

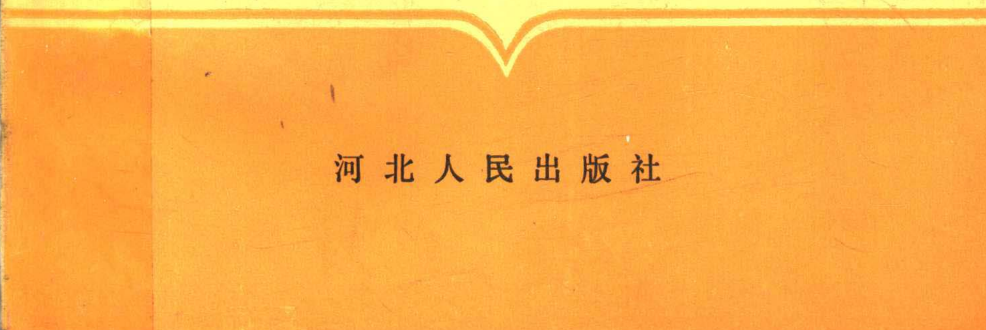


青年复习指导丛书

高中物理

GAOZHONG WULI

北京市东城区教育局教研室编



河北人民出版社

青年复习指导丛书

高中物理

北京市东城区教育局教研室编

河北人民出版社

青年复习指导丛书

高中物理

北京市东城区教育局教研室编

河北人民出版社出版（石家庄市北马路45号）

河北省邮电印刷厂印刷 河北省新华书店发行

787×1092毫米 1/32 15印张 347,000字 印数：1—19,790 1986年11月第1版

1986年11月第1次印刷 统一书号：7086·1409 定价：2.00元

前 言

这套青年复习指导丛书是北京市东城区教育局教研室组织有丰富教学经验的教师编写的。全套书共八本，包括语文、政治、英语、数学（代数部分）、数学（几何与微积分部分）、物理、化学和生物，适合广大具有高中水平的在职职工、知识青年高考复习使用，也可供广大高中在校学生复习和教师教学参考。

这套书中一般的都有复习要求、复习方法、复习要点、典型例题和练习题等内容，具体指导读者牢固地掌握各学科的基础知识，提高分析、解决问题的能力。其中数学（代数部分）、数学（几何与微积分部分）、物理和化学，编写时重点放在基本要求上，凡属较高要求的习题都在前面加有星号（※），供读者选作。

参加这套书中《物理》编写工作的有李启善、胡祖德、唐树德、齐世明等同志。

由于水平所限，时间仓促，错误和不当之处在所难免，希望广大读者批评指正。

编 者

1985年5月

目 录

第一章	力 物体的平衡	(1)
第二章	直线运动	(21)
第三章	运动和力	(42)
第四章	物体的相互作用	(66)
第五章	曲线运动 万有引力	(82)
第六章	机械能	(101)
第七章	机械振动和机械波	(157)
第八章	分子运动论 热和功	(193)
第九章	固体和液体的性质	(206)
第十章	气体的性质	(215)
第十一章	电场	(254)
第十二章	稳恒电流	(278)
第十三章	磁场	(324)
第十四章	电磁感应	(350)
第十五章	交流电	(375)
第十六章	电磁振荡 电磁波和电子技术的初步知识	(388)
第十七章	光的传播 光的本性	(401)
第十八章	原子结构 原子核	(432)
单元练习答案		(451)

第一章 力 物体的平衡

一、本章基本要求

1. 正确理解力的概念。掌握力学中常见的三种力：重力、弹力、摩擦力的产生条件，大小和方向。熟练掌握对研究对象进行受力分析的方法。

2. 理解力的合成与分解的概念。掌握力的运算方法——平行四边形法则。

3. 正确理解物体平衡的含义。掌握共点力平衡的条件。

4. 正确理解力矩的概念。掌握有固定转动轴物体的平衡条件。

二、复习指导

1. 力是贯穿全部力学乃至全部物理学的重要概念。正确理解力的概念是指要掌握力的产生、力的效果、力的量度与单位，力的三要素和力的图示等。力是物体间相互作用的说法并不局限于物理实体间的作用，还包含“场”对物理实体的作用，如电场对电荷的库仑力，磁场对运动电荷的洛伦兹力等。力的效果之一是使受力物体产生形变，如弹簧的被拉伸或被压缩。值得注意的是受力物体的形变总是在一对外力的作用下产生的，单独一个力的作用效果将在第三章进行分析。根据虎克定律 $f = kx$ ，利用弹簧的伸长可以指示力的大小制成量度力的仪器——弹簧秤。弹簧秤的静止示数反映的是它所受到的一对平

