

中学生课外读物

物 理 题 解

(上册)

张国华 孙荣祖 编

吉 林 人 民 出 版 社

中学生课外读物
物 理 题 解
(上 册)

张国华 孙荣祖 编

*

吉林人民出版社出版 吉林省新华书店发行
长春新华印刷厂印刷

*

787×1092毫米32开本 10 $\frac{1}{2}$ 印张 210,000字

1980年4月第1版 1980年4月第1次印刷

印数 1—312,980册

书号: 7091·1132 定价: 0.71元

前 言

为了帮助中学生掌握现代科学技术所必需的物理基础知识，提高综合运用物理知识分析问题、解决问题的能力，我们根据教育部新编《中学物理教学大纲》(试行草案)的精神，参考了有关的外国资料，并结合我们在吉林师大附中的教学实践，编写了这本《物理题解》。

本书共有二十部分。每一部分都重点选择了一些比较典型的题目进行了详解，主要是告诉读者怎样运用物理知识分析物理过程，列出物理方程，即解题的基本规律和基本方法。为了使读者切实提高解答物理习题的能力，在详解之后，我们编写了两组练习题。练习A是为了使读者通过自己的实践，掌握解题的要领和方法而设置的。练习B是总结性练习，读者亲自动手总结一下，必定会进一步提高运用物理知识分析物理过程和列物理方程的能力。这两组练习题书后附有略解。书中少量习题超出现在中学所学范围，仅供读者参考。为节省版面，有些题目“答”的部分略去。

本书在编写过程中得到了学校的领导和物理教研组的同志的支持，在此表示感谢。

编 者

1979.4.1于长春

目 录

1	物体的平衡	1
	(一)共点力的平衡	1
	(二)有固定转轴物体的平衡	12
	(三)一般物体的平衡	21
	练习1—〔A〕	35
	练习1—〔B〕	38
2	变速运动	44
	(一)匀变速直线运动	44
	(二)自由落体和竖直上抛运动	54
	(三)速度的合成和分解	62
	(四)平抛和斜抛物体的运动	67
	练习2—〔A〕	76
	练习2—〔B〕	81
3	运动定律	86
	练习3—〔A〕	119
	练习3—〔B〕	125
4	机械能	130
	(一)功 功率	130
	(二)机械能守恒定律	137
	(三)功能关系	148
	练习4—〔A〕	1

练习 4 —〔B〕	167
5 动量	174
(一)冲量和动量	174
(二)动量守恒定律	186
(三)弹性和非弹性碰撞	209
练习 5 —〔A〕	238
练习 5 —〔B〕	245
6 圆运动 万有引力	250
(一)匀速圆运动	250
(二)万有引力定律	272
练习 6 —〔A〕	278
练习 6 —〔B〕	282
附录 练习题略解	288
练习 1 —〔A〕	288
练习 1 —〔B〕	289
练习 2 —〔A〕	292
练习 2 —〔B〕	294
练习 3 —〔A〕	296
练习 3 —〔B〕	299
练习 4 —〔A〕	302
练习 4 —〔B〕	306
练习 5 —〔A〕	309
练习 5 —〔B〕	314
练习 6 —〔A〕	317
练习 6 —〔B〕	320

1 物体的平衡

(一) 共点力的平衡

物体在几个共点力作用下平衡的条件是

$$\Sigma \vec{F} = 0 \text{ 或 } \begin{cases} \Sigma F_x = 0 \\ \Sigma F_y = 0 \end{cases}$$

1. 重50.0千克的物体，用AC和BC两条绳系在墙角，如图1—1所示，BC水平， $\angle ACB = 120^\circ$ 。求AC绳和BC绳的拉力各是多少？

