

中学物理课程

复习辅导提要

复旦大学附属中学物理教研组

复旦大学出版社

中学物理课程复习辅导提要

复旦大学附属中学物理教研组编

复旦大学出版社出版

发行所上海发行所发行 江苏溧阳印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 11 字数 236 千字

1982 年 2 月第 1 版 1982 年 2 月第 1 次印刷

印数 1—160,000

前 言

本书是根据我组历年来教学实践中积累起来的资料整理编写而成的。它着重于物理概念的分析，对物理基础知识、基本概念、定律、规律、法则有系统有重点地阐述。并用列表比较等方法把知识前后融贯有机结合。本书列举了各种类型的例题、题解和一定数量的练习题、思考题等，目的在于提高学生的分析问题和解决问题的能力。中学生在已掌握中学物理课本内容或高中复习资料的基础上，可从本人的实际情况出发，参阅本书有关章节及选用其中一部分习题。本书可作为高中学生课外辅导材料，也可供自学青年参考。本书由我组同志提供资料并共同讨论，由施纯、张静甫、沙兴信、周洪林、倪思、张亚新等同志执笔。不足之处请读者提出宝贵意见。（本书内容根据物理教学大纲要求，个别章节中超大纲部分注有“*”号。）

复旦大学附属中学物理教研组

一九八一年十二月

目 录

第一章 力 物体的平衡	(1)
一、力	(1)
二、力的合成和分解	(3)
三、物体的平衡条件	(4)
练习一	(16)
答 案	(25)
第二章 变速运动	(26)
一、一些基本量的概念	(26)
二、直线运动的规律	(27)
三、运动的合成和分解	(31)
练习二	(46)
答 案	(54)
第三章 运动定律	(56)
一、牛顿运动定律	(56)
二、牛顿定律的应用	(57)
练习三	(72)
答 案	(81)
第四章 圆周运动 万有引力	(82)
一、圆周运动	(82)
二、万有引力	(84)

练习四	(89)
答 案	(96)
第五章 机械能	(98)
一、功与功率	(98)
二、机械能	(99)
三、三个基本定律	(100)
练习五	(108)
答 案	(120)
第六章 动量	(122)
练习六	(132)
答 案	(142)
第七章 机械振动和机械波	(145)
练习七	(153)
答 案	(159)
第八章 流体力学	(161)
练习八	(170)
答 案	(173)
第九章 气态方程和热学	(174)
一、分子物理学	(174)
二、能的转化和守恒定律	(176)
三、气体的性质	(178)
练习九	(190)
答 案	(197)
第十章 电 场	(200)
一、库仑定律	(200)
二、电场强度和电场力	(202)

三、电势 电势能	(202)
四、点电荷形成的电场和匀强电场的基本性质 ..	(204)
五、电场中各量之间的关系	(205)
六、电场中的导体和电介质	(210)
七、电容器的电容	(211)
练习十	(214)
答 案	(223)
第十一章 稳恒电流	(225)
一、电流	(225)
二、电阻 电阻定律	(226)
三、欧姆定律	(227)
四、电阻的串并联	(227)
五、电源电动势 闭合电路欧姆定律	(230)
六、电功和电功率	(232)
七、电阻的测量	(234)
练习十一	(237)
答 案	(245)
第十二章 磁 场	(249)
一、表征磁场的几个量	(249)
二、几种常见的磁场	(250)
三、静电场与磁场的比较	(251)
四、安培力和洛仑兹力	(252)
练习十二	(258)
答 案	(266)
第十三章 电磁感应	(271)
一、电磁感应现象和规律	(271)

二、电磁感应中的能的转化和守恒定律	(276)
三、自感现象	(278)
练习十三	(280)
答 案	(287)
第十四章 交流电 电磁振荡和电磁波	(289)
一、交流电	(289)
二、电磁振荡	(296)
练习十四	(303)
答 案	(305)
第十五章 电子技术基础	(306)
练习十五	(308)
答 案	(310)
第十六章 光 学	(311)
一、光学分类	(311)
二、几何光学	(311)
练习十六 (a)	(322)
三、物理光学(光的本性)	(324)
练习十六 (b)	(331)
答 案	(333)
第十七章 原子结构及原子核	(334)
练习十七	(344)
答 案	(345)

