名校好题

名校名师 绝妙好题 专题专练 打造高分

高中
物理分册
力学

稳操胜券

最好的题目
最详尽的讲解
最完备的知识体系
最苛刻的选取题目的标准

mingxiaohaoti

开明出版社
press

名校好题

高中物理分册

力学

mingxiaohaoti

主编 张绍田

开明出版社

本册主编　张绍田
编　　者　张绍田　孙凤池　朱丹荔
陈功义　苏越文　高书贤

总 策 划　焦向英
策划执行　林水平　马小涵
责任编辑　马小涵　肖路路

名 校 好 题

高中物理分册
力学

张绍田　**主编**

*
开明出版社出版发行
（北京海淀区西三环北路 19 号外研社大厦　邮编 100089）
保定市印刷厂印刷
新华书店北京发行所经销
开本：787×1092　1/16　印张：8.25
2002 年 2 月北京第 1 版　2002 年 2 月第 1 次印刷
ISBN 7－80133－593－7/G·519　定价：9.00 元

CONTENTS

目 录

第一章

力 物体的平衡

例题 1 (北京市西城区自测题)

20N、30N、40N 的三个力作用于物体的一点,它们之间的夹角都是120°,求合力的大小和方向。

进入

本题是一道普通的力的合成题,用平行四边形法则或正交分解法均可求解。应注意题中 120°夹角的条件,宜巧解。

攻击

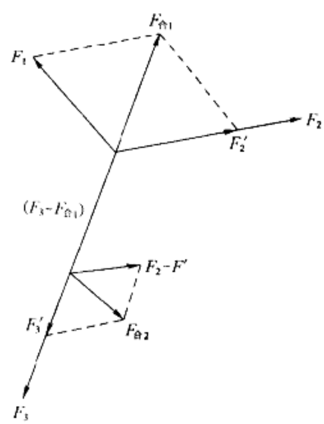
[思路一] 利用相等大小的两力夹角 120°时,合力与每个分力大小相等的规律求解。

[思路二] 用多个力合成时的多边形法求解。

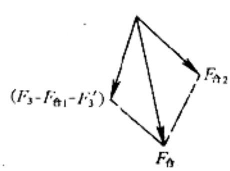
[思路三] "补偿法"求解。

解答

(1) 如图Ⅰ-1 取 F_2 中 20N (F_2')与 F_1 合成,得 $F_{合1}$ = 20N(与 F_3 反向)与 F_3 中 20N 抵消。取 F_2 余下的 10N (F_2-F_2')与 F_3 余下的 20N 中的 10N 合成得 $F_{合2}$ = 10N,方向与 F_3 夹角 60°。最后将 $F_{合2}$与 F_3 余下的 10N 合成,可由几何得 $F_{合}=10\sqrt{3}$N,方向与 F_3 成 30° 角偏右。(图Ⅰ-2)



图Ⅰ-1



图Ⅰ-2

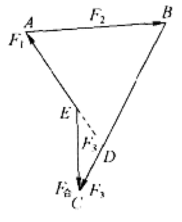
(2) 用“多边形法”依次合成 F_1、F_2、F_3，如图Ⅰ-3 所示。

由几何可证$\angle A=\angle B=60°$，$\triangle ABD$ 为等边三角形：$AB=BD=30N$，$\therefore\quad DC=10N$ $ED=10N$

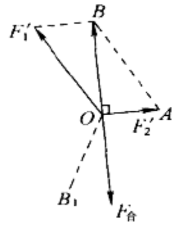
解等腰三角形 EDC（底角均为 $30°$）可得：$EC=10\sqrt{3}N$，即 $F_{合}=10\sqrt{3}N$，方向与 F_3 成 $30°$角偏右。

(3) “补偿法”。

将 F_1、F_2 均补为 40N，则三个互为 120°夹角、大小均为 40N 的力，合力为零。



图Ⅰ-3



图Ⅰ-4

F_1 填补的力 F_1'为 20N，F_2 填补的力 F_2'为 10N，所以原三个力的合力即为 F_1'、F_2'合力的相反力（平衡力）见图Ⅰ-4，由几何可证$\triangle OAB$ 为含有 30°角的直角三角形，$OB=10\sqrt{3}N$，与原 F_3 的方向（图Ⅰ-4 中的 OB_1）成 30°角偏左，即 $F_{合}=10\sqrt{3}N$ 与原 F_3 方向成 30°角偏右。

回顾

力的合成，有时蕴含着巧妙的解法，要注意挖掘并巧用条件。

例题 2
如图Ⅰ-5，两固定不动的光滑硬杆 OA 与 OB 夹角为 θ，在两杆上各套上轻环 C 和 D，并用不计伸长的轻绳将两环相连。现用一恒力 F 沿 OB 方向拉环 C，当两环平衡时，OA 杆对 D 环的弹力多大？OB 杆对 C 环的弹力多大？

进入

题中条件：光滑杆——不计摩擦。

轻环——不计重力。

所以 D 环受杆的压力 N_D 和绳的拉力 T 两个力，C 环受杆的压力 N_C、绳的拉力 T 和外力 F 三个力，它们都处于平衡状态。

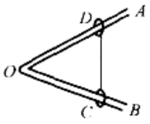
攻击

[思路一] 隔离法求解。

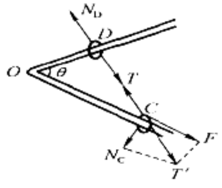
［思路二］ 以C、D二环整体为研究对象求解。

解答

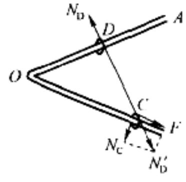
(1) D环受两个力，属二力平衡问题。因为压力 N_D 垂直于杆，所以绳的拉力也垂直于杆，见图Ⅰ-6。C环受到三个力，属三力平衡问题。将 F 与 N_C 合成，共合力 T'（应与 T 反向）如图Ⅰ-6，$\triangle CN_CT'$ 为直角三角形。$\angle CT'F=\theta$



