

TARGET 目标 2002 成人高考系列

《全国各类成人高等学校招生复习考试大纲》配套教材

全国各类成人高等学校 招生考试专用教材

物 理

高中起点升本 / 专科

张启林 / 主编



中国人事出版社

全国各类成人高等学校招生考试专用教材
《全国各类成人高等学校招生复习考试大纲》配套教材

(高中起点升本、专科)

物 理

主编 张启林

中国人事出版社

图书在版编目(CIP)数据

物理/张启林主编. —北京:中国人事出版社,1997.8(2001.7重印)

全国各类成人高等学校招生考试专用教材

ISBN7—80139—093—8

I. 物… II. 张… III. 物理课—成人教育:高等教育—入学考试—教材 IV. G723.47

中国版本图书馆 CIP 数据核字(97)第 18394 号

中国人事出版社出版

(100101 北京朝阳区育慧里 5 号)

新华书店经销

北京新丰印刷厂印刷

*

2000 年 7 月第 2 版 2001 年 7 月第 4 次印刷

开本:787×1092 毫米 1/16 印张:17.125

字数:400 千字 印数:28001—38000 册

定价:19.80 元

版权所有,翻印必究。本书封面贴有防伪标签,无标签者不得销售

如发现印、装质量问题,影响阅读,请联系调换

2001 年重印说明

本套教材是《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)的配套用书,供参加 2002 年成人高考的考生使用。

本套教材自 1997 年首次出版以来,经过不断的修订完善,现已成为质量上乘的教学用书,深得全国广大师生的好评和认可。

在 2001 年 8 月重印之际,我们根据广大师生提出的建议和反映的情况,对本套教材的部分科目作了适当的修订,进一步提高了本套教材的整体质量。

修订后的教材仍然保持原有风格及特点:

1. 严格遵照教育部 2000 年颁布的《全国各类成人高等学校招生复习考试大纲》的基本精神和要求。既体现新大纲的要求,又兼顾学科的系统性和知识的连贯性。课文内容由浅入深,通俗易懂,利教易学。

2. 严格遵照新大纲的新的命题精神,精编各章练习,力求在知识范围、能力层次要求、题型结构等方面适应和满足新大纲的要求。

欢迎广大师生对本套教材存在的不足之处批评指正,使其在使用中不断提高和日臻完善。

全国成人高等学校招生考试专用教材编委会

2001 年 7 月

第 二 版 前 言

教育部于2000年修订并颁布了新的《全国各类成人高等学校招生复习考试大纲》，同原大纲相比，新的考试大纲无论从考试内容、考试范围，还是考试形式、考试题型、命题方向等方面都作了较大的修改和调整。

本套教材正是在这种背景下进行修改或重新编写的。

本套教材于1997年首次出版，由于其独具的特点和风格，立即获得了广泛的好评。其间，经过1998年、1999年的两次修订，已成为质量上乘、极具权威性的复习教材，成为各地教委、学校、辅导班、学员的首选学习教材。

本套教材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、教育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、函授部、夜大等）的考生和各类成人高考辅导班作为教材。同时可供成人高中学员、教师和教研室人员学习与参考。

· 本次修订，我们仍本着为考生负责的态度，坚持两个原则：一是主编和参订工作的编委、审定人员基本上为原班人马，皆系对2000年修订、颁布的新大纲的内容和要求了如指掌的成人教育界的专家、学者，以保证本套教材的权威性；二是严格遵循新大纲的要求，紧扣新大纲，以利于本套教材质量的进一步提高，在第一版的基础上，更上一层楼。

修订后的教材具有如下特点：

1. 严格遵照教育部2000年颁布的《全国各类成人高等学校招生复习考试大纲》的基本精神和要求，与其同步。既体现新大纲的要求，又兼顾学科的系统性和知识的连贯性。课文内容由浅入深，通俗易懂，利教易学。