第一章 力 物体的平衡

一、力

(一) 力的一般概念

物体与物体之间的相互作用叫做力。对力的概念可从以下几点来认识。

1. 力不能离开物体独立存在, 有力作用时, 同时存在受力物体和施力物体。

2. 物体受力后, 它的形状大小和运动状态一定要发生变化。

3. 力是矢量。

4. 由于物体间的作用方式是多样的, 所以力的种类很多, 如下表所示:

分	类	产生原因	方向	大小
力学	重力	由于地球的吸引而使物体受到的力。	竖直向下	$G = mg$
	弹力	当物体发生弹性形变时对作用于使它发生形变的物体上的力。	与使物体发生形变的外力方向相反。	胡克定律 $f = Kx$
	摩擦力	相互接触的物体做相对运动或有相对运动的趋势时所产生的阻碍力。	与相对运动或相对运动趋势的方向相反	$0 \leq f \leq f_m$ $= \mu_0 N$ $f = \mu N$

分 类		产 生 原 因	方 向	大 小
分子物理学 分子力		构成分子的带电粒子间的相互作用力。	沿分子间的连线	$r < r_0$ 相斥 $r > r_0$ 相吸 $r_0 = 10^{-10}$ 米
电 磁 学	电场力	置于电场中的电荷受到的力。	与场强方向一致或者相反	$F = qE$
	磁场力	置于磁场中的电流受到的力，或磁体在磁场中受到的力。	根据左手定则判断	$F = IlB\sin\theta$ $f = qvB\sin\theta$
原子物理学 核力		原子核中的力		强

重力就其性质而言是属于万有引力。弹力、摩擦力和分子力就其产生原因是属于电磁力。核力是属于强相互作用。

(二) 物体受力分析的一般步骤

1. 先考虑重力（如题中已明确重力可以忽略不计的除外）。

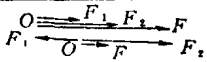
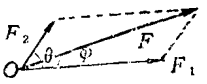
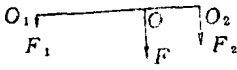
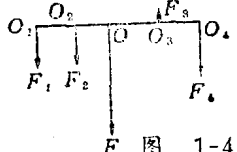
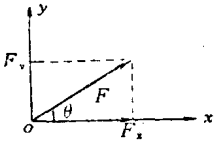
2. 当研究对象和其它物体接触时，看有无推、拉、压等情况，若有形变存在，则分析时不要遗漏弹力。

3. 当研究对象和其它物体接触时，观察其有无相对运动或相对运动的趋势，从而判断有无滑动摩擦力或静摩擦力的存在。

4. 当研究对象处在电场或磁场中，则要分析对象是否受到电磁力的作用。

5. 当研究对象处在流体（气体或液体）中时，还得注意有浮力存在。

二、力的合成和分解

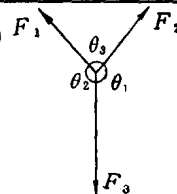
力的合成与分解	在一条直线上的两个力: $F = F_1 \pm F_2$	 图 1-1
	互成角度的两个力: $F = [F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2\cos\theta]^{1/2}$ $\operatorname{tg}\phi = \frac{F_2\sin\theta}{F_1 + F_2\cos\theta}$	 图 1-2
	同向平行的两个力: $F = F_1 + F_2$ $F_1\overline{OO_1} = F_2\overline{OO_2}$	 图 1-3
	力矩原理: 以受力物体上任一点为转轴, 合力的力矩等于其它各个力的力矩的代数和。 $\Sigma M_{\text{合}} = M_1 + M_2 + \dots$	 图 1-4
共点力的正交分解法 (即把一个力分解成两个相互垂直的分力)	$F_x = F\cos\theta$ $F_y = F\sin\theta$	 图 1-5

求两个以上的共点力的合力, 其方法一是: 先求出任意两个力的合力, 再求出这个合力与第三个力的合力, 以此类推, 直到把所有的力合成为一个力。方法二是: 应用正交分解, 把所有的力都分解到X轴和Y轴上, 再分别求出 ΣF_x ,

ΣF_y , 最后求出 $F = \sqrt{(\Sigma F_x)^2 + (\Sigma F_y)^2}$ 和 $\theta = \arctg \frac{\Sigma F_y}{\Sigma F_x}$.

三、物体的平衡条件

物体处于静止或做匀速直线运动、匀速转动的状态叫做平衡状态。

共点力	$\Sigma \vec{F} = 0$	三力平衡(拉密定律)	
平衡条件	$\begin{cases} \Sigma F_x = 0 \\ \Sigma F_y = 0 \end{cases}$	$\frac{F_1}{\sin \theta_1} = \frac{F_2}{\sin \theta_2} = \frac{F_3}{\sin \theta_3}$	图 1-6
有固定转动轴物体的平衡条件	$\Sigma M = 0$		
一般刚体的平衡条件	$\Sigma \vec{F} = 0 \quad \Sigma M = 0$		

刚体即为不考虑形变的物体。

在研究一般刚体的平衡问题时, 要合理选择转轴, 根据力矩概念, 找出顺时针和反时针方向力矩, 然后再列出方程 $\Sigma M = 0$ 求解。

〔例题1〕 竖直悬挂着的弹簧上挂一个质量为 m_1 的重物, 弹簧长为 l_1 , 当重物质量增至 m_2 时, 弹簧长为 l_2 (在弹性限度内), 求弹簧的原长 l_0 和倔强系数 K 。

解: 设竖直弹簧原长 l_0 , 挂有 m_1 物体后长为 l_1 , 则此弹簧受到拉力大小为 $m_1 g$ 时, 弹簧伸长为 $l_1 - l_0$, 根据胡克定律可得

$$m_1 g = K (l_1 - l_0) \quad (1)$$

$$\text{同理} \quad m_2 g = K (l_2 - l_0) \quad (2)$$

两式相除得

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{l_1 - l_0}{l_2 - l_0}$$

$$\text{所以, } l_0 = \frac{m_2 l_1 - m_1 l_2}{m_2 - m_1}$$

把 l_0 值代入 (1) 式得

$$K = \frac{m_2 - m_1}{l_2 - l_1} g$$

〔例题 2〕 一条长 1 米的绳子下面挂重物，重量达 5 千克力时，它就会被拉断。现把一重 4 千克力物体挂在绳的中间，然后握住绳的两端，保持两端在一水平线上，使两端的距离渐渐增大，求绳被拉断时两个端点间的距离。

解：据题意绳子张力大于 5 千克力时，绳子即被拉断，现把一重 4 千克力物体挂在绳的中间，握住绳的两端，渐渐拉开，设当两端点间距离为 AB 时，绳恰被拉断，则此时绳子张力应为 5 千克力。作力图如图 1-7 所示。

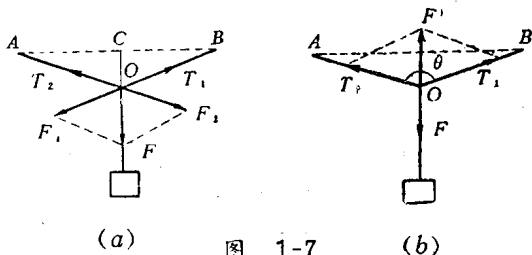


图 1-7

解法 (1)：如图 (a)， O 为节点，受到一个竖直向下的拉力 F ，大小等于物重，两股绳子对节点拉力是 T_1 、 T_2 ，

且 $T_1 = T_2$ ，若把 F 沿两股绳子方向分解为 F_1 、 F_2 ，则节点受力平衡 $T_1 = F_1$ ， $T_2 = F_2$ ，都等于 5 千克力。根据相似三角形成比例，得

$$\frac{F_1}{F/2} = \frac{OB}{OC}$$

所以， $OC = \frac{F \times OB}{2F_1} = 0.2(\text{米})$

$$AB = 2BC = 2\sqrt{OB^2 - OC^2} \approx 0.92(\text{米})$$

解法(2)：如图(b)节点O受 F 、 T_1 、 T_2 的作用，而 T_1 、 T_2 的合力 F' 大小等于 F ，根据平行四边形合成法则可求得

$$\cos\theta = \frac{F^2 - 2T^2}{2T^2} = \frac{16 - 50}{50} = -0.68$$

$$\theta = 132^\circ 50'$$

$$AB = 2BC = 2OB \sin 66^\circ 25' \approx 0.92(\text{米})$$

本题解法(1)使用了力三角形和实物三角形相似的方法求解，这种方法不是对任何类似的题都适用，而是要进行具体分析。如果此题物体不是挂在细绳的中间，此法就不适用了。

〔例题3〕如图1-8所示，重50牛顿的圆球由细绳和斜面支撑着。求细绳所受的张力和斜面所受的压力。

解：圆球作为研究对象受到三个力的作用，重力 G 、支持力 N 和拉力 T 。

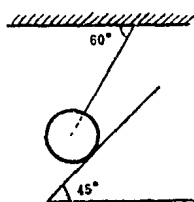


图 1-8

解法(1)应用力的正交分解法取直角座标(图1-9)。

$$\begin{aligned}\Sigma F_x &= T \cos 60^\circ - N \cos 45^\circ \\ &= 0\end{aligned}\quad (1)$$

$$\begin{aligned}\Sigma F_y &= T \sin 60^\circ + N \sin 45^\circ \\ &- G = 0\end{aligned}\quad (2)$$

由 (1) 式得 $T = \sqrt{2} N$,

代入 (2) 式得

$$N = \frac{\sqrt{2} G}{\sqrt{3} + 1} \approx 25.9 (\text{牛顿})$$

$$T = \sqrt{2} N \approx 36.6 (\text{牛顿})$$

所以, $N' = N = 25.9$ 牛顿, $T' = T = 36.6$ 牛顿

解法 (2) 按三力平衡的关系求解, 如图 1-10 所示。

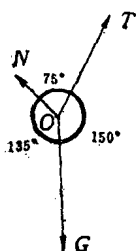


图 1-10

$$\begin{aligned}\text{三力平衡满足 } \frac{G}{\sin 75^\circ} &= \frac{T}{\sin 135^\circ} \\ &= \frac{N}{\sin 150^\circ}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\sin 75^\circ &= \sin(45^\circ + 30^\circ) \\ &= \sin 45^\circ \cos 30^\circ + \cos 45^\circ \sin 30^\circ \\ &= \frac{\sqrt{2}}{2} \left(\frac{\sqrt{3}}{2} + \frac{1}{2} \right) \approx 0.965\end{aligned}$$

$$\sin 150^\circ = \sin 30^\circ = 0.5$$

$$\sin 135^\circ = \sin 45^\circ \approx 0.707$$

$$\therefore N = \frac{\sin 150^\circ}{\sin 75^\circ} G = \frac{0.5 \times 50}{0.965} \approx 25.9 (\text{牛顿})$$

$$T = \frac{\sin 135^\circ}{\sin 75^\circ} G = \frac{0.707 \times 50}{0.965} \approx 36.6 (\text{牛顿})$$

所以, $N' = N = 25.9$ 牛顿, $T' = T = 36.6$ 牛顿

〔例题 4〕如图 1-11 所示。斜面 B 和水平地面间有足

够大的摩擦力，指出在下列几种情况下地面对斜面的摩擦力的大小和方向。

①质量为 m 的滑块 A 静止在倾角为 α 的斜面 B 上。

②质量为 m 的滑块 A 恰能在倾角为 α 的斜面 B 上匀速下滑。

③在和②完全相同的条件下，对 A 施加一个平行于斜面的力，使 A 恰能沿 B 匀速向上滑动。

④斜面倾角增大至 θ ，使滑块 A 能匀加速地沿斜面 B 下滑。

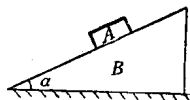


图 1-11

解：① 根据题意， B 和水平地面间有足够大的摩擦力即指 B 是始终静止在水平地面上。要研究 B 和水平地面之间静摩擦力的大小和方向，就要先找到使 B 在水平地面上有运动趋势的水平外力，因而就要分析 A 和 B 的受力情况。图 1-12 (a) (b) 为 AB 的受力图。 A 物受重力、支持力和静摩擦力； B 物受重力、地对 B 支持力、 A 对 B 压力、 A 、 B 间及 B 与地面间的静摩擦力。根据平衡条件列出下列方程：

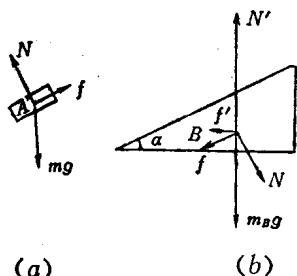


图 1-12

力和静摩擦力； B 物受重力、地对 B 支持力、 A 对 B 压力、 A 、 B 间及 B 与地面间的静摩擦力。根据平衡条件列出下列方程：

$$\Sigma F_{Ax} = f - mg \sin \alpha = 0$$

$$f = mg \sin \alpha$$

$$\Sigma F_{Ay} = N - mg \cos \alpha = 0$$

$$N = mg \cos \alpha$$

$$\Sigma F_{Bx} = N \sin \alpha - f \cos \alpha - f' = 0$$

$$\therefore f' = N \sin \alpha - f \cos \alpha = mg \cos \alpha \sin \alpha - mg \sin \alpha \cos \alpha = 0$$

f' 即为地面对斜面的静摩擦力, 因为 f' 等于零, 所以斜面无运动趋势。

② 滑块 A 沿斜面 B 匀速下滑, 则 A 物受重力、支持力和滑动摩擦力。此时图 1-12 (a) 中 f 即表示滑动摩擦力。根据平衡条件列出下列方程:

$$\Sigma F_{Ax} = f - mg \sin \alpha = 0 \quad f = mg \sin \alpha$$

$$\Sigma F_{Ay} = N - mg \cos \alpha = 0 \quad N = mg \cos \alpha$$

滑动摩擦力 f 和正压力的关系为 $f = \mu N$, 所以滑块和斜面 B 间的滑动摩擦系数为 $\mu = \frac{f}{N} = \frac{mg \sin \alpha}{mg \cos \alpha} = \tan \alpha$ 。

B 物受到的力大小和方向均和 (1) 同, 所以 B 和地面间也无相对运动趋势。

③ 滑块 A 在外力作用下沿斜面向上匀速滑动, 分析 B 斜面受力情况如图 1-13, B 斜面受重力、支持力 N' 、压力 N 、 A 对斜面的滑动摩擦力和地面对斜面的静摩擦力、根据平衡条件列出方程:

$$\Sigma F_{Bx} = f \cos \alpha + N \sin \alpha - f' = 0$$

所以, $f' = f \cos \alpha + N \sin \alpha$

$$= \mu mg \cos \alpha \cdot \cos \alpha$$

$$+ mg \cos \alpha \sin \alpha$$

$$= 2mg \cos \alpha \sin \alpha (\text{方向如图})$$

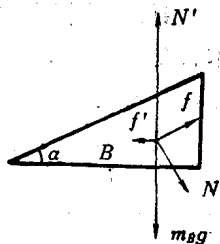


图 1-13

④ 改变斜面倾角使之增大到 θ , 滑块匀加速沿斜面下滑, B 斜面受力情况如图 1-14, 根据平衡条件列出方程:

$$\Sigma F_{Bx} = N \sin \theta - f \cos \theta - f' = 0$$

$$\text{所以, } f' = N \sin \theta - f \cos \theta$$

$$= mg \cos \theta \sin \theta - \mu mg \cos^2 \theta$$

$$= mg \cos \theta (\sin \theta - \mu \cos \theta)$$

$$= mg \cos \theta (\sin \theta - \operatorname{tg} \alpha \cos \theta)$$

$$= mg \frac{\cos \theta}{\cos \alpha} \sin(\theta - \alpha)$$

(方向如图)

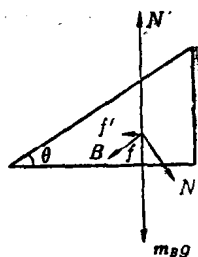


图 1-14

〔例题 5〕一块均匀木板长 15 米重 400 牛顿，对称地搁在相距为 8 米的两个支架 A、B 上，重 640 牛顿的人从 A 点向 B 点方向走去（图 1-15）。问：①人走到 B 点外多远

远处木板才翘起来。

②为了在人正好到达板的右端时不致使板翘起来，支架 B 应放在离板的右端多远处？



图 1-15

解：①分析均匀木板的受力情况，当人站在 A 点位置时，木板受重力 G，人对木板的压力 N，两支架对木板的支持力。在人从 A 走向 B 时，A 支架对木板的支持力逐渐减小，B 支架对木板的支持力逐渐增加，而重力和压力的大小是不变的。当人走到 B 支架时，B 支架对木板的支持力和人在 A 支架位置时 A 支架对木板的支持力一样，人走出 B 支架后，A 支架对木板的支持力继续减小，B 支架对木板的支持力继续增加，当人走到离 B 支架 x 距离的 C 点时，A 支架对木板的支持力减小为零，木板和 A 支架之间虽有接触，但已无相互作用了。若人再要向前挪动的话，木板就要翘起来。这