已知： $W = 50.0 \text{ (kg)}$ ；

$\alpha = 120^\circ$ 。

求： $T_1 = ?$

$T_2 = ?$

解：根据共点力平衡的条件，C点受的 T_1 、 T_2 、 W 三个力的合力必为零，即 T_1 、 T_2 的合力必与 W 平衡，即 $W' = W$ 。

由力的平行四边形法则，可得

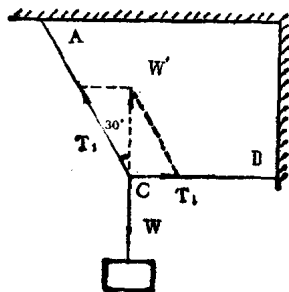


图 1—1

$$T_1 = \frac{W}{\cos 30^\circ}$$

$$= \frac{50.0}{0.866} [\text{kg}] = 57.7 [\text{kg}]$$

$$T_1 = T_2 \sin 30^\circ$$

$$= 57.7 \times 0.5 [\text{kg}] = 28.9 [\text{kg}]$$

答：AC绳受力为57.7千克；

BC绳受力为28.9千克。

2. 有一如图1—2所示的支架ABC。AB长40厘米，BC长120厘米，AC长80厘米。C点挂一个重200千克的物体。试求：

(1) AC的拉力；

(2) BC的支持力。

已知：AB = 0.4[m]；

AC = 0.8[m]；

BC = 1.2[m]；

W = 200[kg]。

求：(1) T = ?

(2) N = ?

解：C点受力T、N、W平

衡， $\sum \vec{F} = 0$

$\therefore \triangle ABC \sim \triangle DCE$

$\therefore \frac{W}{AB} = \frac{T}{AC} = \frac{N}{BC}$

$\therefore T = \frac{AC}{AB} W$

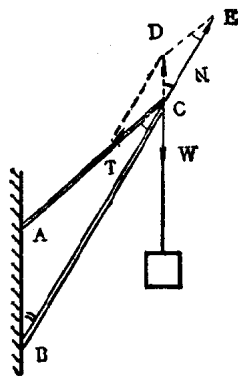


图 1—2

$$= \frac{0.8}{0.4} \times 200 [\text{kg}]$$

$$= 400 [\text{kg}]$$

$$N = \frac{BC}{AB} \cdot W$$

$$= \frac{1.2}{0.4} \times 200 [\text{kg}]$$

$$= 600 [\text{kg}]$$

答：AC 的拉力为 400 千克；

BC 的支持力为 600 千克。

3. 重 2.0 千克的钢球，放在竖直的墙和与墙成 30° 角的夹板之间，如图 1—3 所示。求墙和板对钢球的支持力。

已知： $W = 2.0 [\text{kg}]$ ；

$$\alpha = 30^\circ.$$

求： $N_1 = ?$

$N_2 = ?$

解：将钢球所受的力 N_1 、 N_2 、 W 图示在重心上，

$$\therefore \sum \vec{F} = 0$$

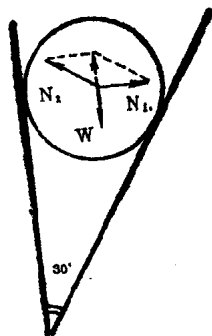


图 1—3

$$\therefore N_1 = \frac{W}{\tan 30^\circ}$$

$$= \frac{2.0}{0.577} [\text{kg}]$$

$$= 3.5 [\text{kg}]$$

$$\begin{aligned}
 N_2 &= \frac{W}{\sin 30^\circ} \\
 &= \frac{2.0}{0.5} [\text{kg}] \\
 &= 4.0 [\text{kg}]
 \end{aligned}$$

