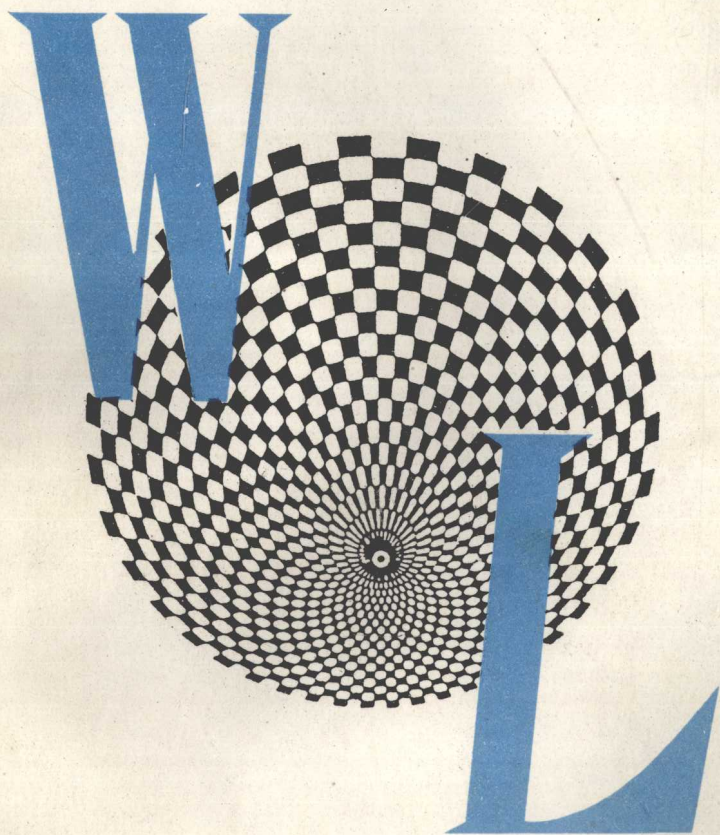


# 高中物理教与练



三环出版社

# 高中物理教与练

丁 菊 编  
关 草

三环出版社

**高中物理教与练**

**丁菊 关草 编**

**三环出版社出版**

**北京通县电子外文印刷厂印刷**

**新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售**

**787×1092毫米 32开本 印张12.625 280千字**

**1991年7月第1版 1991年7月第1次印刷**

**印数：1—11,700**

**ISBN 7—80564—623—6/G·442**

**定价：5.10元**

# 前 言

为了帮助高中毕业学生和同等学历的青年进行高考总复习，我们约请了清华大学附中，北京大学附中，人民大学附中和北京师范学院附中的几位有经验的老师共同编写了这本书。

本书是根据教育部颁发的《高中物理教学纲要(草案)》基本要求，参考现行全日制十年制学校高中物理课本的内容，结合多年辅导升学的经验，进行全面的系统整理编写而成的。全书基本上按高中物理知识系统分章编写，每章包括知识概要、主要概念和规律、例题与方法、单元测验等部分。知识概要中绝大多数都用表格说明本章知识的系统结构和内在联系。在主要概念和规律中对本章的重要概念和规律做了深入的分析，特别是容易产生错误的地方，都着重进行了讨论。在例题与方法部分都精选了典型例题，包括了基本的和灵活的两个方面，概括了本章重点问题，在解题方法上做了必要的分析指导，尽可能综合归纳，举一反三。为了读者能自行检查复习效果，每章都有单元测验题，最后还有综合练习题和实验练习题，这些题都附有参考答案，便于读者自行对照检查。

由于编写时间仓促，错误和不妥之处，请同志们批评指正。

# 目 录

|               |     |
|---------------|-----|
| 第一篇 力学        | 1   |
| 第一章 物体的平衡     | 1   |
| 一、知识概要        | 1   |
| 二、主要概念和规律     | 1   |
| 三、例题与方法       | 10  |
| 四、单元测验        | 24  |
| 第二章 运动学       | 34  |
| 一、知识概要        | 34  |
| 二、主要概念和规律     | 35  |
| 三、例题与方法       | 45  |
| 四、单元测验        | 54  |
| 第三章 运动定律      | 59  |
| 一、知识概要        | 59  |
| 二、主要概念和规律     | 60  |
| 三、例题与方法       | 65  |
| 四、单元测验        | 91  |
| 第四章 功和能       | 99  |
| 一、知识概要        | 99  |
| 二、主要概念和规律     | 99  |
| 三、例题与方法       | 105 |
| 四、单元测验        | 118 |
| 第五章 动量和动量守恒定律 | 127 |
| 一、知识概要        | 127 |
| 二、主要概念和规律     | 128 |