衡力的数值而不是弹簧秤受到的合力。

2. 重力、弹力、摩擦力是力学中常见的三种力，在力学范围内对物体进行受力分析就是具体地分析这三种力的大小、方向和作用点。现分别概述如下。

(1) 重力：是由于地球的吸引而使物体受到的作用力。注意要把重力和地球的引力区别开，重力只是地球引力的一部分（或一个分力）而不是引力本身。

重力的大小与受力物体的质量成正比，和当地的重力加速度成正比， $G=mg$ 。重力的方向竖直向下指向地面。要注意区别“竖直”和“垂直”，“垂直”泛指互成 90° 角的两个方向间的关系，而“竖直”则是指和海平面垂直的方向。重力的作用点在物体的重心。

(2) 弹力：产生在两个相互接触而有弹性形变的物体之间。

弹力的方向总是沿欲使形变恢复的方向。接触面是平面时，弹力与接触面垂直；接触面为曲面时，弹力垂直接触面的切面；支持物是悬线时，悬线对悬挂物的弹力总是沿悬线而指向收缩的方向；如果两个物体是由铰链结合时，弹力要根据实际情况确定。弹力的大小，除弹簧在弹性限度内可以根据虎克定律由形变确定外，一般都要由具体条件确定。

(3) 静摩擦力存在于相互接触并有相对运动趋势的两个物体间。其大小是可变的，总由其它的外力决定，方向总是与相对运动趋势的方向相反。要注意“相对”、“趋势”四字。滑动摩擦力存在于相互接触并有相对运动的两个物体之间。大小与接触面的性质及相互间的正压力（弹力）有关， $f=\mu N$ 。在中学阶段认为与相对运动的速度无关。其方向总与相对运动的方向相反。

(4)在受力物体可以看成质点时(物体平动或只有平动趋势),弹力与摩擦力的作用点均可认为作用在受力物体的重心处(为共点力);当受力物体不能看成质点时(转动或有转动趋势),需做具体分析。

3. 对物体进行受力分析的一般步骤是:首先确定研究对象并画出重力,其次由接触并支撑分析弹力,再次由有无相对运动或相对运动趋势分析摩擦力。每分析一个力都要能指出该力的施力者,找不到施力者的力是不存在的。而每个力的受力者都必须是确定的研究对象,切忌任意变换对象,张冠李戴。

4. 力的合成与分解是处理物体受力的两种物理方法。同一问题既可用力的合成,也可用力的分解办法处理。但要注意防止合力与分力的重复计算。

5. 平衡的含义是物体静止或匀速直线运动(平动质点)或匀角速转动(转动刚体)。平衡的条件是合力为零(受共点力的物体)或合力矩为零(有固定转轴的物体)。对有转轴的物体进行所受力矩分析时,要注意力臂的确定及力矩的正负。

6. 本章题目的一般解题步骤:

(1)仔细审题,看清题意,边审题边画出简单示意图;

(2)确定研究对象,根据题意进行受力分析或力矩分析,边分析边画受力图;

(3)进行受力处理时,由题意选择恰当简便的处理方法(合成还是分解);

(4)根据平衡条件进行必要的计算与讨论。

三、典型例题分析

【例1】物体A、B的重量 G_A 、 G_B 已知,叠放在水平面上,A受到水平拉力 F ,如图1-1。

求：(1)若A、B与地面均相对静止，A、B各受哪些力的作用？每个力的大小与方向如何？

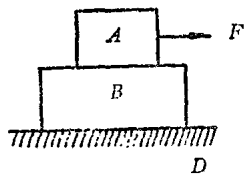


图 1-1

(2)若A、B相对静止而一起沿地面向F方向滑动，A、B各受哪些力的作用？每个力的大小与方向如何？(设地面与B之间的滑动摩擦系数 μ 为已知)