答：墙对钢球的支持力为3.5千克，
板对钢球的支持力为4.0千克。

4. 重100千克的一段钢棒，放在与水平方向成 30° 和 60° 角的料架上，如图1—4所示。求料架的两板对钢棒的支持力分别是多少？

已知： $W = 100 [\text{kg}]$ ；

$$\alpha_1 = 30^\circ;$$

$$\alpha_2 = 60^\circ.$$

求： $N_1 = ?$

$N_2 = ?$

解：根据共点力平衡条件

$\Sigma \vec{F} = 0$ ，由力的平行

四边形法则，可得：

$$N_1 = W \cos 30^\circ = 100 \times 0.866 [\text{kg}] = 86.6 [\text{kg}]$$

$$N_2 = W \sin 30^\circ = 100 \times 0.50 [\text{kg}] = 50.0 [\text{kg}]$$

答：两板对钢棒的支持力分别是：86.6千克
和50.0千克。

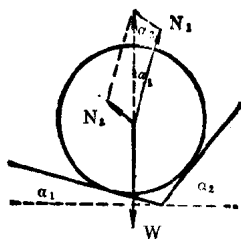


图 1—4

5. 用多大的水平推力推球，才能使球在与水平成 α 角的光滑斜面上保持静止不动。设球重为 W 。

解：〔方法一〕钢棒受力如图1—5所示。由 $\Sigma \vec{F} = 0$ 和力

的平行四边形法则，可得：

$$F = W \operatorname{tg} \alpha .$$

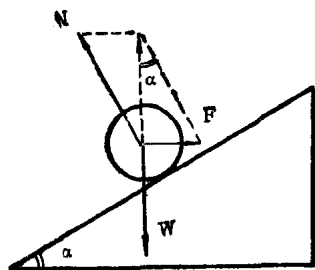


图 1—5

〔方法二〕用正交分解法，

$$\Sigma F_x = 0 \quad F - N \sin \alpha = 0 \dots\dots\dots (1)$$

$$\Sigma F_y = 0 \quad N \cos \alpha - W = 0 \dots\dots\dots (2)$$

$$\text{由 (1) 可得 } N \sin \alpha = F \dots\dots\dots (3)$$

$$\text{由 (2) 可得 } N \cos \alpha = W \dots\dots\dots (4)$$

$$(3)/(4) \text{ 得 } \operatorname{tg} \alpha = \frac{F}{W}$$

$$\therefore F = W \operatorname{tg} \alpha$$

答：所需水平推力为 $W \operatorname{tg} \alpha$ 。

8. 重量为 W 的球用绳子系在墙上并放在光滑的斜面上，绳子和斜面与竖直墙所成的角分别为 β 和 α ，如图1—6所示。试求斜面对球的支承力 N 和绳子对球的拉力 T 。

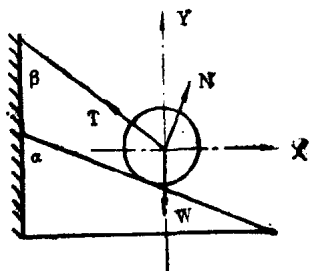


图 1—6

解：设斜面对球的支承力

为 N ，绳对球的拉力为 T 。

根据共点力平衡条件：

$$\Sigma F_x = 0 \quad N \cos \alpha - T \sin \beta = 0 \dots\dots\dots (1)$$

$$\Sigma F_y = 0 \quad N \sin \alpha + T \cos \beta - W = 0 \dots\dots\dots (2)$$

(1) $\times \cos \beta + (2) \times \sin \beta$ 得：

$$N(\cos \alpha \cos \beta + \sin \alpha \sin \beta) = W \sin \beta$$

$$\therefore N = \frac{W \sin \beta}{\cos(\alpha - \beta)} \dots\dots\dots (3)$$

将 (3) 代入 (1) 得

$$\begin{aligned} T &= \frac{N \cos \alpha}{\sin \beta} \\ &= \frac{W \cos \alpha}{\cos(\alpha - \beta)} \end{aligned}$$

答：斜面对球的支承力为 $\frac{W \sin \beta}{\cos(\alpha - \beta)}$ ，

绳对球的拉力为 $\frac{W \cos \alpha}{\cos(\alpha - \beta)}$ 。

讨论：(1) 若 $\alpha = \beta$

则 $N = W \sin \alpha$ ，

$$T = W \cos \alpha。$$

(2) 若 $\alpha = 0$

则 $N = W \tan \beta$ ，

$$T = W / \cos \beta。$$

(3) 若 $\alpha = 90^\circ$

则 $N = W$ ，

$$T = 0。$$

7. 两个重量都是 W 半径都是 r 的光滑重球放在半径为 R 的光滑的圆筒形容器内 ($R < 2r$), 如图1—7所示, 试求两个重球之间的压力。

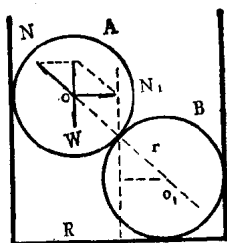


图 1—7

解：以重球 A 作为研究对象，它共受到三个力的作用：重力 W ，筒壁的支持力 N_1 和重球 B 的支持力 N 。重球 A 处于平衡状态，因此这三个力的合力必为零。