2. 严格遵照新大纲的新的命题精神，精编各章练习，力求在知识范围、能力层次要求、题型结构等方面适应和满足新大纲的要求。

《物理》由张启林教授主编。本书的修订工作仍由张启林教授主持。

为了把本书编得更好，欢迎读者对本书存在的不足之处批评指正，待再版时进一步修订完善。

全国成人高等学校招生考试专用教材编委会

2000年7月

目 录

第一部分 力 学

第一章	力、物体的平衡	1
第二章	物体的运动	14
第三章	牛顿运动定律	31
第四章	功和能	47
第五章	冲量和动量	67
第六章	振动和波	83

第二部分 热 学

第一章	分子运动论	101
第二章	热和功	104
第三章	液体和固体的性质	110
第四章	理想气体状态方程	113

第三部分 电磁学

第一章	静电场	126
第二章	恒定电流	144
第三章	磁 场	165
第四章	电磁感应	180
第五章	交流电	193

第四部分 光 学

第一章	几何光学	207
第二章	光的本性	218

第五部分 原子物理

第一章	原子结构	226
第二章	原子核的转变与组成	229
第三章	核 能	233

第六部分 物理实验

第一章	误差和有效数字	235
第二章	必须掌握的基本仪器的使用	239
第三章	必须掌握的几个实验	246
综合测试题(一)		253
综合测试题(二)		261

第一部分 力 学

在物质的各种运动中,最简单、最基本的运动形式是机械运动,即一物体相对于另一其它物体位置的移动,研究机械运动规律的学科叫力学.

力学是物理学的重要组成部分之一,是整个物理学的基础,它又与其它自然科学有着密切的联系,因此认真学好力学是十分重要的.

第一章 力、物体的平衡

第一节 力

一、力的概念

1. 力是物体对物体的作用

马拉车,马对车施加了力,绳子吊起重物,绳子对重物施加了力,可见,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,谈到一个力时,一定有受力物体,也一定有施力物体,不存在只有受力物体没有施力物体的力,也不存在只有施力物体没有受力物体的力.

2. 力是矢量

在物理学中的物理量可分为两类,即标量和矢量,只有大小而没有方向的物理量叫标量,比如,质量、长度、时间、温度、能量等,即有大小又有方向的物理量叫矢量,比如,力、速度、加速度等.

力是有大小的,力的大小可以用弹簧秤(测力计)测量,在国际单位制中,力的单位是牛顿,简称为牛,国际符号是 N ,在日常生活和生产中常用的力的单位是千克力,牛顿和千克力的关系是:

$$1 \text{ 千克力} = 9.8 \text{ 牛顿}$$

力不仅有大小,而且有方向,力是矢量. 比如,树上的苹果受到的重力是向下的,空气里的气球受到的浮力是向上的. 马对车的拉力是向前的. 力的大小、方向和作用点,叫做力的三要素.

力可以用一根带箭头的线段来表示,线段的长度表示力的大小,箭头的指向表示力的方向,箭尾常常画在力的作用点上,这种表示力的方法,叫做力的图示.

二、力学中常见的三种力

各种力可以有两种不同的分类方法:一种是根据力的性质来分类的,比如:重力、弹力、摩

擦力、分子力、电磁力、核力等；另一种是根据力产生的效果来分类的，比如：拉力、压力、支持力、阻力、动力、向心力、回复力、浮力、引力、压力、表面张力等等。

从力的性质来看，力学中经常遇到的有重力，弹力和摩擦力。

1. 重力 万有引力

地球上的一切物体，都受到地球的吸引，由于地球的吸引而使物体受到的力叫**重力**。重力也常常叫重量，比如，一个物体受到的重力为 10 牛顿，我们就说这个物体的重量是 10 牛顿。

重力的大小等于挂在绳子上的静止物体拉紧悬绳的力，或等于放在水平支持物上的静止物体压在支持物上的力，重力的方向是竖直向下的，重力的作用点作用在物体的重心上。物体的重心可以在物体上，也可以在物体之外。

重力的大小与物体的质量成正比，在已知物体质量的情况下，重力大小可由关系式

$$G = mg$$

计算出来，式中 $g = 9.8 \text{ 牛/千克}$ ，表示质量是 1 千克的物体受到的重力是 9.8 牛。

重力是由万有引力引起的。

宇宙间的一切物体都是互相吸引的，两个物体间的引力大小，跟它们的质量乘积成正比，跟它们的距离的平方成反比。

如果用 m_1 和 m_2 表示两物体的质量，用 r 表示它们的距离，那么，万有引力可以用下面的公式来表示：

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

式中质量单位用千克，距离的单位用米，力的单位用牛顿， $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ 牛} \cdot \text{米}^2 / \text{千克}^2$ 叫做**万有引力恒量**，它在数值上等于两个质量都是 1 千克的物体相距 1 米时的相互作用力。万有引力定律中两个物体的距离，对于相距很远可以看作是质点的物体，就是指两个质点间的距离；对于均匀的球体，就是指两个球心间的距离。