分析：此题的重点是要由状态确定摩擦力的种类，大小和方向。

解：

(1)取A为研究对象，对A进行受力分析：A受力：重力 G_A ，方向竖直向下，水平拉力 F ，方向水平向右。由于A与B接触并有支撑，受到B的弹力 Q_{BA} ，方向竖直向上。由于A在 F 的作用下相对于B有向右运动的趋势，所以A还受到B对A的静摩擦力 f_{BA} ，方向向左。物体A的受力图见图1-2

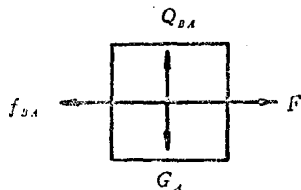


图 1-2

各力的大小为：重力 G_A ，水平拉力 F ，弹力 $Q_{BA}=G_A$ ，静摩擦力 $f_{BA}=F$ 。

以B为研究对象。B受力有：重力 G_B 方向竖直向下，A对B的压力 Q_{AB} 方向竖直向下，地面对B的弹力 N_{DB} ，方向竖直向上，由于B相对于A有向左运动的趋势，故应受到A对B的静摩擦力 f_{AB} ，方向向右。B在 f_{AB} 的作用下对地有向右的运动趋势，所以B还受到地面对它的静摩擦力 f_{DB} ，方向向左。物体

B的受力图见图1-3。

各力的大小为：重力 G_B ，
 $Q_{AB}=G_A$ ， $N_{DB}=G_B+Q_{AB}=G_B+G_A$ ， $f_{AB}=F$ ， $f_{DB}=F$ 。

(2)当A、B相对静止一起沿地面滑动时，物体A的受力情况与(1)相同，B所受的各力中除 f_{DB} 变为滑动摩擦力 f'_{DB} 外其它与(1)相同。此时的 $f'_{DB}=\mu N_{DB}=\mu(G_B+G_A)$ 。

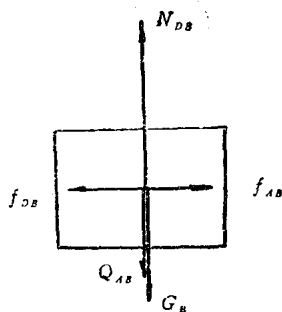


图 1-3

讨论：情况(2)中的 f'_{DB} 与 F 的关系要由具体的运动情况决定，当A、B一起匀速滑动时， $f'_{DB}=F$ ，否则 $f'_{DB}\neq F$ ， f'_{DB} 与 F 究竟哪个大，要由A、B的共同加速度决定。

读者可以自己讨论以下情况：若A在拉力 F 的作用下相对于B向右运动，而B在 f_{AB} 的作用下也相对于地向右运动时，A、B的受力情况如何？

【例2】均匀球体A分别静止在图1-4所示的位置。(甲)、

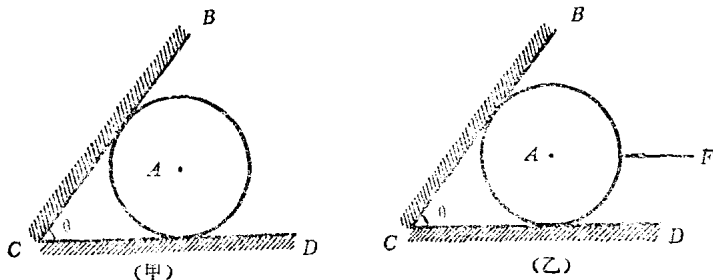


图 1-4

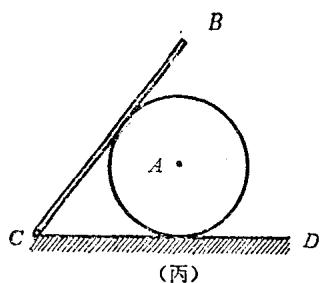


图 1-4

(乙)图中 BC 固定不动, (丙)图中 BC 为可绕 C 轴自由转动的有重量的光滑木板。求: 以上三种情况下, 球体 A 各受哪几个力的作用。

解:

以 A 为研究对象, 对 A 进行受力分析。

(甲)图: A 受重力 G , 竖直向下。由于 BC 面与 A 虽有接触但无支撑, 故 BC 面与 A 间无弹力。由于 A 处于平衡状态, 且与 CD 面间接触并支撑, 所以 A 受到 CD 面的弹力 N , 方向竖直向上, 数值与 G 相等。 A 的受力图如图 1-5。

(乙)图: A 除受重力 G 与 CD 面的弹力 N 外, 由于还受有水平外力 F 的作用, 因此 A 与 BC 面间将有弹力产生, A 受 BC 面的弹力 Q 方向与 BC 面垂直。如图 1-6。(注意: 由于 Q 的存在使得 CD 面对 A 的弹力将大于 G 。)

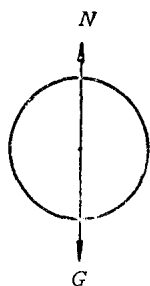


图 1-5

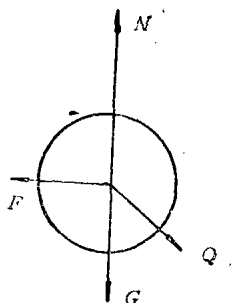


图 1-6

(丙)图: A 受重力 G , CD 面的弹力 N , 由于 A 与 BC 面间有支撑故受到该面的弹力 Q , 方向与该面垂直。 A 在弹力 Q 的

作用下将产生相对于 CD 面向右运动的趋势，所以 A 还受到 CD 面的向左的静摩擦力 f 的作用。 A 的完整的受力图如图1-7。

【例3】物体 A 静止在劈形本块 B 上， B 静止在地面上，如图1-8。

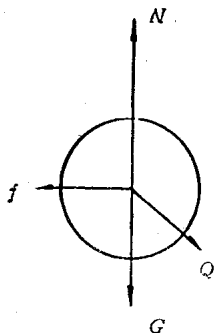


图 1-7

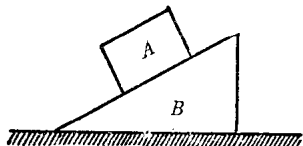


图 1-8

求：(1) A 、 B 各受哪些力的作用？

(2)如果 A 、 B 的质量为 m_A 、 m_B ，劈的倾角为 θ ， A 、 B 所受各力的大小如何？

解：

(1)以 A 为研究对象。 A 受重力 G_A ， B 对 A 的弹力 N_{BA} ，由于 A 相对于 B 有下滑的趋势，故还受 B 对它的静摩擦力 f_{BA} ，如图1-9。

以 B 为研究对象。它受重力 G_B ，地面对它的弹力 N_{DB} ， A 对 B 的压力 N_{AB} ，及静摩擦力 f_{AB} ，由于 B 在 N_{AB} 和 f_{AB} 的作用下，可能产生相对地面滑动

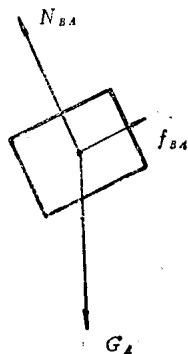


图 1-9

的趋势, 故还可能受到地面的静摩擦力 f_{DB} . f_{DB} 是否存在及方向如何, 应取决于 N_{AB} 与 f_{AB} .

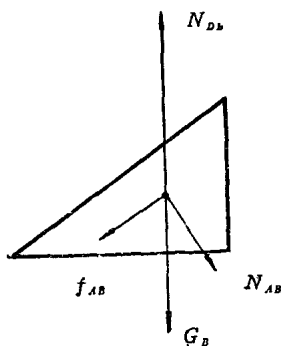


图 1-10

(2) A 受各力的大小为: $G_A = m_A g$, $N_{BA} = m_A g \cdot \cos\theta$, $f_{BA} = m_A g \cdot \sin\theta$.