由三角形相似关系可知：

$$\begin{aligned}\frac{N}{W} &= \frac{r}{\sqrt{r^2 - (R - r)^2}} \\ \therefore N &= \frac{W r}{\sqrt{r^2 - (R - r)^2}} \\ &= \frac{r}{\sqrt{R(2r - R)}} W\end{aligned}$$

答：两球间的压力为 $\frac{r}{\sqrt{R(2r - R)}} W$ 。

8. 一个质量为 m 顶角为 α 的直角劈和一个质量为 M 的正方体放在两个竖直墙之间，如图1—8所示。求：

- (1) 两物体之间的压力；
- (2) 地面对正方体的支持力；
- (3) 竖直墙对正方体的压力。

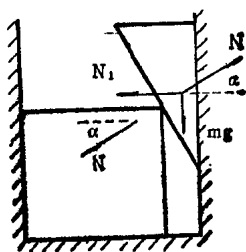


图 1—8

解：(1) 用隔离法，首先取劈作为研究对象，劈受力为：重力 mg 、正方体对劈的支持力 N 及竖直墙对劈的压力 N_1 。由共点力平衡的条件，三力的合力必为零。

$$\Sigma F_x = 0$$

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

$$\therefore N = \frac{mg}{\sin \alpha} \dots\dots\dots (1)$$

(2) 取正方体作为研究对象，正方体受力为：重力 Mg 、劈的压力 N' 、地面对正方体的支持力 F_1 、竖直墙对正方体的压力 F_2 。由共点力平衡条件：

$$\Sigma F_x = 0 \quad N' \sin \alpha + Mg - F_1 = 0 \dots\dots\dots (2)$$

$$\Sigma F_y = 0 \quad F_2 - N' \cos \alpha = 0 \dots\dots\dots (3)$$

因 N' 大小等于 N ，将(1)代入 (2) 和 (3)，则得：

$$F_1 = (M + m)g$$

$$F_2 = \frac{mg}{\sin \alpha} \cdot \cos \alpha$$

$$= mg \cot \alpha$$

答：(1) M 与 m 间相互压力为 $mg/\sin \alpha$ ；

(2) 地面对 M 的支持力为 $(M + m)g$ ；

(3) 墙对 M 的压力为 $mg \cot \alpha$ 。

9. 用一与水平方向成 30° 角的拉力拉一个质量为 200 千克的木箱在水平面上匀速前进。如果木箱与水平面间的摩擦系数为 0.3。

(1) 试求出这个拉力的大小；

(2) 若用与水平方向成 30° 角的 50.0 千克的拉力拉木箱

而未拉动，此时摩擦力多大？

已知： $m = 200[\text{kg}]$ ，

$K = 0.3$ ，

$\alpha = 30^\circ$ ，

$F' = 50 \times 9.8[\text{N}]$ 。

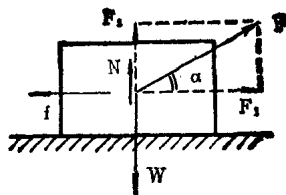


图 1—9

求：(1) $F = ?$

(2) $f' = ?$

解：木箱受力如图1—9所示。

(1) 因为木箱匀速前进，由共点力平衡条件：

$$\Sigma F_x = 0 \quad F \cos \alpha - f = 0 \dots\dots\dots (1)$$

$$\Sigma F_y = 0 \quad F \sin \alpha + N - mg = 0 \dots\dots\dots (2)$$

$$\text{滑动时} \quad f = K N \dots\dots\dots (3)$$

式 (1)、(2)、(3) 联立，可得：

$$\begin{aligned} F &= \frac{K mg}{\cos \alpha + K \sin \alpha} \\ &= \frac{0.3 \times 9.8 \times 200}{0.866 + 0.3 \times 0.5} [\text{N}] \\ &= 580 [\text{N}] \end{aligned}$$

(2) 因为没有滑动，此时木箱与地面间的摩擦为静摩擦。

$$F' \cos \alpha - f' = 0$$

$$\therefore f' = F' \cos \alpha$$

$$= 50 \times 9.8 \times 0.866 [\text{N}]$$

$$= 424 [\text{N}]$$

答：匀速时，拉力 F 为 580 牛顿，

未动时，摩擦力为 424 牛顿。

10. 在两块竖直的木板中间，夹一个重30千克的方形木块。若所加压力为50千克，木块与木板间的最大静摩擦系数是0.4。试问：

- (1) 静止时方形木块受到哪几个力的作用？
- (2) 要想从上方抽出木块至少需要多大的力？
- (3) 要想从下方抽出木块至少需要多大的力？

已知： $W = 30[\text{kg}]$ ，

$N = 50[\text{kg}]$ ，

$K = 0.4$ 。

求： $F_1 = ?$

$F_2 = ?$

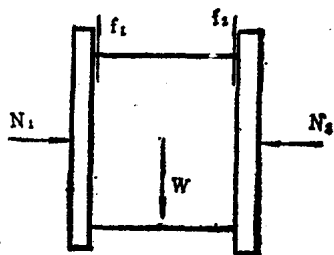


图 1—10

解：(1) 木块共受五个力的作用：重力 W 、左侧板的压力 N_1 、右侧板的压力 N_2 、木块与左侧板之间的摩擦力 f_1 、木块与右侧板之间的摩擦力 f_2 ，如图1—10所示。

- (2) 若想从上方抽出木块，这时静摩擦力向下，设所需拉力为 F_1 ，则：

$$F_1 - W - f_1 - f_2 = 0$$

$$\therefore F_1 = W + 2f$$

$$= W + 2KN$$

$$= 30[\text{kg}] + 2 \times 0.4 \times 50[\text{kg}]$$

$$= 70[\text{kg}]$$

- (3) 若想从下方抽出木块，这时静摩擦力向上，设所

需拉力为 F_2 ，则：

$$F_2 + W - f_1 - f_2 = 0$$

$$\therefore F_2 = 2f - W$$

$$= 2KN - W$$

$$= 2 \times 0.4 \times 50[\text{kg}] - 30[\text{kg}]$$

$$= 10[\text{kg}]$$

答：（1）从上方抽出木块至少要用70千克；

（3）从下方抽出木块至少要用10千克。

1. 运用共点力平衡条件解题，首先要正确地分析平衡物体所受的力。

（1）分析受力首先要确定分析对象。如果所研究的对象是物体，则各力的作用点在物体的重心上；有时也可以把节点作为分析对象。

（2）分析受力其次要看这个物体和哪些物体有相互作用和有什么形式的作用：

第一、看是否受重力或电场力、磁场力等；

第二、看物体和哪些物体接触，有无推、拉、压等情况，若有必受垂直于接触面的弹力；

第三、看物体和哪些物体接触，有无相对运动，若有必受与物体运动方向相反的滑动摩擦力。如无相对运动，看是否有相对运动的趋势，若有则必受与运动趋势相反的静摩擦力。

2. 在正确地分析平衡物体受力的基础上列出平衡方程。

列平衡方程时，有时可用正交分解法将各个力分解在 x 轴和 y 轴上，然后列出下述平衡方程求解：

$$\Sigma F_x = 0, \quad \Sigma F_y = 0.$$

(二) 有固定转轴物体的平衡

1. 力矩： $M = F \cdot L$

力臂 L ——从转动轴到力的作用线的垂直距离。

2. 有固定转动轴物体的平衡条件是：

$$\Sigma M = M_1 + M_2 + M_3 + \dots = 0$$

式中顺时针力矩为 (+)；逆时针力矩为 (-)。

11. 铁路过道处的栏杆重为 W ，转动轴距左端为 L ，栏杆重心距左端为 L_1 ($L_1 < L$)。现在要放下栏杆，必须在栏杆的左端加多大的向上的力 F ？

解：栏杆受力如图 1—11 所示。

根据有固定转动轴物体平衡的条件：

因 F 的力矩 FL 是顺时针的， W 的力矩

$W(L - L_1)$ 是逆时针的。

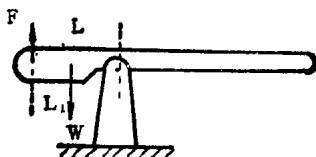


图 1—11