地球对物体的引力，是万有引力的一种表现，如果用 M 表示地球的质量，用 R 表示地球的半径，用 m 表示物体的质量，物体在地球表面上受到的地球引力是：

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

物体的重量正是由这种引力产生的

2. 弹力

弹簧受力可以伸长或缩短，竹竿受力可以弯曲，象这样的物体在力的作用下发生的形状改变叫做**形变**。物体在力的作用下发生的形变，有明显的，能够直接看到，有的很不明显，不能直接看到。

发生形变的物体，由于要恢复原状，对与它接触的物体会产生力的作用，这种力叫**弹力**。

显然，弹力产生在直接接触而发生弹性形变的物体之间，比如，放在水平桌面的书，在重力作用下与桌面互相接触，使书和桌面同时发生微小形变。书由于发生微小形变，而对桌面产生垂直于桌面向下的弹力，这就是书对桌面的压力，桌面由于发生微小的形变，而对书产生垂直于书面向上的弹力，这就是桌面对书的支持力。

弹力的大小跟物体形变的大小有关系，形变越大，弹力也越大，弹簧在被拉长或缩短时产

生弹力的大小由胡克定律

$$f = kx$$

决定(在弹性限度以内).其中 k 为倔强系数, x 为相对形变量.

弹力方向与形变方向相反,其中压力和支持力的方向垂直于接触面或接触面的切面并指向受力物体;线、绳对物体的弹力方向沿线、绳指向线、绳收缩方向.弹力的作用点作用在接触点、面上.例如,墙和地面对木块的支持力的方向如图 1-1-1 所示;绳对物体的拉力的方向如图 1-1-2 所示.

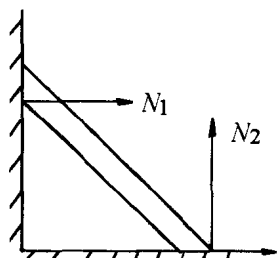
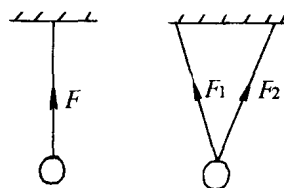


图 1-1-1



(a) (b)

图 1-1-2

3. 摩擦力

按其产生的条件不同,摩擦力可以分为静摩擦力和动摩擦力(又称滑动摩擦力)两种.

(1) 静摩擦力

静摩擦力产生的条件是:两个相互接触而保持相对静止的物体,当一个物体在另一个物体的表面上有相对运动的趋势时,要受到另一个物体对它的静摩擦力,静摩擦力的大小,与使受力物体产生相对运动趋势的、平行于接触面(或接触面切线方向)的引力的大小相等,静摩擦力的方向总跟接触面相切、并且跟物体相对运动趋势的方向相反,静摩擦力的增大有一个限度,静摩擦力的最大值叫做**最大静摩擦力**,最大静摩擦力等于使物体开始运动所需的最小推力.

静摩擦力是很常见的.比如,拿在手中的瓶子、毛笔不会滑落,就是静摩擦力作用的结果;再如,皮带运输机是靠货物和传送皮带之间的静摩擦力,把货物送往别处的.

(2) 滑动摩擦力

滑动摩擦力产生的条件是:一个物体在另一个物体表面上做相对滑动,要受到另一个物体阻碍它运动的滑动摩擦力.

大量的实验表明:两个物体间的滑动摩擦力的大小跟两个物体表面间的压力的大小 N 成正比,即

$$\frac{f}{N} = \mu \text{ 或 } f = \mu N$$

式中的 μ 称为动摩擦因数.它的数值既跟相互接触的两个物体的材料有关,又跟接触面的情况(如粗糙程度等)有关,在相同的压力下,动摩擦因数越大,滑动摩擦力就越大,动摩擦因数是两个力的比值,没有单位.

滑动摩擦力的方向总是跟接触面相切,并且跟物体相对运动的方向相反.

滑动摩擦力的作用点,都作用在接触点、面上.

【例题 1】 500 千克的木材放在冰面上,最初用 100 牛的力水平拉它,接着又增加到 150 牛、170 牛的力水平拉它,但都不能使木材滑动,一直增加到 200 牛的力后,木材才开始滑动,求上述情况下的静摩擦力? 若已知木材与冰面间的动摩擦因数为 $\mu = 0.035$,那么,滑动摩擦力为多大?

答:当木材受到 100 牛、150 牛、170 牛的力时,因木材未动,所以静摩擦力分别为 100 牛、150 牛、170 牛.

当木材受到 200 牛的力时,因木材恰好开始滑动,所以最大静摩擦力为 200 牛.

滑动摩擦力的大小为

$$\begin{aligned} f &= \mu N \\ &= 0.035 \times 500 \times 10 = 175(\text{牛}) \end{aligned}$$

【例题 2】 冬季常用马拉的雪橇运木材,如果冰面是水平的,雪橇和所装的木材的总质量是 5.0 吨,雪橇与冰面间的动摩擦因数是 0.027,马要在水平方向上用多大的力才能拉着雪橇在冰道上匀速前进?

分析:要使雪橇匀速前进,马的拉力应该跟滑动摩擦力大小相等,所以求出滑动摩擦力,就知道了马的拉力,滑动摩擦力可以用公式 $f = \mu N$ 求出,雪橇对水平冰面的压力 N 等于雪橇和所装木材受的重力 G ,可以根据它们的总质量 m 用公式 $G = mg$ 算出.

解: $\mu = 0.027$

$$\begin{aligned} N &= G = mg = 5.0 \times 10^3 \text{ 千克} \times 9.8 \text{ 牛/千克} \\ &= 4.9 \times 10^4 \text{ 牛} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f &= \mu N = 0.027 \times 4.9 \times 10^4 \text{ 牛} \\ &= 1.3 \times 10^3 \text{ 牛} \end{aligned}$$

所以,马要在水平方向上用 1.3×10^3 牛的拉力.

三、物体的受力分析

研究力学问题经常要分析物体的受力情况,分析物体受力情况对于解决力学问题十分重要

所谓物体受力情况分析,就是把所研究的物体从周围物体隔离出来,单独考虑它受到的别的物体的作用,而不需考虑它对别的物体的作用力,受力分析时应画好物体的受力图,把物体所受的各力的大小、方向和作用点标清楚.

在分析物体的受力情况时,一般顺序是:首先考虑重力,其次根据物体是否拉紧或压向别的物体,从而确定物体是否受到拉力、支持力、牵引力等弹力,最后根据物体是否运动(或有无运动趋势)来考虑是否受到摩擦力和空气阻力.

【例题】 用绳子拉着物体沿斜面向上运动,绳子与斜面平行,试分析物体的受力情况.

解:物体受到四个力的作用:重力 G ,支持力 N ,拉力 F ,滑动摩擦力 f ,其方向如图(1-1

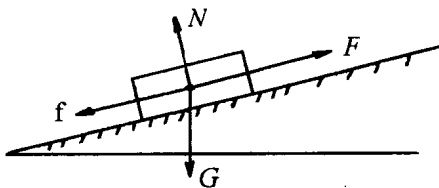


图 1-1-3

- 3)所示

分析物体受力情况时,千万不要马虎从事,随意丢掉任何一个力;也不要无中生有,脱离开力是物体对物体的作用,任意增加多余的力。

四、力的合成与分解

一件行李可以由几个人一起提,也可以由一个人来提.这说明一个力常常可以跟几个力共同作用达到相同的效果。

如果一个力作用在物体上,它产生的效果跟几个力共同作用的效果相同,这个力就叫做那几个力的合力,而那几个力就叫这个力的分力.求几个已知力的合力叫做力的合成,求一个已知力的分力叫做力的分解。

物体同时受几个力的作用,如果这几个力都作用在物体的同一点,或者它们的作用线相交于同一点,这几个力就叫做共点力。

求两个互成角度的共点力的合力,可以用表示这两个力的有向线段为邻边,作平行四边形,它的对角线就表示合力的大小及方向,这就是力的平行四边形法则。

用图 1-1-4 表示合力与分力的关系.根据余弦定理计算,可得合力大小为

$$F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1 \cdot F_2 \cos \theta}$$

合力的方向为

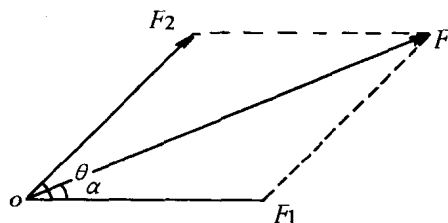


图 1-1-4

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{F_2 \sin \theta}{F_1 + F_2 \cos \theta}$$

合力的作用点在 F_1 和 F_2 的作用线的交点 O 上。

当分力 F_1 和 F_2 的大小一定时,合力 F 的大小与 θ 的关系,由合力公式可知:

当 $\theta = 0^\circ$ 时,即两个力作用在同一直线上,且两力方向相同,其合力 $F = F_1 + F_2$,此时为最大值;随着 θ 角的增大, F 不断减小;当 $\theta = 90^\circ$ 时,合力大小为

$$F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2}$$

合力方向为

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{F_2}{F_1}$$

当 $\theta = 180^\circ$ 时,合力 $F = F_1 - F_2$,因 F_1 与 F_2 方向相反,此时为最小值。

力的分解是力的合成的逆运算,同样遵守平行四边形法则,其作图法和计算方法皆与力的合成类同,特别值得注意的是,在运用平行四边形法则对已知力进行分解时,必须根据已知力的两种效果来分解,才能得出唯一解。

比如,放在斜面上的物体,它所受的重力产生两个效果,在平行斜面方向上产生使物体下

滑的效果,垂直于斜面方向上产生使物体压紧斜面的效果,如图 1-1-5 所示,重力 G 在这两个方向上的分力分别 $F_1 = G\sin\theta$, $F_2 = G\cos\theta$.

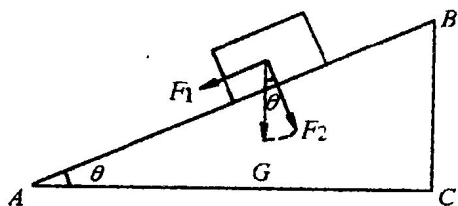


图 1-1-5

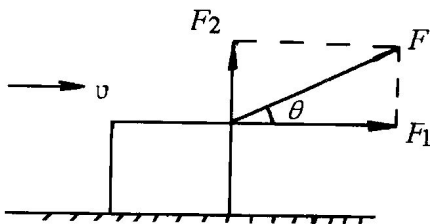


图 1-1-6

又如,如图 1-1-6 所示, F 力拉物体在水平上做直线运动, F 力产生两个效果,在水平方向上使物体受一个向右的力 F_1 的作用,在竖直向上方向上使物体对地面的压力减小,则 F_1 与 F_2 的大小分别为 $F_1 = F\cos\theta$, $F_2 = F\sin\theta$.

思考与练习

一、思考题

1. 请你画出下面几个力的图示,并说明施力物体和受力物体.

(1) 机车对列车水平方向的牵引力 1.5×10^5 牛.

(2) 悬绳对重物竖直向上的拉力 50 牛.

(3) 质量是 5 千克的物体受到的重力.

(4) 铁锤对钉子竖直向下的打击力 250 牛.

2. 请你画出下面几个力的图示:

(1) 重 5 牛的静止物体对竖直悬绳的拉力.

(2) 重 1 牛的茶杯对水平桌面的压力.

3. 放在水平桌面的书,对桌面的压力等于它受的重力.能不能说书对桌面的压力就是它受的重力?为什么?

4. 如图 1-1-7 所示,用两根绳子把一个物体挂在天花板上,这个物体受到几个力的作用?指出施力物体,并把力的方向表示出来.

5. 在水平桌面上的两个球,靠在一起但并不互相挤压,它们之间有相互作用的弹力吗?为什么?

6. 如果你用 20 牛的水平推力,使一块重 40 牛的砖在水平地面上的匀速滑动,你能求出砖和地面之间的动摩擦因数吗?

7. 两个共点力,大小都是 30 牛,夹角是 90° ,求这两个力的合力.

8. 大小相等的两个共点力,求它们的夹角分别为 0° , 30° , 60° , 90° , 120° , 150° , 180° 时的合力.比较求得的结果,能不能得出下面的结论:(1)合力总是大于分力;(2)夹角在 0° 到 180° 之间

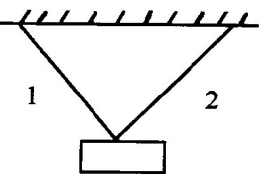


图 1-1-7

时, 夹角越大, 合力越小.

9. 一位同学分析放在斜面上的物体的受力情况时说: “放在斜面上的物体, 受到四个力的作用: 地球对它的重力, 斜面对它的支持力, 斜面对它的摩擦力和下滑力”. 你同意这种说法吗? 正确的说法应是什么?

二、选择题(每题只有一个答案是正确的)

1. 如图 1-1-8, 一木块放在水平桌面上, 在水平方向上共受到三个力即 F_1 、 F_2 和摩擦力作用, 木块处于静止状态, 其中 $F_1 = 10$ 牛, $F_2 = 2$ 牛. 若撤去力 F_1 , 保留 F_2 , 则木块在水平方向受到的合力为:

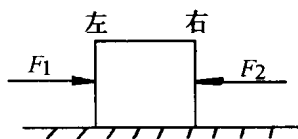


图 1-1-8

- A. 10 牛, 方向向左;
- B. 6 牛, 方向向右;
- C. 2 牛, 方向向左;
- D. 零.

答: []

2. 作用于同一点的两个力, 分别为 4 牛, 7 牛, 两力的方向可以改变, 它们的合力的最大值是:

- A. 4 牛 B. 7 牛 C. 12 牛 D. 11 牛

答: []

3. 对于放在水平地板上的桌子, 若要拉动它, 至少需要施加 150 牛的拉力, 现将这张桌子上放上质量为 20 千克的物体, 则以下叙述正确的是:

- A. 静摩擦力将增大; B. 静摩擦力将减小;
- C. 静摩擦力将变为 346 牛; D. 最大静摩擦将增大.

答: []

4. 把一个大小和方向均稳定的力, 分解为两个分力, 欲得到唯一的解必须知道:

- A. 其中一个分力的方向; B. 一个分力的大小和另一个分力的方向;
- C. 两个分力的方向; D. 其中一个分力的大小.

答: []

5. 一个物体沿斜面向下滑, 当斜面倾角增大时,

- A. 由于正压力不变, 摩擦因数增大, 所以摩擦力增大;
- B. 由于正压力不变, 摩擦因数变小, 所以摩擦力变小;
- C. 由于摩擦因数不变, 正压力变大, 所以摩擦力变大;
- D. 由于摩擦因数不变, 正压力变小, 所以摩擦力变小.

答: []

6. 如图 1-1-9 所示, 用力 F 把铁块紧压在墙上不动, 那么当 F 增大时, 铁块对墙压力 N 以及铁块受墙的摩擦力 f 的变化情况是:

- A. N 增大, f 增大; B. N 增大, f 不变;

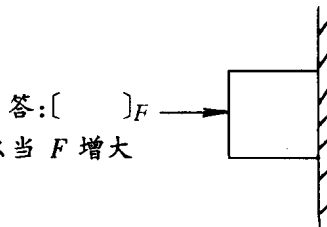


图 1-1-9

C. N 变小, f 不变;

D. 条件不足, 不能确定.

答: []

7. 如图 1-1-10 所示, 重量为 20 牛的物体, 在动摩擦因数为 $\mu = 0.1$ 的水平面上向左运动, 同时受到一个大小为 10 牛, 方向向右的水平力 F 的作用, 则物体所受摩擦力大小和方向分别是:

A. 2 牛, 水平向右;

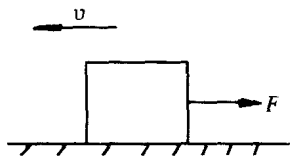
B. 8 牛, 水平向右;

C. 10 牛, 水平向左;

D. 2 牛, 水平向左.

答: []

图 1-1-10



三、填空题

1. 某物体重量为 200 牛, 受一倾角为 30° 的拉力的作用, 若拉力 $F = 100$ 牛, 则它受水平地面的支持力为 _____ 牛.

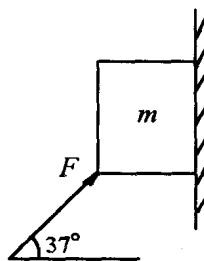
2. 用 40 牛的水平拉力, 使一块重 80 牛的砖在水平地面上匀速滑动, 则砖和地面之间的动摩擦因数为 _____, 若使两块同样的砖叠放在一起, 在水平地面上滑动, 所受的滑动摩擦力为 _____ 牛.

3. 如图 1-1-11 所示, 物体质量 $m = 2$ 千克, 物体与竖直墙面的动摩擦因数为 0.25, 要使物体沿竖直墙面匀速上升, 则推力 F 的大小应为 _____ 牛, 要使物体沿竖直墙面匀速下降, 则推力 F 的大小应为 _____ 牛.

4. 如图 1-1-12 所示, 质量 m 为 6 千克的物体, 放在水平面上, 今用 $F_1 = 20\sqrt{2}$ 牛, 方向与水平成 45° 角和 $F_2 = 40$ 牛, 方向与水平成 30° 角的两个力去提它, 但它静止不动, 说明物体除受重力 G 、 F_1 、 F_2 外, 受的其它力还有 _____, 其大小是 _____ ($g = 10$ 米/秒²)

5. 有大小分别为 4 牛、9 牛、11 牛的三个共点力, 它们彼此之间的夹角可以变化, 则它们的合力最大值是 _____ 牛, 最小值是 _____ 牛.

图 1-1-11



四、计算题

1. 木箱的重量是 100 牛, 装上市籍后的总重量是 300 牛, 放在水平地面上, 当用 60 牛的水平推力推木箱时, 木箱恰好匀速运动. 如果将箱内的书籍取走, 要使木箱做匀速运动, 需要的水平推力和木箱与地面的动摩擦因数分别是多少?

2. 如图 1-1-13, 重 20 牛的物体, 在水平力 F 的作用下静止在倾角为 30° 的光滑斜面上, 求: 水平力 F 和斜面对物体的支持力 N 分别是多大?

图 1-1-12

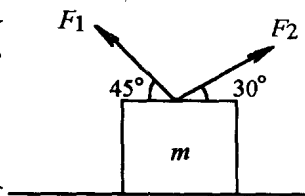
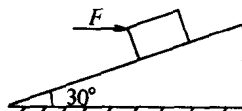


图 1-1-13



参考答案

一、思考题 (略)

二、选择题

1. D 2. D 3. D 4. C 5. D 6. B 7. C

三、填空题

1. 150 2. 0.5 80 3. 50 25 4. 支持力, 摩擦力; 20 牛, 14.6 牛 5. 24 2

四、计算题

1. 20 牛, 0.2 2. 11.5 牛, 23.1 牛

第二节 物体的平衡

一、共点力的平衡

我们经常可以看到, 一个物体在几个力的作用下, 保持静止或匀速直线运动. 比如, 房屋、桥梁等受到重力和地面支持力的作用, 处于静止状态, 飞行中的飞机同时受到牵引力、机翼的举力、重力、空气阻力, 做匀速直线运动. 我们把物体处于静止或匀速直线运动的状态叫做平衡状态, 要使物体保持平衡状态, 作用在物体上的力必须满足一定的条件, 这个条件叫做平衡条件.

用实验可以证明: 在共点力作用下的物体的平衡条件是合力等于零.

【例题】如图 1-1-14 所示, 重量为 100 牛的木块, 用细绳水平拉住, 静止在倾角为 $\alpha = 30^\circ$ 的光滑斜面上, 求细绳的拉力和斜面对木块的支持力

解: 取光滑斜面上的木块为研究对象, 它受到重力 G 、绳的拉力 T 和斜面支持力 N , 在这三个力作用下而处于平衡状态. 如图 1-1-15 所示, 选 T 的正方向为 x 轴正方向建立直角坐标系. 则:

$$N_x = N \sin \alpha$$

$$N_y = N \cos \alpha$$

由于水平方向合力为零: 即

$$T - N_x = 0$$

则

$$T - N \sin \alpha = 0 \quad \dots\dots\dots ①$$

由于竖直方向合力为零: 即

$$N_y - G = 0$$

则

$$N \cos \alpha - G = 0 \quad \dots\dots\dots ②$$

由②式解得

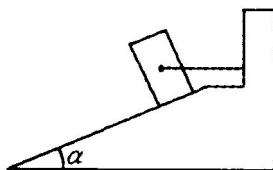


图 1-1-14

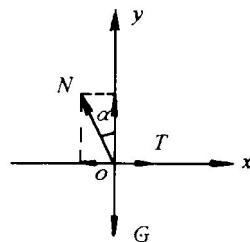


图 1-1-15

$$N = \frac{G}{\cos \alpha} = \frac{100}{\frac{\sqrt{3}}{2}} = 115.5 (\text{牛})$$

将 N 代入①式解得

$$T = N \sin \alpha = 115.5 \times 0.5 = 57.8 (\text{牛})$$

二、有固定转动轴的物体的平衡

1. 力矩

转动轴到力的作用线的距离叫做这个力的力臂. 力的大小与力臂的乘积叫做这个力对于该转轴的力矩. 在平面问题中, 力矩是代数量, 用 M 表示力矩, l 表示力臂, 则

$$M = Fl$$

力矩决定了力使物体绕轴转动的效果. 各个力矩的不同不仅在于它们的大小, 还在于它们使物体转动的方向. 一般规定: 使物体向顺时针方向转动的力矩为负力矩, 使物体向逆时针方向转动的力矩为正力矩. 在实际计算中, 可以按不同的转动方向, 自行决定正负, 其结果是一样的.

2. 绕固定轴转动的物体平衡的条件

物体保持静、或绕通过某固定轴作匀角速转动等状态, 就是有固定转动轴的物体的平衡状态, 同样这种平衡也是有条件的.

如果作用在该物体上的逆时针转向的力矩之和等于顺时针转向的力矩之和, 则此物体处于平衡状态. 这时作用在该物体上所有力的力矩之代数和为零, 即

$$\Sigma M = 0$$

这个式子又叫做力矩平衡方程式.

【例题】 均匀棒 AB 重 G , 棒可绕 A 端转动, B 端的悬挂物重 G_1 , 棒的 B 端还受一水平力 F 的作用, 如图 1-1-16 所示. 求: (1) 棒与竖直线的夹角 θ ; (2) 要使 $\theta = 60^\circ$, 水平力 F 应多大?

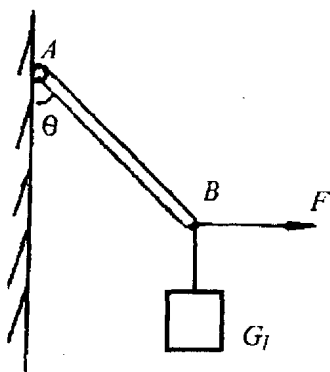


图 1-1-16

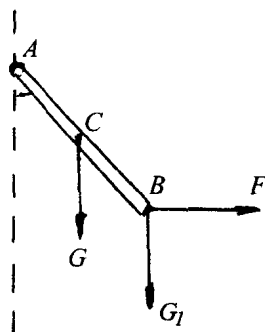


图 1-1-17

解: (1) 取 A 为转轴, 对 A 点合力矩有贡献的力有 G_1 、 G 、 F 三个力. 如图 1-1-17 所示.

设逆时针转动方向为正,根据力矩的平衡条件:

$$\Sigma M_A = 0$$

有

$$F \times AB \cos \theta - G \left(\frac{1}{2} AB \right) \sin \theta - G_1 \times AB \sin \theta = 0$$

整理后,得

$$2F \cos \theta = (2G_1 + G) \sin \theta$$

那么,棒与竖直线夹角为

$$\theta = \lg^{-1} \frac{2F}{2G_1 + G}$$

(2)将 $\theta = 60^\circ$ 代入上式得

$$\lg 60^\circ = \frac{2F}{2G_1 + G}$$

由此可解得

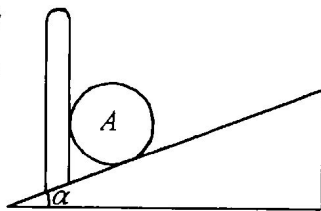
$$F = \frac{2G_1 + G}{2} \lg 60^\circ = 0.866 \times (2G_1 + G)$$

思考与练习

1. 物体在三个力作用下处于平衡状态.这三个力中有一个力的方向是水平向右,大小是10牛,如果去掉这个力,那么其余两个力的合力是多大?方向怎样?

2. 一名伞兵,他的身体和全部装备总重为800牛,当它匀速降落的时候,他受到的空气阻力多大?方向怎样?

3. 如图1-1-18所示,在倾角为 α 的斜面上放一质量为 m 的小球A,球被竖直的木板挡住.如果小球、斜面及木板间是光滑的,则球对斜面的压力是:



A. $mg \sin \alpha$;

B. $mg \tan \alpha$;

C. $mg / \cos \alpha$;

D. mg .

答:[]

图1-1-18

4. 一个物体受三个共点力的作用.如果这三个力的大小如以下各组情况,那么不可能使物体处于平衡状态的是哪种情况?

A. $F_1 = 4$ 牛, $F_2 = 8$ 牛, $F_3 = 7$ 牛;

B. $F_1 = 8$ 牛, $F_2 = 8$ 牛, $F_3 = 1$ 牛;

C. $F_1 = 4$ 牛, $F_2 = 6$ 牛, $F_3 = 1$ 牛;

D. $F_1 = 4$ 牛, $F_2 = 5$ 牛, $F_3 = 1$ 牛.