B 受各力的大小为: $G_B = m_B g$, $N_{AB} = m_A g \cdot \cos\theta$,

$$\begin{aligned} f_{AB} &= m_A g \cdot \sin\theta, \quad N_{DB} = m_B g \\ &+ N_{AB} \cdot \cos\theta + f_{AB} \cdot \sin\theta \\ &= m_B g + m_A g \cos^2\theta + m_A g \sin^2\theta \\ &= (m_A + m_B)g, \end{aligned}$$

$$f_{DB} = |N_{AB} \sin\theta - f_{AB} \cdot \cos\theta| = 0.$$

通过计算可知 $f_{DB} = 0$, 所以 B 并不受地面的静摩擦力. B 的受力图如图 1-10.

小结: 由前面三个例题可看出, 在对物体进行受力分析时, 一定要抓住各力的产生条件, 并要通过具体的计算才能作出正确的结论, 千万不要想当然地下结论。如例 2 (乙) 图对 A 进行受力分析时, 没有说 A 还受到 CD 面的静摩擦力, 请读者分析一下这是为什么?

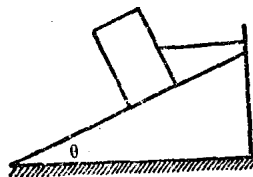


图 1-11

【例 4】重量为 G 的物体由水平细线约束在倾角为 θ 的光滑斜面上。如图 1-11。

求: 重物受到斜面的弹力 N 和水平细线的拉力 T 各多大?

解: 重物受到的外力有重力 G , 斜面的弹力 N , 细线的拉力 T . 其中 N 可分解为水平分力 $N \sin\theta$ 和竖直向上的分力 $N \cos\theta$.

如图1-12。

根据共点力平衡的条件，有：

$$N \cdot \cos\theta = G, \quad (\text{水平合力为零})$$

$$N \cdot \sin\theta = T, \quad (\text{竖直合力为零})$$

$$\therefore N = \frac{G}{\cos\theta}, \quad T = G \cdot \tan\theta \quad (\text{解毕})$$

【例5】质量为 m 的均匀细杆 OA 可绕 O 轴自由旋转， A 端放置在质量为 M 的等边直角三棱柱 B 上，棱柱的斜面光滑，底面粗糙。细杆水平静止，棱柱静止于地面。（如图1-13）

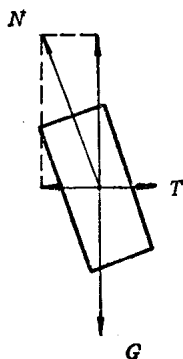


图 1-12

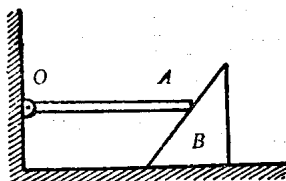


图 1-13

求：棱柱受到的各力多大？

解：

以 B 为研究对象。 B 受有重力 $G_B = Mg$ ，地面的弹力 N ， OA 杆的压力 Q 。由于 B 在 Q 的作用下相对于地面向右运动的趋势，故还受到地面的向左的静摩擦力 f 。

根据共点力平衡的条件可知 B 所受到的四个力的合力为零。

在竖直方向上有： $N = G_B + Q \cdot \cos\theta$ ①

在水平方向上有： $Q \sin\theta = f$ ② (见图1-14)

由①、②两式可知解出 N 、 f 的关键是求 Q 。

为此以 OA 杆为研究对象。(问题转变为有轴平衡)

OA 杆受到两个力矩的作用，如图1-15。

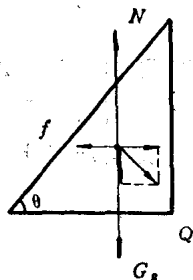


图 1-14

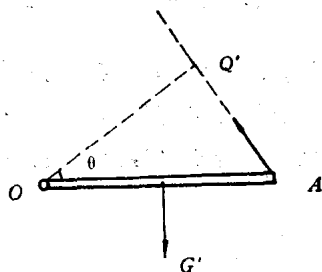


图 1-15

棱柱 B 对杆的弹力 Q' 使杆受到逆时针的正力矩， $M_1 = Q' L \cdot \cos\theta$ ，杆的重力使其受到顺时针的负力矩， $M_2 = -G' \frac{L}{2}$ (L 为杆长)