|              |     |
|--------------|-----|
| 三、例题与方法      | 131 |
| 四、单元测验       | 141 |
| 第六章 机械振动与机械波 | 150 |
| 一、知识概要       | 150 |
| 二、主要概念和规律    | 151 |
| 三、例题与方法      | 155 |
| 四、单元测验       | 160 |
| 第七章 流体静力学    | 165 |
| 一、知识概要       | 165 |
| 二、主要概念和规律    | 166 |
| 三、例题与方法      | 171 |
| 四、单元测验       | 177 |
| 第二篇 热学       | 185 |
| 一、知识概要       | 185 |
| 二、主要概念和规律    | 186 |
| 三、例题与方法      | 192 |
| 四、单元测验       | 209 |
| 第三篇 电磁学      | 216 |
| 第一章 电场       | 216 |
| 一、知识概要       | 216 |
| 二、主要概念和规律    | 217 |
| 三、例题与方法      | 226 |
| 四、单元测验       | 236 |
| 第二章 稳恒电流     | 242 |
| 一、知识概要       | 242 |
| 二、主要概念和规律    | 244 |
| 三、例题与方法      | 252 |

|                 |     |
|-----------------|-----|
| 四、单元测验          | 269 |
| 第三章 磁场 电磁感应 交流电 | 278 |
| 一、知识概要          | 278 |
| 二、主要概念和规律       | 279 |
| 三、例题与方法         | 290 |
| 四、单元测验          | 305 |
| 第四章 无线电技术基础知识   | 314 |
| 一、知识概要          | 314 |
| 二、主要概念和规律       | 315 |
| 三、例题与方法         | 320 |
| 四、单元测验          | 322 |
| 第四篇 近代物理基础知识    | 327 |
| 第一章 物理光学        | 327 |
| 一、知识概要          | 327 |
| 二、主要概念和规律       | 327 |
| 三、例题与方法         | 330 |
| 四、单元测验          | 333 |
| 第二章 原子结构        | 334 |
| 一、知识概要          | 334 |
| 二、主要概念和规律       | 334 |
| 三、例题与方法         | 337 |
| 四、单元测验          | 340 |
| 第三章 原子核         | 341 |
| 一、知识概要          | 341 |
| 二、主要概念和规律       | 341 |
| 三、例题与方法         | 344 |
| 四、单元测验          | 346 |

|                   |     |
|-------------------|-----|
| 综合练习 (一) .....    | 351 |
| 综合练习 (一) 答案 ..... | 357 |
| 综合练习 (二) .....    | 362 |
| 综合练习 (二) 答案 ..... | 371 |
| 综合练习 (三) .....    | 375 |
| 综合练习 (三) 答案 ..... | 379 |
| 实验练习题 .....       | 383 |
| 实验练习题答案 .....     | 389 |

# 第一篇 力 学

## 第一章 物体的平衡

### 一、知 识 概 要

|   |               |                                                                                                                                                |
|---|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 力 | —力的概念         | <ul style="list-style-type: none"> <li>一力是物体间的相互作用；牛顿第三定律</li> <li>一力的三要素：大小，方向，作用点（力为矢量，力的图示）</li> <li>一力的效果：使物体产生加速度，接触力可使物体产生形变。</li> </ul> |
|   | —常见力的分类       | <ul style="list-style-type: none"> <li>一场力：万有引力（含重力），电场力，磁场力（安培力，洛仑兹力）</li> <li>接触力：弹力，摩擦力，浮力</li> </ul>                                       |
|   | —力的合成与分解      | ——平行四边形法则                                                                                                                                      |
|   | —物体平衡条件       | <ul style="list-style-type: none"> <li>—共点力作用下物体平衡条件：<math>\Sigma F = 0</math></li> <li>—有固定转轴物体平衡条件：<math>\Sigma M = 0</math></li> </ul>      |
|   | (力矩 = 力 × 力臂) |                                                                                                                                                |

### 二、主要概念和规律

#### 1. 物体受力的分析

解决力学问题，对物体受力的分析是关键，要能正确分析，首先应掌握每种力产生的条件，力的大小由什么来决定，作用点在何处，方向指向哪里。这些问题，列下表说明：

| 种 类  | 力 的 产 生                        | 决定力大小的定律                               | 力的作用点       | 力 的 方 向                |
|------|--------------------------------|----------------------------------------|-------------|------------------------|
| 万有引力 | 一切质点间都有相互吸引力                   | $F = G_0 \frac{Mm}{R^2}$               | 在质点上        | 沿两质点的连线                |
| 重 力  | 地球吸引物体产生                       | $G = mg$                               | 在重心         | 竖直向下                   |
| 电场力  | 电荷间相互作用, 同性相斥, 异性相吸            | $F = k \frac{q_1 q_2}{\epsilon r^2}$   | 在电荷上        | 沿两电荷的连线                |
| 安培力  | 磁场对电流产生                        | $F = BIL, (B \perp I)$                 | 在通电导体上      | 左手定则                   |
| 洛伦兹力 | 磁场对运动电荷产生                      | $f = Bqv, (B \perp v)$                 | 在电荷上        | 左手定则                   |
| 弹力   | 由物体形变产生                        | $F = kX$<br>或由物体运动状态需要而定               | 物体接触处       | 靠紧接触时垂直接触面<br>固定连接另作分析 |
| 摩擦力  | 互相接触的物体由于相对运动或有相对运动趋势, 在接触面上产生 | 静摩擦力由物体运动状态的需要来决定<br>滑动摩擦力 $f = \mu N$ | 在接触面上       | 阻碍物体间的相对运动             |
| 浮力   | 由气体或液体对浸入的物体产生                 | $F_{浮} = V \gamma$<br>$= V \rho g$     | 排开的液体或气体的重心 | 竖直向上                   |

## 2. 反作用力与平衡力要分清

据牛顿第三定律可知, 一物体受到作用力必对施力者有反作用力, 作用力与反作用力大小相等方向相反, 分别作用在两个物体上, 是不能平衡的。

平衡力是作用在同一物体上的, 当一个物体同时受两个大小相等方向相反的力并作用在同一直线上时, 这两个力互为平衡力。

## 3. 有关弹力的问题

(1) 如何判断是否有弹力?

互相接触的物体, 当互相挤压或拉伸而产生形变时, 则

在接触处产生弹力，如果仅是接触，而不互相挤压或拉伸，则无弹力。如何判断接触的物体是否挤压或拉伸呢？举例说明如下：例如一球放在光滑水平面 $AC$ 上并和 $AB$ 光滑平面接触，如图1-1-1所示。小球恰好平衡，求小球所受的弹力。

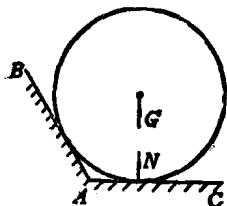


图1-1-1

先假定没有 $AB$ 面，看小球运动的倾向如何，小球仍能保持在 $AC$ 面上不动，说明 $AB$ 面与球之间没有挤压和拉伸，故 $AB$ 面与球之间没有弹力。再假设没有 $AC$ 面，这时小球受重力作用，有向下运动的倾向，故 $AC$ 面与小球之间有挤压作用。小球受 $AC$ 面的弹力向上（支持力）与小球的重力相平衡，故 $N = G$ 。

总而言之，欲分析一物体的某一接触处是否受到弹力作用，就先假设没有接触的物体，看看被研究的物体有怎样的运动倾向，如果被研究的物体倒向原接触物一边，则两者之间有挤压的弹力。若被研究的物体倒向远离接触物一边，则两者之间有拉伸的弹力。若被研究的物体仍不动，则两者之间无弹力。

## （2）弹力的方向如何判断？

如果互相接触的物体只是接触而不固定，它们之间只能产生互相挤压的弹力，其方向必然与接触面（或接触点的切面）垂直，并指向受力物体的内部，不管接触面是否光滑都是如此，因为若是光滑的，物体间不可能产生沿切面方向的力。若不是光滑的，在沿切面方向产生摩擦力，也不是弹力。

若物体与绳固定连接，两者间只能产生相互拉伸的弹力，并且沿绳的方向指向各自的外部。

如果杆件与物体固定或用轴连接，两者间弹力的方向，只能根据杆件与连接物体的平衡条件或运动状态来决定。如果是不计重量的杆件与物体固定连接，而且杆件只是两端受力，这种情况下，当杆件平衡时，杆件两端所受的力只能是沿杆的方向向里压或向外拉。判断是向里压还是向外拉，则应先假设去掉杆，看看与杆件连接的物体动向如何，若物体向杆件的方向移动，则杆受向里的压力，若物体远离杆件移动，则杆受向外的拉力。例如：由不计重量的杆件  $AB$  和  $BC$  组成的支架，如图 1-1-2(a)  $A$ 、 $B$ 、 $C$  三点为固定连接点， $B$  点拴绳悬挂物体，求  $AB$  和  $BC$  在  $B$  点所受力的方向？先假定没有杆  $AB$ ，则  $BC$  将向远离  $AB$  倒去，故  $AB$  在  $B$  点受向外的拉力  $F_1$ 。若假定没有  $BC$ ，则  $AB$  将向压缩  $BC$  方向倒去，故  $BC$  在  $B$  点受向里的压力  $F_2$ 。

如果杆件不仅是两端受力，还受重力或其它不沿杆方向的作用力，则杆件两端受力的方向，必须由杆件的平衡条件来确定，例如上述例题中  $BC$  杆件的重量为  $G_1$ ，作用在  $BC$  的中点，这时  $BC$  在  $B$  点所受力的方向就不是沿  $BC$  的方向。 $B$  点受  $AB$  的拉力  $F'_1$  和重物悬绳的拉力  $T(=G)$ 。 $F'_1$  与  $T$  的合力  $R$  的方向为  $BC$  在  $B$  点所受力的方向，如图 1-1-2(b)， $F'_1$  的

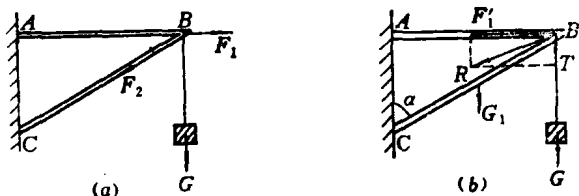


图1-1-2

大小则根据 $BC$ 以 $C$ 为转轴平衡条件  $F'_1 \cdot \overline{BC} \cos \alpha$

$= T \cdot \overline{BC} \sin \alpha + G_1 \cdot \frac{\overline{BC}}{2} \sin \alpha$  来确定。

### (3) 弹力大小的计算

(a) 一弹性物体在弹性限度内, 若已知拉伸或压缩的形变为  $x$ , 倔强系数为  $k$ , 据胡克定律,  $F = kx$ , 可求出弹力  $F$  的大小。

(b) 当形变量  $x$  或倔强系数  $k$  未知求弹力时, 则应根据物体的平衡条件或运动定律求解。例如物体对支持面的压力或支持面 (或支持物) 对物体的支持力这一对作用与反作用都是弹力, 弹力的大小必须根据物体受力后的状态分析计算得出, 且勿认为压力或支持力总等于物体的重量。试看下列图1-1-3, 图1-1-4, 图1-1-5, 图1-1-6 各种图示情况下接触物对物体的支持力如何计算?

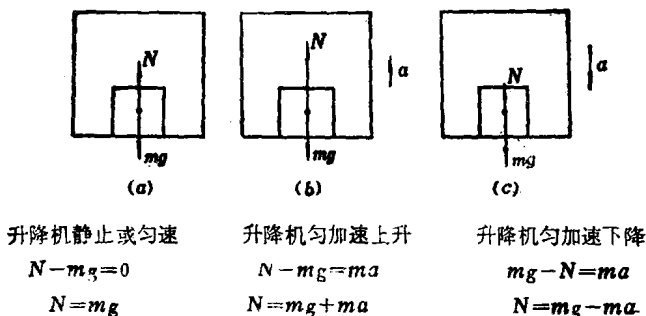
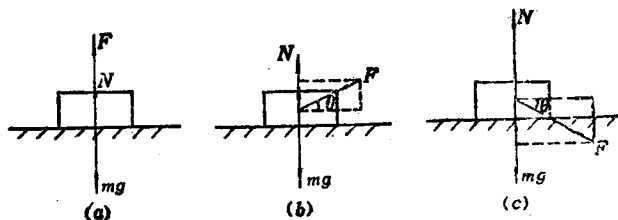


图1-1-3 在升降机中的物体

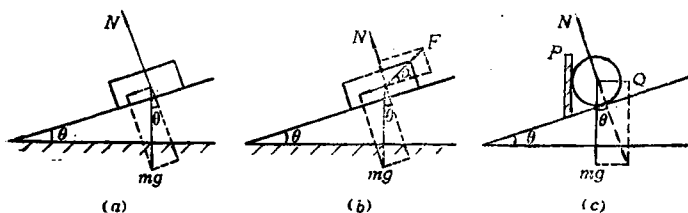


$$\begin{aligned} F + N - mg &= 0 \\ N &= mg - F \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F \sin \theta + N - mg &= 0 \\ N &= mg - F \sin \theta \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N - F \sin \theta - mg &= 0 \\ N &= mg + F \sin \theta \end{aligned}$$

图1-1-4 水平地面上物体受到作用力F时



物体在斜面上  
下滑或静止

$$N = mg \cos \theta$$

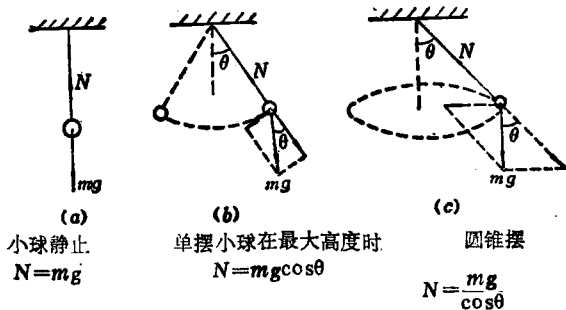
F拉物体沿斜面运动

$$\begin{aligned} N + F \sin \alpha &= mg \cos \theta \\ N &= mg \cos \theta - F \sin \alpha \end{aligned}$$

挡块P挡住物体

$$N = \frac{mg}{\cos \theta}$$

图1-1-5 在斜面上的物体



(a) 小球静止

$$N = mg$$

(b) 单摆小球在最大高度时

$$N = mg \cos \theta$$

(c) 圆锥摆

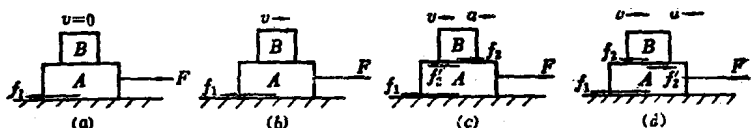
$$N = \frac{mg}{\cos \theta}$$

图1-1-6 单摆和圆锥摆

#### 4. 有关摩擦力的问题

##### (1) 正确分析摩擦力的方向

摩擦力的方向总是沿接触面阻碍接触物体之间的相对运动。若相对运动的方向不明确,分析时可先假定没有摩擦力,看看物体产生的相对运动方向为何,而后确定摩擦力的方向。例如水平地面上放一长方体 $A$ , $A$ 上再放一物体 $B$ ,当用水平拉力 $F$ 拉 $A$ 时,分别讨论 $AB$ 系统处于静止、匀速运动、匀加速运动、匀减速运动等情况下 $A$ 和 $B$ 所受的摩擦力。



$A, B$ 静止  $A, B$ 匀速直线运动  $A, B$ 匀加速直线运动  $A, B$ 匀减速直线运动

图1-1-7

如图1-1-7(a),假定 $A$ 不受摩擦力,则 $A$ 将向右动,故地给 $A$ 的摩擦力 $f_1$ 方向向左。 $A$ 不动, $B$ 对 $A$ 也不动,故 $A, B$ 间无摩擦力。 $f_1 = F$ 。

如图1-1-7(b), $A$ 向右运动,地给 $A$ 摩擦力 $f$ 方向向左, $AB$ 同作匀速直线运动, $B$ 对 $A$ 无相对运动趋势,故 $A, B$ 间无摩擦力。 $f_1 = F$

如图1-1-7(c), $A$ 向右运动,地给 $A$ 向左的摩擦力 $f_1$ ,若 $A, B$ 间无摩擦, $A$ 向右加速运动时 $B$ 不加速,则 $B$ 相对 $A$ 将产生向左的滑动,所以 $A$ 给 $B$ 向右的摩擦力 $f_2$ , $B$ 给 $A$ 向左的摩擦力 $f_2'$ , $f_2$ 与 $f_2'$ 是作用力与反作用力,大小相等。从 $A$ 受力加速向右运动得出 $F > f_1 + f_2'$ 。

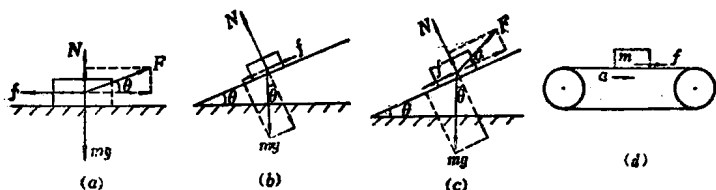
如图1-1-7(d), $A$ 向右运动,地给 $A$ 向左的摩擦力 $f_1$ ,

若  $A$ 、 $B$  间无摩擦力， $A$  减速， $B$  不减速，则  $B$  相对  $A$  将产生向右的滑动，所以  $A$  给  $B$  向左的摩擦力  $f_2$ ， $B$  给  $A$  向右的摩擦力  $f'_2$ ， $f_2 = f'_2$ 。从  $A$  受力后向右作减速运动得出  $F + f'_2 < f_1$ 。

## (2) 摩擦力大小的计算

### <1> 静摩擦力

两接触物体之间沿接触面有相对运动趋势时，沿接触面产生静摩擦力，静摩擦力的数值，可以在零与最大静摩擦力之间变化，其具体数值应根据物体平衡或运动状态的需要而定，如下列图 1-1-8(a)，(b)，(c)，(d) 各种图示情况下，求物体所受摩擦力。



|                                                       |                                          |                                                                                          |                         |
|-------------------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| 物体在水平地面<br>上受拉力 $F$ ，平<br>衡时 $f = F \cdot \cos\theta$ | 斜面上放置物<br>体平衡时 $f = mg \cdot \sin\theta$ | 斜面上物体受 $F$ 拉<br>力平衡时 $F \cos\alpha > mg \sin\theta$ 时 $f + mg \sin\theta = F \cos\alpha$ | 运输带加速传<br>送物体时 $f = ma$ |
|-------------------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|

图 1-1-8

### <2> 滑动摩擦力

两接触物体沿接触面有相对滑动时，则沿接触面产生滑动摩擦力，滑动摩擦力  $f$  的大小与两物体接触面的压力  $N$  成正比， $f = \mu N$ 。 $\mu$  为滑动摩擦系数。特别要注意压力的概念和计算。压力是垂直作用在接触面上的力。有人强调垂直的

概念，把压力称为正压力，应该知道不加正字只说压力，也就是指垂直接触面的力。压力的计算，且勿认为压力的大小总等于物体的重量。也不能认为在斜面上的物体对斜面的压力总等于 $mg\cos\theta$ ，压力应是两接触物体间相互挤压的作用力，但习惯上把物体对接触面的作用力叫压力，而接触面对物体的作用力叫支持力，这两力是一对作用力与反作用力，总是大小相等方向相反，作用在同一直线，分别作用在两个物体上。也可以把接触面对物体的支持力叫压力。以后解题时这样用比较方便。关于压力大小的计算已在（3）弹力大小的计算中讨论过，这里不再赘述。

## 5. 力的合成与分解

用一个力等效地代替几个力叫力的合成，用几个力等效地代替一个力叫力的分解。力的合成与分解应遵守平行四边形法则，并根据几何的关系来计算分力或合力的大小。应特别注意的是力的分解，一定要从这个力的实际效果出发确定分力的方向，切不可脱离实际任意分解。在3和4分析弹力和摩擦力的问题中，各例图中重力 $mg$ 和拉力 $F$ 的分解，都是根据这一原则完成的。这里不再赘述，请读者自己分析体会。

## 6. 关于共点力作用下物体平衡的概念和规律

（1）共点力——几个力同时都作用在物体上，几个力的作用线或作用线的延长线都交于同一点，这几个力叫共点

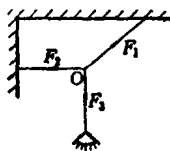


图1-1-9

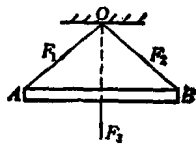


图1-1-10