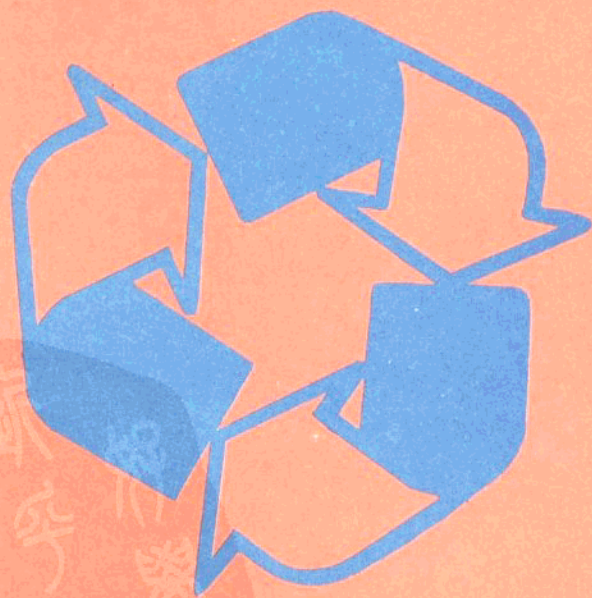


全国成人高考复习用书

●物理●化学●

中国成人教育协会成人  
高中等学校招生研究会 组编



辽宁人民出版社

## 出版说明

“全国成人高考复习用书”，由中国成人教育协会成人高中等学校招生研究会组织具有多年教学经验、长期从事成人高考辅导的教师编写，并由参加审定新的《全国各类成人高等学校招生复习考试大纲》的部分教师、专家审定，供成人高考高中起点本、专科考生使用。

为方便考生，全套书共分五册：

- A. 《政治·语文·数学》(文科)；
- B. 《政治·语文·数学》(理科)；
- C. 《历史·地理》；
- D. 《物理·化学》；
- E. 《英语》。

报考文科专科(不含“3+2”改革)各专业考生用A、C两册；报考文科“3+2”改革专业考生用A册；报考理科专科(不含“3+2”改革)各专业考生用B、D两册；报考理科“3+2”改革专业考生用B册；须加试外语(报考本科各专业和外语、外贸、外经专业)的考生还要用E本。

这套丛书在编写过程中，广泛征求了有关方面的意见，参阅了大量的相关资料，在内容上力求突出重点，简明扼要。为帮助考生自学自测，每单元后面均附有综合练习题及答案要点，每学科后面附有两套自测试题、1994年全国成人高考试卷及参考答案。

辽宁人民出版社

# 目 录

## 物 理

### 第一部分 力 学 ..... 1

#### 一、力、物体平衡 ..... 1

(一) 力 ..... 1

(二) 物体平衡 ..... 5

练习 ..... 6

#### 二、物体的运动 ..... 10

(一) 描述运动的基本概念 ..... 10

(二) 运动的基本规律 ..... 11

练习 ..... 16

#### 三、牛顿运动定律 ..... 18

(一) 牛顿第一定律 ..... 18

(二) 牛顿第二定律 ..... 19

(三) 向心力 ..... 20

(四) 牛顿第三定律 ..... 21

(五) 运动和力的关系 ..... 22

练习 ..... 23

#### 四、功和能 ..... 26

(一) 功 ..... 26

(二) 功率 ..... 27

(三) 动能、势能 ..... 29

(四) 动能定理 ..... 29

(五) 机械能守恒定律 ..... 31

练习 ..... 34

#### 五、冲量和动量 ..... 37

(一) 冲量和动量 ..... 37

(二) 动量定理 ..... 38

(三) 动量守恒定律 ..... 39

练习 ..... 42

#### 六、振动和波 ..... 46

(一) 机械振动 ..... 46

(二) 机械波 ..... 48

练习 ..... 50

### 第二部分 热 学 ..... 55

#### 一、分子运动论 ..... 55

(一) 分子运动论的基本内容 ..... 55

(二) 实验基础 ..... 55

#### 二、理想气体状态方程 ..... 55

(一) 气体的状态参量 ..... 55

(二) 理想气体等温、等容、等压  
变化的规律 ..... 56

(三) 理想气体状态方程 ..... 57

#### 三、热和功 ..... 59

(一) 物体的内能 ..... 59

(二) 物体内能的改变 ..... 59

(三) 能的转化和守恒定律 ..... 60

#### 四、液体和固体的性质 ..... 60

练习 ..... 60

### 第三部分 电 学 ..... 64

#### 一、静电场 ..... 64

(一) 电荷的来源与基本电荷 ..... 64

(二) 库仑定律 ..... 64

(三) 电场中的概念和规律 ..... 65

(四) 电容器及电容 ..... 70

练习 ..... 71

#### 二、直流电 ..... 74

(一) 概念 ..... 74

(二) 规律 ..... 77

练习 ..... 84

|                        |     |
|------------------------|-----|
| 三、磁 场 .....            | 87  |
| (一) 认识磁场与磁现象的电本质 ..... | 87  |
| (二) 磁场的描述 .....        | 88  |
| (三) 磁场和电场的比较 .....     | 89  |
| (四) 电流的磁场 .....        | 89  |
| (五) 磁场对电流的作用 .....     | 89  |
| 练 习 .....              | 91  |
| 四、电磁感应 .....           | 94  |
| (一) 电磁感应现象 .....       | 94  |
| (二) 感生电动势的计算 .....     | 95  |
| (三) 电磁感应现象中的能量转化 ..... | 96  |
| 练 习 .....              | 98  |
| 五、交流电 .....            | 104 |
| (一) 交流电 .....          | 104 |
| (二) 变压器 .....          | 105 |
| 练 习 .....              | 107 |
| 第四部分 光 学 .....         | 109 |
| 一、几何光学 .....           | 109 |
| 二、光的本性 .....           | 115 |
| (一) 光的波动性 .....        | 115 |
| (二) 光的粒子性 .....        | 115 |

|                      |     |
|----------------------|-----|
| (三) 光的波粒两象性 .....    | 116 |
| 练 习 .....            | 117 |
| 第五部分 原子物理 .....      | 119 |
| 一、原子结构 .....         | 119 |
| (一) 原子的核式结构 .....    | 119 |
| (二) 玻尔理论及氢原子模型 ..... | 120 |
| 二、原子核的转变与组成 .....    | 120 |
| 三、原子能 .....          | 122 |
| 练 习 .....            | 122 |
| 第六部分 物理实验 .....      | 124 |
| 一、误差和有效数字 .....      | 124 |
| 二、必须掌握的基本仪器的使用 ..... | 125 |
| 三、必须掌握的几个实验 .....    | 127 |
| 练 习 .....            | 129 |
| 综合测试题 (一) .....      | 132 |
| 综合测试题 (二) .....      | 136 |
| 1994 年成人高等学校招生全国     |     |
| 统一考试物理试题及参考答案、       |     |
| 评分标准 .....           | 141 |

## 化 学

|                      |     |
|----------------------|-----|
| 第一部分 基本概念和基础理论 ..... | 147 |
| 一、物质及其变化 .....       | 147 |
| (一) 物质的组成和分类 .....   | 147 |
| (二) 化学中常用的量 .....    | 150 |
| (三) 物质的变化 .....      | 151 |
| 练 习 .....            | 156 |
| 二、物质结构 元素周期律 .....   | 160 |
| (一) 原子结构 .....       | 160 |
| (二) 元素周期律和周期表 .....  | 161 |
| (三) 化学键 .....        | 162 |
| 练 习 .....            | 163 |
| 三、化学反应速度 化学平衡 .....  | 166 |
| (一) 化学反应速度 .....     | 166 |
| (二) 化学平衡 .....       | 167 |

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| 练 习 .....               | 168 |
| 四、溶 液 .....             | 170 |
| (一) 溶液的组成 .....         | 170 |
| (二) 饱和溶液和不饱和溶液 .....    | 170 |
| (三) 溶解度 .....           | 170 |
| (四) 结晶 结晶水合物 .....      | 171 |
| (五) 溶液的浓度 .....         | 172 |
| 练 习 .....               | 172 |
| 五、电解质溶液 .....           | 174 |
| (一) 电解质和非电解质 .....      | 174 |
| (二) 电解质的电离 .....        | 174 |
| (三) 水的电离和溶液的 pH 值 ..... | 174 |
| (四) 盐类的水解 .....         | 176 |
| (五) 酸、碱中和和滴定 .....      | 176 |
| (六) 原电池 .....           | 177 |

|                    |     |                                    |     |
|--------------------|-----|------------------------------------|-----|
| (七) 金属的腐蚀和防护 ..... | 178 | (四) 硅酸和硅酸盐 .....                   | 194 |
| (八) 电 解 .....      | 178 | 练 习 .....                          | 194 |
| 练 习 .....          | 180 | 六、碱金属 .....                        | 199 |
| 第二部分 常见元素及其重要      |     | (一) 钠及其化合物 .....                   | 199 |
| 化合物 .....          | 183 | (二) 焰色反应 .....                     | 201 |
| 一、氢氧水 .....        | 183 | (三) 碱金属的性质比较 .....                 | 201 |
| (一) 氢 气 .....      | 183 | (四) 钠及其重要化合物间的相                    |     |
| (二) 氧 气 .....      | 183 | 互关系 .....                          | 201 |
| (三) 水 .....        | 184 | 七、镁和铝 .....                        | 201 |
| 二、卤 素 .....        | 184 | (一) 金属的物理性质 .....                  | 202 |
| (一) 氯 气 .....      | 184 | (二) 镁及其化合物 .....                   | 202 |
| (二) 氯的重要化合物——氯化氢   |     | (三) 铝及其化合物 .....                   | 203 |
| .....              | 185 | (四) 镁和铝及其重要化合物间                    |     |
| (三) 卤族元素 .....     | 186 | 的相互关系 .....                        | 203 |
| (四) 氯、溴、碘及其重要化合物间  |     | 八、铁 .....                          | 204 |
| 的相互关系 .....        | 187 | (一) 铁 .....                        | 204 |
| 三、硫 .....          | 187 | (二) 铁的氧化物 .....                    | 204 |
| (一) 硫 .....        | 187 | (三) 铁的氢氧化物 .....                   | 204 |
| (二) 硫化氢 .....      | 187 | (四) 亚铁盐和铁盐 .....                   | 204 |
| (三) 硫的氧化物 .....    | 187 | (五) 铁离子 ( $\text{Fe}^{3+}$ ) 和亚铁离子 |     |
| (四) 硫 酸 .....      | 188 | ( $\text{Fe}^{2+}$ ) 的相互转化 .....   | 205 |
| (五) 环境保护 .....     | 188 | (六) 铁及其重要化合物间的相                    |     |
| (六) 硫及其化合物间的相互关系   |     | 互关系 .....                          | 205 |
| .....              | 189 | 练 习 .....                          | 205 |
| 四、氮和磷 .....        | 190 | 第三部分 有机化学基础知识 .....                | 209 |
| (一) 氮 气 .....      | 190 | 一、烃 .....                          | 209 |
| (二) 氮的氧化物 .....    | 190 | (一) 有机物的结构特征和反应                    |     |
| (三) 氨 气 .....      | 190 | 特点 .....                           | 209 |
| (四) 铵 盐 .....      | 191 | (二) 烃 烃基 .....                     | 210 |
| (五) 硝 酸 .....      | 191 | (三) 同系物 同分异构体 官                    |     |
| (六) 硝酸盐 .....      | 191 | 能团 .....                           | 211 |
| (七) 氮及其重要化合物间的相互   |     | (四) 烷 烃 .....                      | 212 |
| 关系 .....           | 192 | (五) 乙 烯 .....                      | 213 |
| (八) 磷 .....        | 192 | (六) 乙 炔 (俗名电石气) .....              | 214 |
| 五、碳和硅 .....        | 192 | (七) 苯和苯的同系物 .....                  | 215 |
| (一) 碳 一氧化碳 二氧化碳    |     | 练 习 .....                          | 216 |
| 的化学性质 .....        | 192 | 二、烃的衍生物 .....                      | 220 |
| (二) 碳酸钙和碳酸氢钙 ..... | 193 | (一) 乙 醇 (俗名酒精、火酒) ...              |     |
| (三) 硅及其化合物 .....   | 193 | .....                              | 220 |

|                       |     |                      |     |
|-----------------------|-----|----------------------|-----|
| (二) 苯 酚 (俗名石炭酸) ..... | 221 | 的量 .....             | 240 |
| (三) 乙 醛 .....         | 222 | (二) 含有一定量杂质的反应物      |     |
| (四) 乙 酸 (俗称醋酸、冰醋酸)    |     | 或生成物的计算 .....        | 240 |
| .....                 | 223 | (三) 反应物过量的计算 .....   | 241 |
| (五) 酯和油脂 .....        | 223 | (四) 通过燃烧反应产物的量确      |     |
| 三、糖类 蛋白质 .....        | 224 | 定有机物的分子式 .....       | 241 |
| (一) 糖 类 .....         | 224 | 练 习 .....            | 242 |
| (二) 蛋白质 .....         | 225 |                      |     |
| 练 习 .....             | 225 | 第五部分 化学实验基础知识 .....  | 245 |
| 第四部分 化学基本计算 .....     | 229 | 一、化学实验常用仪器 .....     | 245 |
| 一、有关分子式的计算 .....      | 230 | (一) 化学实验常用仪器的识别      |     |
| (一) 计算物质的分子量 .....    | 230 | 和名称 .....            | 245 |
| (二) 计算化合物中各元素的质       |     | (二) 常用实验仪器的分类、主要用途、  |     |
| 量比 .....              | 230 | 使用方法和注意事项 .....      | 245 |
| (三) 计算化合物中各元素的百       |     | 二、化学试验基本操作 .....     | 247 |
| 分含量 .....             | 230 | (一) 固体试剂和液体试剂的取      |     |
| (四) 通过计算确定物质的分子       |     | 用 .....              | 247 |
| 式 .....               | 231 | (二) 检查仪器装置的气密性 ..... | 248 |
| 练 习 .....             | 232 | (三) 给物质加热 .....      | 248 |
| 二、有关物质的量的计算 .....     | 233 | (四) 物质的分离 .....      | 249 |
| (一) 物质的量、摩尔质量与质       |     | (五) 溶液的配制和稀释 .....   | 249 |
| 量的计算 .....            | 233 | (六) 指示剂的使用 .....     | 250 |
| (二) 物质的量和微粒数目的换       |     | (七) 药品的存放 .....      | 250 |
| 算 .....               | 233 | (八) 仪器的洗涤 .....      | 250 |
| (三) 在标准状况下, 有关气体      |     | 三、气体的制取和收集 .....     | 251 |
| 摩尔体积的计算 .....         | 234 | (一) 氢 气 .....        | 251 |
| (四) 同温同压下气体的体积与       |     | (二) 氧 气 .....        | 252 |
| 物质的量之间的关系 .....       | 234 | (三) 氯 气 .....        | 252 |
| 练 习 .....             | 235 | (四) 二氧化碳 .....       | 252 |
| 三、有关溶液浓度的计算 .....     | 236 | (五) 氨 气 .....        | 252 |
| (一) 有关质量百分比浓度的计       |     | (六) 氯化氢 .....        | 253 |
| 算 .....               | 236 | (七) 甲 烷 .....        | 253 |
| (二) 有关摩尔浓度的计算 .....   | 236 | (八) 乙 烯 .....        | 253 |
| (三) 有关摩尔浓度与质量百分       |     | (九) 乙 炔 .....        | 254 |
| 比浓度之间的换算 .....        | 237 | 四、物质的检验 .....        | 254 |
| 练 习 .....             | 237 | (一) 常见气体的检验 .....    | 254 |
| 四、有关化学方程式的计算 .....    | 240 | (二) 常见离子的检验 .....    | 254 |
| (一) 由反应物 (或生成物) 的     |     | (三) 某些重要有机物的鉴别 ..... | 255 |
| 量求生成物 (或反应物)          |     | 练 习 .....            | 255 |

|                                            |     |
|--------------------------------------------|-----|
| 综合测试题 (一)                                  | 259 |
| 综合测试题 (二)                                  | 263 |
| 1994 年成人高等学校招生全国<br>统一考试化学试题及参考答案、评分<br>标准 | 268 |

|                            |     |
|----------------------------|-----|
| 附录 1: 国际原子量表               | 273 |
| 附录 2: 酸、碱和盐的溶<br>解性表 (20℃) | 274 |
| 后 记                        | 275 |

# 物 理

## 第一部分 力 学

### 一、力、物体平衡

#### (一) 力

##### 1. 力的概念

力是物体对物体的作用。

力有以下四个基本特点：

(1) 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。力不仅有大小，而且还有方向。我们把既有大小又有方向的量叫矢量。只有大小没有方向的量叫标量。通常把力的大小、方向和作用点，叫做力的三要素。因此，表示力时既要表示大小又要表示方向，二者缺一不可。力可以用一根带箭头的线段来表示。线段是按一定比例（标度）画出的，它的长短表示力的大小、指向表示力的方向，箭头或箭尾表示力的作用点。箭头所沿的直线叫做力的作用线。这种表示力的方法叫做力的图示法。

(3) 力的作用总是相互的。施力物体对受力物体施加一个力的作用，受力物体必然要对施力物体施加一个反作用。自然界所有的力，总是成对出现的。作用力和反作用力总是等值、反向、共线、同性质，同时分别作用在两个物体

上的。

注意区分一对作用、反作用力与一对平衡力。

(4) 力对物体的作用效果。一是改变受力物体的运动状态，使物体产生加速度；二是使受力物体发生形变。

所谓运动状态的变化是指物体的速度发生变化，包括速度大小或方向的变化，即产生加速度。所谓形变是指物体的形状和体积的变化。

##### 2. 力的种类

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，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，如：拉力、压力、支持力、动力、阻力、向心力、回复力、浮力、表面张力、引力、斥力等等。

在力学中三种常见力产生的条件及大小、方向和作用点：

##### (1) 重力

由于地球的吸引而使物体受到的力叫重力。重力也常常叫做重量。重力的大小与物体的质量成正比，也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。

##### (2) 万有引力

①万有引力：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，跟它们的质量的乘积成正比，跟它们的距离的平方成反比。

如果用  $m_1$  和  $m_2$  表示两个物体的质量，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： $F=G \frac{m_1 m_2}{r^2}$ ，式中质量的单位用千克，距离的单位用米，力的单位用牛顿， $G=6.67 \times 10^{-11}$  牛米<sup>2</sup>/千克<sup>2</sup> 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。

②引力恒量的测定。1798 年英国科学家卡文迪许，利用扭秤装置第一次在实验室里比较准确地测出了引力恒量的数值。

### ③重力与万有引力的关系

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。

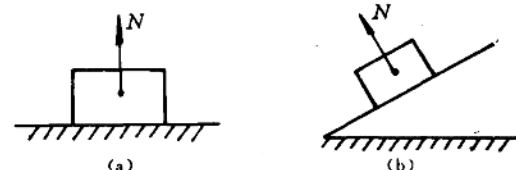
### (3) 弹力

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

弹力的大小跟物体形变的大小有关系，形变越大，弹力也就越大。

弹簧在被拉长或压缩时所产生的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。

弹力的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、绳收缩的方向。弹力的作用点作用在接触点、面上。如图 1—1、图 1—2 和图



1—3 所示。

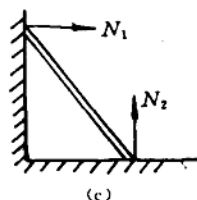


图 1—1

支持力的方向

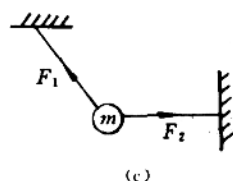
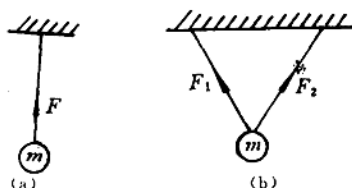
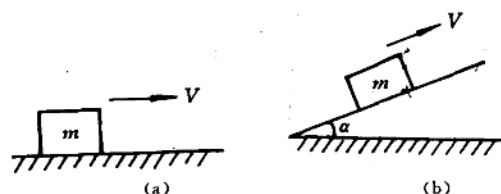


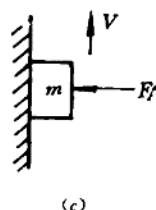
图 1—2

绳对物体的拉力的方向



物体在水平面上运动时，正压力  $N=mg$ 。

物体在斜面上运动时，正压力  $N=mg \cos \alpha$ 。



物体沿竖直平面向上运动时，正压力  $N=F$

图 1—3

### (4) 摩擦力

按其产生的条件不同，可以分为静摩擦力和滑动摩擦力两种。

①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）的外力的大小相等。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。

②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。滑动摩擦力的大小  $f$  跟压力的大小  $N$  成正比，即  $f = \mu N$ ，其中  $\mu$  是滑动摩擦系数，滑动摩擦系数是与接触面材料、粗糙程度有关的无单位的常数。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。

摩擦力的作用点：都作用在接触点、面上。

### 3. 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。

分析力的方法：隔离法——明确了被研究对象以后，把它从周围物体中隔离出来，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，并把它画一画在受力图上。

分析力的步骤：

(1) 分析物理现象和物理过程；确定研究对象。

(2) 对研究对象进行受力情况分析。从各种力产生的条件或物体运动状态出发，按照重力、弹力、摩擦力的顺序分析受力。

(3) 画出正确的受力分析图。

〔例1〕分析静止在斜面上的物体  $A$  的受力情况。

解：如图 1—4 所示

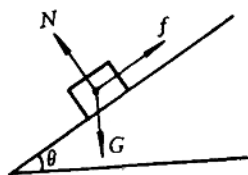


图 1—4

说明：物体不受沿斜面向下的“下滑力”。

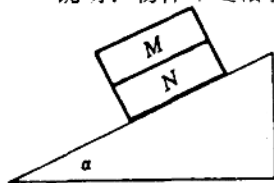


图 1—5

〔例2〕两个木块  $M$  和  $N$  叠放在倾角为  $\alpha$  的斜面上并保持静止。如图 1—5 所示，则下面四个关于木块  $N$  受力情况的

叙述中，正确的是

- A. 一个重力，一个摩擦力，两个弹力
- B. 一个重力，两个摩擦力，三个弹力
- C. 一个重力，两个摩擦力，两个弹力
- D. 一个重力，三个摩擦力，两个弹力

答〔 C 〕

解：以  $N$  木块为研究对象， $N$  木块受到重力  $G$ ； $N$  木块与  $M$  木块接触，而  $M$  木块在其重力作用下挤压  $N$  木块，使木块  $N$  受到  $M$  木块的压力  $Q$ ，同时  $M$  木块在其重力作用下，相对于  $N$  有沿斜面向下的滑动趋势， $N$  对  $M$  施加一个阻碍滑动趋势的静摩擦力，方向平行于接触面向上。根据牛顿第三定律， $M$  物体对  $N$  物体必然要施加一个沿斜面向下的静摩擦力  $f_1$ ；木块  $N$  还与斜面接触，而且  $N$  木块在重力作用下，与斜面有挤压作用和相对于接触面下滑趋势，因此它还受到斜面施加的支持力  $R$  和静摩擦力  $f_2$ 。木块  $N$  共受到五个力作用。一个重力、两个弹力、两个摩擦力。因此 (C) 正确。

说明：(1) 图 1—6 所显示的方法就叫隔离法。即将木块  $N$  从周围物体（地球、斜面、木块  $M$ ）中隔离出来。将周围物体对它的作用力一个不漏地分析出来，并画出它的受力图。

(2) 若研究对象只能平动，不发生转动，画力的图示时，力的作用点均画在物体的重心上

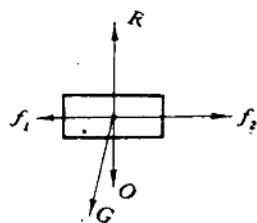


图 1-6

光滑，且对象相对于接触面有滑动或滑动趋势时，就要受到摩擦力作用。

本题中  $N$  木块与周围物体有两个接触面，每一接触面间都具备了弹力和摩擦力产生的条件。

#### 4. 力的平行四边形法则

求互成角度的两个共点力的合成，可以用表示这两个力的线段为邻边作平行四边形，这两个邻边之间的对角线就表示合力的大小和方向。这叫做力的平行四边形法则。如图 1-7。

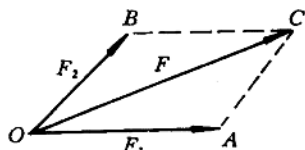


图 1-7

力的平行四边形可以用力的三角形代替。如图 1-8。

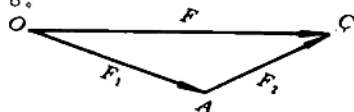


图 1-8

##### (1) 力的合成

一个力，如果它产生的效果跟几个力共同产生的效果相同，这个力就叫做那几个力的合力，求几个力的合力叫做力的合成。

几个力如果都作用在物体的同一点，或者它们的作用线相交于同一点，这几个力叫做共点力。几个共点力的合成遵从平行四边形法则。作图和计算都运用这一法则。

两个力作用在同一条直线上，当两分力方向相同时，合力的大小等于两个分力大小之和，

即可。

(3) 受力分析要有一定的顺序。先考虑重力(场力)，其次为接触力，即弹力和摩擦力，避免杂乱无章。若研究对象与接触面有推、拉、挤、压作用时，就要有弹力作用；若接触面不

其方向与分力方向相同；当两个分力方向相反时，合力的大小等于两个分力大小之差，其方向与大的分力方向相同。

如果两个共点力互相垂直，则合力的大小  $F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2}$ ，合力的方向  $\tan \alpha = \frac{F_2}{F_1}$ 。如图 1-9 所示。

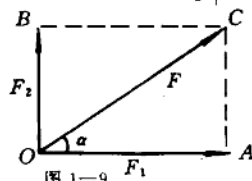


图 1-9

例如，两个小孩拉一辆车子，一个小孩用的力是 45 牛顿，另一个小孩用的力是 60 牛顿，这两个力的夹角是  $90^\circ$ ，求他们的合力。



①先用作图法求出。

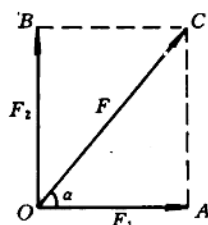


图 1-10

先选一个标度，并用一点  $O$  代表小车，作两个拉力  $F_1$ 、 $F_2$  的图示，并保持它们的夹角是  $90^\circ$ ，然后以  $F_1$ 、 $F_2$  为邻边作平行四边形。合力的大小可由  $F_1$ 、 $F_2$  之间的对角线的长度和

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。

选 10 毫米长的线段表示 30 牛顿的力。作  $F_1 = 45$  牛、 $F_2 = 60$  牛的图示。根据平行四边形法则，作图求出表示合力  $F$  的对角线如图 1-10 所示。量得表示  $F$  的对角线长 25 毫米，所以合力的大小， $F = 30 \text{ 牛} \times \frac{25 \text{ 毫米}}{10 \text{ 毫米}} = 75 \text{ 牛}$

再用量角器可以量出合力  $F$  与  $F_1$  的夹角  $\alpha$  为  $53^\circ$ 。

②再用直角三角形的知识算出。

上题中合力  $F_1$  与  $F_2$  的夹角是  $90^\circ$ ，所以  $OACB$  是矩形， $\triangle OAC$  是直角三角形。根据学过的几何知识可以知道  $AC = F_2$ ， $F$  是直角三角形的弦。合力  $F$  可根据直角三角形知识算出：

$$F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2} = \sqrt{(45 \text{ 牛})^2 + (60 \text{ 牛})^2}$$

$$=75 \text{ 牛}$$

$$\tan \alpha = \frac{F_2}{F_1} = \frac{60 \text{ 牛}}{40 \text{ 牛}} = 1.33, \alpha = 53^\circ$$

## (2) 力的分解

几个力，如果它们产生的效果跟原来一个力产生的效果相同，这几个力就叫做原来那个力的分力，求一个已知力的分力叫做力的分解。

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。

例如，把质量为  $m$  的物体挂在图 1-11 所示的支架上，物体通过绳子使支架上的  $O$  点受到一个向下的作用力  $F$ ，大小等于物体所受的重力  $mg$ 。力  $F$  对支架的两根梁产生怎样的作用？

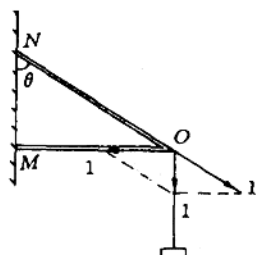


图 1-11

力  $F$  产生两个效果：沿  $NO$  方向拉斜梁，沿  $OM$  方向压横梁。要知道这两个分力，就需要把拉力  $F$  沿  $NO$  和  $OM$  这两个方向分解。

实际求  $F_1$  和  $F_2$  的时候，可以用作图法。如果支架是直角三角形，并且已知角  $\theta$  的值，也可以根据学过的数学知识算出  $F_1$  和  $F_2$  的大小：

$$F_1 = F / \cos \theta, F_2 = F \tan \theta$$

〔例 1〕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 1-12 所示，重力  $G$  在这两

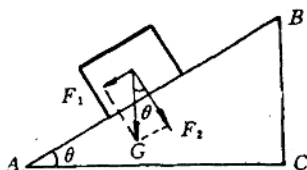


图 1-12

个方向上的分力分别是  $F_1 = G \sin \theta, F_2 =$

$$G \cos \theta.$$

〔例 2〕如图 1-13 所示，均匀球放在光滑的斜面上， $OB$  绳水平。则球的重力  $G$  产生两个作用效果，在水平方向上对绳  $OB$  有个拉力，在垂直斜面方向上对斜面有个压力。重力  $G$  的这两个分力的大小分别是  $F_1$  和  $F_2$ 。

$$F_1 = G \tan \theta, F_2 = \frac{G}{\cos \theta}$$

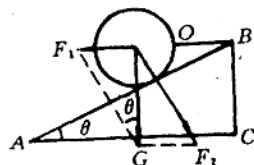


图 1-13

〔例 3〕如图 1-14 所示， $F$  力拉物体在水平面上做直线运动。 $F$  力产生两个效果，在水

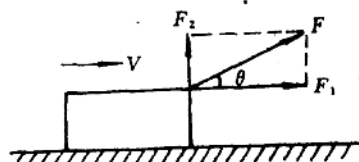


图 1-14

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少。

$$F_1 = F \cos \theta, F_2 = F \sin \theta$$

## (二) 物体平衡

物体处于静止状态或匀速直线运动状态叫做平衡状态。要使物体保持平衡状态，作用在物体上的力必须满足一定条件，这个条件叫做平衡条件。

### 1. 共点力作用下物体的平衡条件

共点力作用下物体的平衡条件是这几个力的合力为零。

### 2. 分析物体平衡问题的步骤

- (1) 根据问题的条件和要求，确定研究对象。
- (2) 分析物体受力情况，画出物体受力图。
- (3) 根据平衡条件对题目所给的问题进行分析，列式求解或讨论。

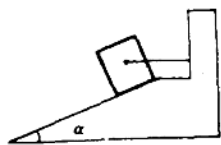


图 1-15

〔例〕如图 1-15 所示, 重量为 100 牛顿的木块, 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 研究对象是光滑斜面上的木块, 它受到重力  $G$ , 绳的拉力  $T$  和斜面支持力  $N$ 。在三个力作用下而处于平衡状态。如图 1-16 所示。选  $T$  的方向为  $X$  轴正方向建立直角坐标系。则:

$$N_x = N \sin \alpha$$

$$N_y = N \cos \alpha$$

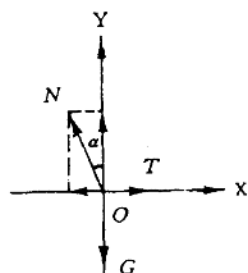


图 1-16

由水平方向合力为零:  $T - N_x = 0$

$$T - N \sin \alpha = 0$$

.....①

由竖直方向合力为零:  $N_y - G = 0$

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

由 ② 式解得  $N =$

$$\frac{G}{\cos \alpha} = \frac{100}{\frac{\sqrt{3}}{2}} =$$

$$115.5 \text{ (牛)}$$

将  $N$  代入 ① 式解得

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

说明 (1) 不要以为在斜面上的物体受到的支持力一定等于  $G \cos \alpha$ 。必须如实地分析受力情况, 才能得出正确答案。

(2) 此题虽简单, 但说明坐标系的选取对解题的繁简影响甚大。如果按照一般习惯沿斜面的方向建立直角坐标系, 需要对  $G$ 、 $T$  两个力进行分解。而我们选用水平竖直坐标系, 只需对  $N$  一个力进行分解, 大大简化了解题过程。

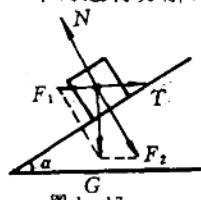


图 1-17

(3) 此题也可用分解的方法求解。如图 1-17 所示。将重力  $G$  分解为  $F_1$  与  $F_2$ 。

根据物体平衡条件可得:  $T = F_1 = G \tan \alpha$

$$N = F_2 = \frac{G}{\cos \alpha}$$

## 练习

一、选择题 (在每小题给出的四个选项中, 只有一项是符合题目要求的。把所选项前的字母填在题后括号内)

1. 将一本书静置于水平桌面上, 则:

( )

A. 水平桌面所受书的压力就是书的重力;

B. 书所受重力与书所受水平桌面的支持力是一对作用力与反作用力;

C. 水平桌面受到书的压力是由于桌面发生形变而产生的弹力;

D. 书所受重力与书所受水平桌面的支持力是一对平衡力。

2. 物体  $A$  静止于倾角为  $\theta$  的斜面上, 当斜面倾角  $\theta$  变小, 物体仍静止时, 物体所受的力变化的情况是: ( )

A. 重力不变, 支持力和静摩擦力增大;

B. 重力、支持力、静摩擦力均增大;

C. 重力不变, 支持力增大, 静摩擦力不变;

D. 重力不变, 支持力增大, 静摩擦力减小。

3. 在力的合成中, 合力和分力的关系是: ( )

A. 合力一定大于每一个分力;

B. 合力至少大于其中一个分力;

C. 合力至少小于其中一个分力;

D. 合力可以比两个分力都小, 也可以比两个分力都大。

4. 如图 1-18 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;

C.  $N$  变小,  $f$  不变;

D. 条件不足, 不能确定。

5. 如图 1-19 所示, 某物体在 4 个共点力

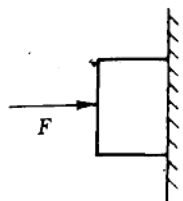


图 1-18

作用下处于平衡状态,若  $F_1$  的方向沿逆时针转过  $90^\circ$  而保持其大小不变,其余三个力的大小和方向保持不变,则此物体所受合力的大小为: ( )

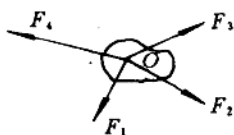


图 1-19

- A.  $\sqrt{2}F_1$ ; B.  $2F_1$ ;  
C.  $F_1$ ; D.  $\frac{\sqrt{2}}{2}F_1$ .

6. 如图 1-20 所示,小球用两条细绳悬挂,  $L_1$  与竖直方向成  $\theta$  角,  $L_2$  水平。保持  $L_2$  水平,使  $\theta$  角增大,下述说法中正确的是: ( )

- A.  $L_1$ 、 $L_2$  拉力都不变;  
B.  $L_1$ 、 $L_2$  拉力都增大;  
C.  $L_1$  拉力不变,  $L_2$  拉力增大;  
D.  $L_1$  拉力增大,  $L_2$  拉力不变。

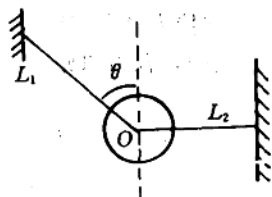


图 1-20

7. 如图 1-21 所示,在拉力  $F$  的作用下物体 A 向右运动的过程中,物体 B 保持匀速上升。若 A 受地面的支持力为  $N$ ,所受地面的滑动摩擦力为  $f$ ,所受绳子的拉力为  $T$ ,则在运动过程中,  $N$ 、 $f$ 、 $T$  的变化情况应是: ( )

- A.  $N$ 、 $f$ 、 $T$  均增大;  
B.  $N$ 、 $f$ 、 $T$  均减小;

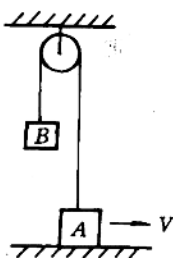


图 1-21

- C.  $N$ 、 $f$  均增大,  $T$  不变;  
D.  $N$  增大,  $f$  减小,  $T$  不变。

8. 一个物体沿着斜面滑下,这个物体受到的力是: ( )

- A. 重力、斜面的支持力、下滑力、滑动摩擦力;  
B. 重力、斜面的支持力、滑动摩擦力;  
C. 重力、对斜面的压力、滑动摩擦力;  
D. 重力、对斜面的压力、下滑力、滑动摩擦力。

9. 下面关于摩擦力的说法,正确的是 ( )

- A. 物体在运动时才受摩擦力;  
B. 摩擦力的方向一定与物体运动方向相反;  
C. 摩擦力与物体的重量成正比;  
D. 摩擦力总是成对地产生,两个互相接触的物体在发生相对运动或者有相对运动趋势时,它们都受到摩擦力。

10. 如图 1-22 所示,重量  $G=20$  牛顿的物体,在滑动摩擦系数为  $\mu=0.1$  的水平面上向左运动,同时受到一个大小为 10 牛顿,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 ( )

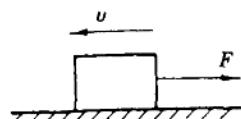


图 1-22

- A. 2 牛顿水平向右;  
B. 8 牛顿水平向右;  
C. 10 牛顿水平向左;  
D. 2 牛顿水平向左。

11. 如图 1-23 所示,一个重为  $G$  的物体在与水平地面成  $\theta$  角的推力作用下,在地面上做匀速直线运动,若物体与地面间的滑动摩擦系数为  $\mu$ ,则物体与地面间的摩擦力  $f$  的大小是: ( )

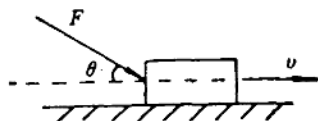


图 1-23

- A.  $f = \mu G$ ;  
 B.  $f = \mu F \sin \theta$ ;  
 C.  $f = \mu (G - F \sin \theta)$ ;  
 D.  $f = \mu (G + F \sin \theta)$ .

12. 如图 1-24 在水平面上放一个楔形物体  $M$ , 再在楔形物体的斜面上放一个木块  $m$ , 楔形物体  $M$  和木块  $m$  都保持静止不动, 则:

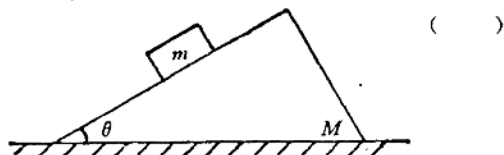


图 1-24

- A.  $M$  受到水平面对它的水平向右的静摩擦力;  
 B.  $M$  受到水平面对它的水平向左的静摩擦力;  
 C.  $M$  不受水平面对它的静摩擦力作用;  
 D. 无法确定  $M$  是否受到水平面对它的静摩擦力。

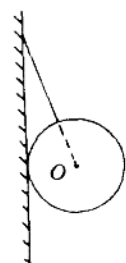


图 1-25

13. 如图 1-25 所示, 用长为  $L$  的绳将重球挂在光滑的墙壁上, 设绳的拉力为  $T$ , 球对墙的压力为  $N$ . 那么当绳长增加时 ( )

- A.  $T$ 、 $N$  均不变;  
 B.  $T$  减小、 $N$  增大;  
 C.  $T$  增大、 $N$  减小;  
 D.  $T$  减小、 $N$  减小。

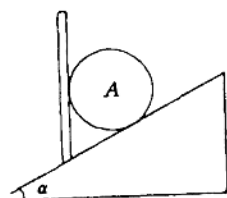


图 1-26

14. 如图 1-26 所示, 在倾角为  $\alpha$  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.  $mg$ .

15. 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.  $F_1 = 4$  牛顿、 $F_2 = 8$  牛顿、 $F_3 = 7$  牛顿;

- B.  $F_1 = 8$  牛顿、 $F_2 = 8$  牛顿、 $F_3 = 1$  牛顿;  
 C.  $F_1 = 4$  牛顿、 $F_2 = 6$  牛顿、 $F_3 = 1$  牛顿;  
 D.  $F_1 = 4$  牛顿、 $F_2 = 5$  牛顿、 $F_3 = 1$  牛顿。

16. 半径为  $R$  的圆柱形桶内放入两个直径为  $d$  ( $2d > R$ ) 的光滑圆球。如图 1-27 所示, 其中只与球的重量有关而与桶的直径  $R$  无关的力是 ( )

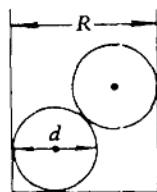


图 1-27

- A. 球对桶底的压力;  
 C. 上球对下球的压力;  
 B. 球对桶侧面压力;  
 D. 下球对上球的支持力。

## 二、填空题

1. 重为 60 牛的物体放在水平桌面上, 当它受 12 牛水平拉力时作匀速运动, 物体和桌面间的滑动摩擦系数是\_\_\_\_\_, 当物体受 15 牛水平拉力时, 它受到的滑动摩擦力的大小是\_\_\_\_\_牛。

2. 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, 则它们的合力的最大值是\_\_\_\_\_牛, 最小值是\_\_\_\_\_牛。

3. 在图 1-28 中, 用绳吊一重 2 牛顿的光滑小球于一倾角为  $30^\circ$  的光滑斜面上, 小球与斜面接触, 且将绳拉成竖直方向。这时, 绳子上的拉力是\_\_\_\_\_牛顿, 球对斜面的压力是\_\_\_\_\_牛顿。

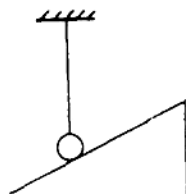


图 1-28

4. 用手握住一个瓶子, 瓶身保持竖直, 如果增大握力, 则手对瓶的压力\_\_\_\_\_, 瓶子所受的摩擦力\_\_\_\_\_。(填、增大、减少或不变)

5. 如图 1-29 所示, 将与水平方向成  $\theta$  角的拉力作用于质量为  $m$  的木块上, 使它在地板上做匀

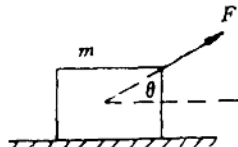


图 1-29

速直线运动。地板与木块的滑动摩擦系数为  $\mu$ , 则地板对木块的支持力大小为\_\_\_\_\_。

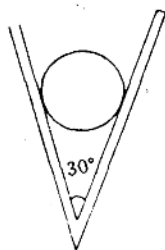


图 1-30

6. 重量为 100 牛顿的小球，放在两个光滑的木板之间静止，一板竖直放置，另一板和竖直方向成  $30^\circ$  角如图 1-30 所示，此时小球对斜板的压力为\_\_\_\_\_牛顿。

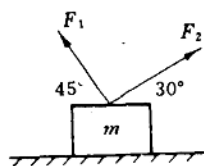


图 1-31

7. 如图 1-31 所示，质量  $m$  为 6 千克的物体，放在水平面上，今用  $F_1 = 20\sqrt{2}$  牛顿，方向与水平成  $45^\circ$  角和  $F_2 = 40$  牛顿，方向与水平成  $30^\circ$  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，受的其他力还有\_\_\_\_\_，其大小是\_\_\_\_\_。(  $g = 10$  米/秒<sup>2</sup> )