根据有轴平衡的条件有 $M_1 + M_2 = 0$

$$\therefore Q' \cos\theta = \frac{G'}{2}, \therefore Q' = \frac{G'}{2 \cdot \cos\theta}$$

而 $Q' = Q$ (牛顿第三定律)

$$\therefore Q = \frac{G'}{2 \cdot \cos\theta} = \frac{mg}{2 \cdot \cos\theta}$$

将 Q 代入①、②两式

得：

$$N = \left(M + \frac{m}{2} \right) g,$$

(解毕)

$$f = \frac{1}{2} mg$$

【例6】装置如图1-16。OA杆可绕O端转动，A端所吊物重为 G_1 ，AB为轻质细绳。

求：

(1) 不计杆重时AB绳对杆的拉力 T

(2) 若杆重为 G_2 ，(重心在杆的中点)不能忽略时，细绳的拉力 T' 。

解：

(1) 当不计杆重时，一般作为共点力平衡问题处理。(因为绳的拉力，杆的支撑力和重物的重力都过A点)。以A点为研究对象受重物的竖直拉力 G_1 ，绳的拉力 T 和杆的水平推力 N 。 T 可分解为竖直分力 $T \cdot \sin \alpha$ 和水平分力 $T \cdot \cos \alpha$ 。如图1-17。由共点力平衡条件可得 $T \cdot \sin \alpha = G_1$ 。

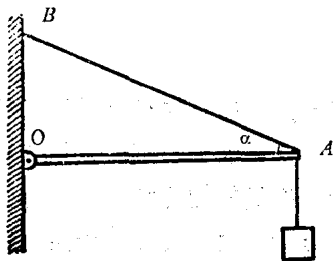


图 1-16

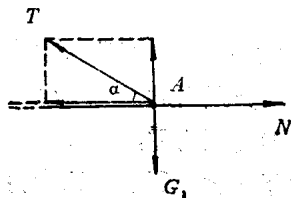


图1-17

$$\therefore T = \frac{G_1}{\sin \alpha}$$

当以OA杆为研究对象时，也可用解有轴平衡问题的方法

求解。(读者自解)

(2) 当杆重不可忽略时, 由于出现了 G_1 与 G_2 两个同向平行力, 因此不能再用共点力平衡的办法处理, 而只能应用有轴平衡的条件求解。此时杆受的各力如图1-18。各力矩间有

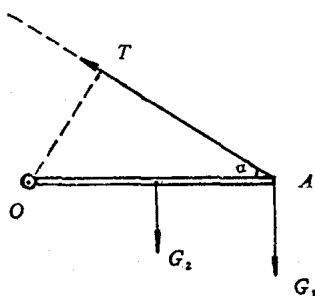


图 1-18

$$T \cdot L \sin \alpha = G_1 L + G_2 \cdot \frac{L}{2}$$

$$\therefore T = \frac{G_1 + G_2/2}{\sin \alpha}$$

请读者思考: 本问是否绝对不能用共点力平衡求解?

【例7】上例中如仍不计杆重, 而把 G_1 挂在距A端为 $1/3 L$ 处。求: (1) 绳对杆的拉力 T , (2) 杆的O端受多大的作用力? 方向如何?

解:

(1) 由有轴平衡不难得到

$$T = \frac{2G_1}{3 \sin \alpha}$$

(2) 为求O端受到轴承的作用力, 不能再应用有轴平衡的条件而必须用共点力平衡的条件了。这是因为O端的作用力对O轴的力矩为零, 而OA杆在重力, 细绳的拉力和轴承的弹力作用下平衡, 所以这三个力必为共点力。由此可首先确定O端受力 N 的方向, 即: G_1 , T , 与 N 三个力的作用线必交于一点(如图1-19)。然后再由共点力平衡的条件可得:

$$\text{在竖直方向上有: } G_1 = T \sin \alpha + N \cdot \sin \theta \quad ①$$

$$\text{在水平方向上有 } T \cdot \cos \alpha = N \cdot \cos \theta \quad ②$$

将(1)中的 T 值代入①、②两式, 可解得: