方程

$$\sum F_x = 0,$$

$$\sum F_y = 0.$$

例 16 一个物体受到几个共点力的作用处于平衡,若将其中的一个大小等于 a 的力 F_1 ,保持其大小不变,而改变它的方向,则这个物体受到的合力的大小的范围是怎样的? 如果要使它受到的合力大小等于 $\sqrt{3}a$,则力 F_1 的方向如何转动?

解:物体受到几个共点力(包括 F_1)的作用处于平衡,可以看作为 F_1 和除 F_1 以外的其他几个力的合力 F 处于平衡,如果把其他几个力用它们的合力 F 代替,则可以看作物体只受到两个力 F_1 和 F 作用而处于平衡.

保持力 F_1 的大小 a 不变,改变它的方向,力 F_1 和 F 的合力 $F_{\text{合}}$ 的大小要发生变化,由力的三角形法则可知,合力 $F_{\text{合}}$ 的最大值为 $2a$ (当力 F_1 与 F 同方向时),最小值为 0 (当力 F_1 与 F 反向时),因此合力 $F_{\text{合}}$ 的取值范围是

$$2a \geq F_{\text{合}} > 0.$$

若物体受到的合力为 $\sqrt{3}a$,如图 1-9 所示,力 F_1 的方向应由原方向逆时针或顺时针旋转 120° 角.

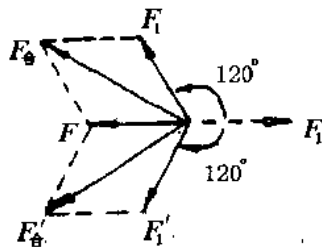


图 1-9

说明:

合力与分力是从力的作用效果等效来说的,运用等效替代的方法,如用合力替代几个分力的作用或用几个分力替代合力的作用处理问题有时比较方便.

例 17. 在图 1-10 所画出的三种情形中,上面两根细绳所受的拉力是

- A. (a) 最小 B. (b) 最小
C. (c) 最小 D. (a)、(b)、(c) 相同.

分析:把三根绳子的连接点 O 作为研究对象,它受到三个共同点的作用:下面一根绳子的拉力 F_T ,方向垂直向下;上面二根绳子的拉力 F'_T ,方向各沿绳子向上(图 1-11).

因为物体静止不动,所以由物体的平衡条件知 $F_T = G$,再对 O 点用平衡条件,就可以由 F_T ,求得 F'_T .

解:把三个共点力 F_T, F'_T, F'_T 分解为水平方向和竖直方向的分力,根据平衡条件在竖直方向

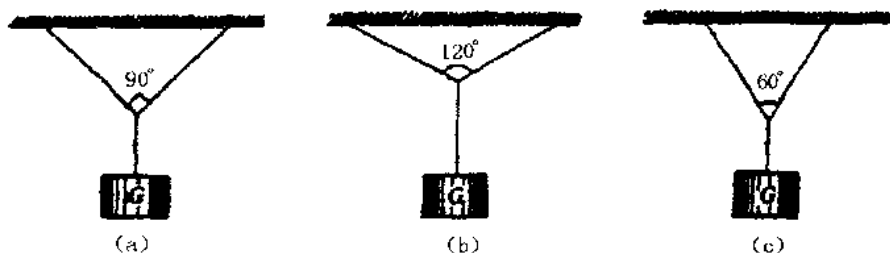


图 1-10

有

$$2F'_T \cos \alpha / 2 = F_T = G,$$

$$F'_T = G / 2 \cos \alpha / 2.$$

按题意, (a)、(b)、(c) 三种情形下, 分别为 90° 、 120° 、 60° , 显然 $\alpha = 60^\circ$ 时 F'_T 最小, 故选 C.

例 18. 如图 1-12 甲中, 电灯的重力 $G = 10\text{N}$, AO 绳与顶板间夹角为 45° . BO 绳水平, 则 AO 绳所受的拉力 $F_1 =$ _____; BO 绳所受的拉力 $F_2 =$ _____.