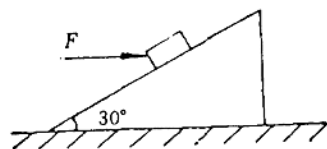


图 1-34

$BC$  的夹角是  $60^\circ$ ，求作用于梁  $AB$  和  $BC$  上的力？

3. 如图 1-34，重 20 牛顿的物体，在水平力  $F$  的作用下静止在倾角为  $30^\circ$  的光滑斜面上，求：水平力  $F$  的斜面对物体的支持力  $N$  分别是多大？

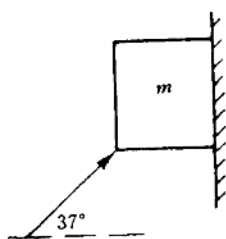


图 1-32

8. 如图 1-32 所示，物体质量  $m = 2$  千克，物体与竖直墙面的滑动摩擦系数为 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。

( $\sin 37^\circ = 0.6$   $\cos 37^\circ = 0.8$   $g = 10$  米/秒<sup>2</sup>)

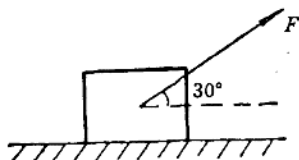


图 1-35

4. 水平面上一个重 100 牛顿的物体在拉力  $F$  作用下匀速运动，如图 1-35，已知  $F = 50$  牛，且与水平方向成  $30^\circ$  角，求：物体与平面间的滑动摩擦系数  $\mu$ 。

### 三、计算题

1. 一个骑自行车的人，从倾角是  $30^\circ$  的斜坡向下滑行。人和车总重量为 700 牛顿，求重力使车沿斜坡滑行的力和车对斜坡的压力？

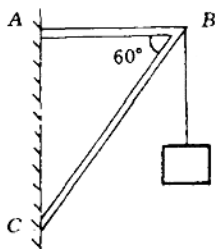


图 1-33

2. 如图 1-33 所示的直角三角形支架上，挂着一个重 600 牛顿的物体，横梁  $AB$  跟斜梁

### 参考答案

#### 一、选择题

1. D 2. D 3. D 4. B 5. A  
6. B 7. C 8. B 9. D 10. C  
11. D 12. C 13. C 14. C 15. C  
16. A.

#### 二、填空题

1. 0.2, 12;  
2. 24, 0;  
3. 2, 0;  
4. 增大, 不变;  
5.  $mg - F \sin \theta$ ;  
6. 200;  
7. 支持力、摩擦力, 20 牛、14.6 牛;

8. 50, 25。

### 三、计算题

1. 305 牛顿, 606 牛顿;
2. 346 牛顿, 693 牛顿;
3. 11.5 牛顿, 23.1 牛顿;
4. 0.58。

## 二、物体的运动

### (一) 描述运动的基本概念

#### 1. 机械运动

一个物体相对于另一个物体的位置变化叫做机械运动, 简称运动。

#### 2. 参照物

研究物体的运动, 需要先选择一个假定为不动的物体作参照, 这个被选作参照的物体, 叫做参照物。中学阶段所研究的大多数力学问题的参照物是地球或那些相对于地球保持静止的物体。

#### 3. 位移和路程

运动物体的位置变化叫做位移。所谓“位置的变化”是只考虑物体最初和末末两个位置的不同, 而不管中间经过的路线如何, 只要物体的初、末位置确定了, 则它的位移就确定了。它表示物体位置变化的大小和方向。位移既有大小, 又有方向, 是个矢量。位移的表示法, 从起始位置向末位置画一条有向线段, 箭头方向指向末位置。这条线段的长度表示位移的大小, 箭头的方向表示位移的方向。位移的大小只跟物体的初位置和末位置有关。而路程是物体运动经过的实际轨迹的长度。它只有大小, 没有方向, 是个标量。在一般运动中位移的大小和路程并不相等, 只有当物体向一个方向做直线运动时, 位移的大小才等于路程。

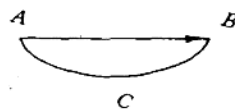


图 1—36

假设物体从 A 点沿曲线 ACB 运动到 B 点, 如图 1—36 所示, 物体运动经过的轨迹——曲线 ACB 的长度, 就是路程。由初位置指向末位置的线段——AB,

就是位移。

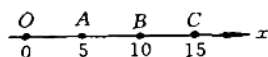


图 1—37

再如图 1—37 所示, 一物体由 O 点出发运动到 C 点, 然后又回到 B

点。则位移的大小是 10 米, 路程是 20 米。

请你回答, 物体从 O 点出发运动到 C 点, 又回到 O 点, 则物体的位移和路程各是多少呢? (0, 30 米)

#### 4. 时间和时刻

某一瞬间叫时刻。两时刻之间的间隔叫时间。每一时刻对应着运动物体的一个位置。每一段时间对应着运动物体的一段位移或路程。

#### 5. 速度

速度是表示物体运动快慢的物理量。速度不仅有大小还有方向, 因此它是矢量。速度的方向是由位移方向决定的。速度的大小叫速率。它只表示物体运动的快慢, 它是标量。

(1) 匀速直线运动的速度: 在匀速直线运动中, 速度等于位移与时间的比值。如果做匀速直线运动的物体在时间  $t$  内的位移是  $S$ , 速度  $v$  可表示为  $v = s/t$

#### (2) 平均速度

在变速运动中, 物体的位移和发生这段位移所用的时间的比值, 叫做物体在这段位移上 (或这段时间里) 的平均速度。如果做变速运动的物体在时间  $t$  内通过的位移是  $S$ , 平均速度  $\bar{v}$  可表示为:  $\bar{v} = s/t$ 。平均速度只能表示运动的平均快慢程度。平均速度的大小跟在哪一段位移上计算平均速度有关, 在不同位移上, 物体的平均速度一般说来是不相等的。

#### (3) 即时速度

运动物体在某一时刻 (或某一位置) 的速度, 叫做即时速度。即时速度也是既有大小又有方向的矢量。在直线运动中, 即时速度的方向是由物体经过该点时的位移方向决定。

平均速度、即时速度的国际单位是米/秒, 符号为  $m/s$ 。常用的速度单位还有千米/小时、厘米/秒等。

〔例〕一个物体做直线运动, 前 3 秒的位移