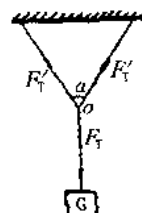


图 1-11

解: 先分析物理现象: 为什么绳 AO 、 BO 受到拉力呢? 原因是由于 OC 绳受到电灯的拉力才使 AO 、 BO 绳产生拉力, 因此 OC 绳的拉力产生了两个效果, 一是沿 AO 向下的拉紧 AO 的分力 F_1 ; 另一个是沿 BO 向左的拉紧 BO 绳的分力 F_2 . 画出平行四边形如图 1-12 乙所示, 因为 OC 拉力等于电灯重力, 因此由几何关系得:

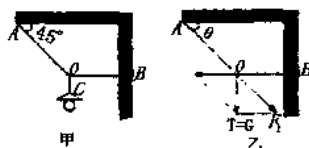


图 1-12

$$F_1 = G / \sin \theta = 10\text{N} / \frac{\sqrt{2}}{2} = 10\sqrt{2}\text{N},$$

$$F_2 = G \cdot \cot \theta = 10\text{N} \cdot 1 = 10\text{N}.$$

8. 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:

$$M = F \cdot L.$$

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 1-13 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

$$M_1 = F_1 \cdot L_1,$$

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

$$M_3 = F_3 \cdot L_3.$$

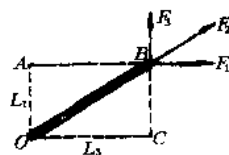


图 1-13

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有固定转动轮的物体的平衡

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:

$$M = M_1 + M_2 + M_3 + \cdots = 0$$

例 19. 如图 1-14 所示,用秤称物体,称得物体的重是 20N,平衡时 $OA:OB = 1:4$,则手的拉力 F 是

- A. 25N B. 40N C. 60N D. 100N

解:取 B 点为固定转动轴的位置.由力矩的平衡条件有

$$G \cdot AB = F \cdot OB,$$

由此解得

$$F = \frac{AB}{OB}G = 25N.$$

故选 A.

讨论:显然,秤杆有三个支点: A 、 O 、 B ,因此转动轴可以取在 A 、 O 、 B 中任意一点,但是,题中所求是 F ,因此把支点取在 B 点可以直接解得 F ,解题最方便.如果求 F_B ,则把支点取在 O 点较为方便,此时由平衡条件得

$$G \cdot OA = F_B \cdot OB,$$

于是解得

$$F_B = \frac{OA}{OB}G = 5N.$$

例 20. 如图 1-15 所示,把质量为 40kg 的木梯斜靠在光滑的墙壁上,木梯长 5m,下端离墙 3m,则墙壁对木梯的弹力的大小是 _____ N.

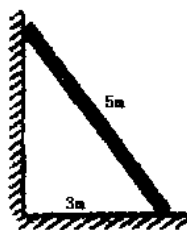


图 1-15

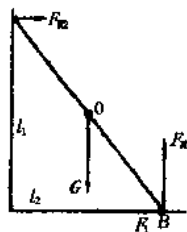


图 1-16

解:以木梯为研究对象,它受到四个作用力:重力 G ,方向竖直向下;地面的支持力 F_{N1} ;方向竖直向上,木梯与地面接触处的静摩擦力 F_f ,方向水平向左;墙壁对木梯的支持力 F_{N2} ,方向水平向右(见图 1-16).

因为题中只给出重力 G ,求 F_{N2} .所以必须以木梯与地面的接触点 B 为固定转动轴的位置, F_{N1} 、 F_f 对 B 的力矩为零.于是,根据力矩平衡条件有

$$F_{N2} \cdot l_1 = mgl_2,$$

由此解得

$$F_{N2} = \frac{l_2 mg}{2l_1} = 147N.$$

【重点、难点点拨】

(一)力和物体的受力分析

1. 理解重力、弹力、摩擦力的特性,是进行物体受力分析的基础.

(1)重力.地球上的一切物体都受到重力作用,因此,分析物体受力情况时通常应首先考虑重力,重力的方向总是竖直向下,即总是与水平面垂直,而与支持面或悬绳的方向无关.