图Ⅰ-5



图Ⅰ-6



图Ⅰ-7

由图Ⅰ-6，$N_D=T$

$$T'=\frac{F}{\sin\theta}\qquad N_C=F\cdot\mathrm{ctg}\theta$$

即 $\begin{cases}N_D=\dfrac{F}{\sin\theta}\\ N_C=F\cdot\mathrm{ctg}\theta\end{cases}$

(2) 研究C、D环整体，因受到 N_D、N_C、F 三个力而平衡。见图Ⅰ-7，F 沿杆方向，N_C 为弹力与杆垂直，即 $N_C\perp F$。又 $N_D\perp OA$，由几何知

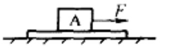
$\triangle CFN'_D\backsim\triangle CDO$，$\angle CN'_DF=\theta$

可得 $\begin{cases}N_C=F\cdot\mathrm{ctg}\theta\\ N_D'=N_D=\dfrac{F}{\sin\theta}\end{cases}$

◇ 练　习 ◇

草　稿

§1-1　如图Ⅰ-8物体A所受重力为G,将其放在水平放置的木板上,若用水平力$F=\frac{1}{2}G$,作用于A时,恰可使A做匀速运动而木板静止不动。现撤去外力F,将木板一端固定,另一端逐渐抬高,当木板与水平面成30°角时:

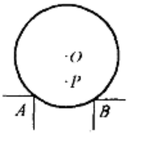


图Ⅰ-8

(1)判断此刻物体A的状态;

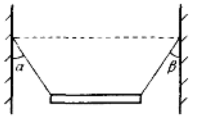
(2)求木板受到物体A的摩擦力大小和方向。

§1-2　一个光滑球重为G,它是由多种材料制成的。它的球心为O,重心为P,OP距离是球半径的一半。把球放在水平轨道上保持静止。A、B是支点。A、B处于同一水平面上,距离等于球半径,如图Ⅰ-9所示。则球对支点A的压力大小为多大?



图Ⅰ-9

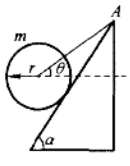
§1-3　如图Ⅰ-10，一粗细不均匀的棒长 $L=6\text{m}$，用轻绳悬挂于两壁之间，保持水平。已知 $\alpha=45^\circ$，$\beta=30^\circ$。求棒的重心位置。



图Ⅰ-10

草　稿

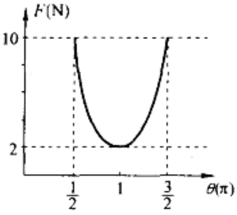
§1-4　如图Ⅰ-11长 L 的绳拴住半径为 r、质量为 m 的均匀球体，绳系于倾角为 α 的光滑斜面的 A 点，处于平衡状态。求绳受到的张力。



图Ⅰ-11

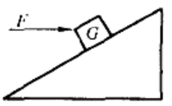
草稿

§1-5　在研究共点力合成实验中，得到如图Ⅰ-12所示的合力 F 与两分力夹角 θ 的关系图线，则两分力大小各为多少？



图Ⅰ-12

§1-6　如图Ⅰ-13所示，重为 G 的木块放在长为 L，高为 h 的斜面上，木块与斜面间的动摩擦因数为 μ，试求：



图Ⅰ-13

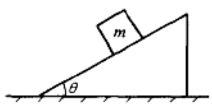
(1) 为使木块能沿斜面匀速向上滑行，对木块的水平推力 F 应多大？

(2) 斜面高度 h 与长度 L 之比多大时，无论用多大的水平推力也无法将木块推上斜面？

草 稿

§1-7 一重为 G 的物体放在水平地面上，它与水平地面的动摩擦因数为 μ。今用一力 F 拉动物体，使其沿水平地面匀速滑动，求拉力 F 的值不得小于多大?

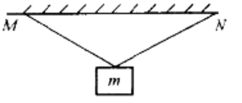
§1-8 一表面粗糙的斜面体，放在水平光滑的地面上，见图Ⅰ-14，θ 为斜面倾角，一质量为 m 的滑块恰能沿斜面匀速下滑。若用一推力 F 作用于滑块，使之沿斜面匀速上滑，为保持斜面体不动，必须用一大小为 $f=4mg\cdot\cos\theta\cdot\sin\theta$ 的水平力作用于斜面，求推力 F 的大小和方向。



图Ⅰ-14

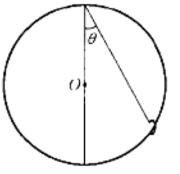
草 稿

§1-9 两根长度相同的轻绳，下端挂一质量为 m 的物体，上端分别固定在水平天花板上的 M、N 两点，M、N 两点间距离为 s，如图Ⅰ-15，已知两绳所能承受的最大拉力均为 T，求每根绳的最短长度。



图Ⅰ-15

§1-10　一个重为 G 的小圆环套在一个竖直放置的半径为 R 的大圆环上，小圆环由一根劲度系数为 K，自然长度为 $L(L<R)$ 的橡皮绳系着，橡皮绳的另一端固定在大圆环的最高点，如图Ⅰ-16所示，设橡皮绳遵循胡克定律，求当小环静止时，橡皮绳与竖直方向的夹角 θ。



图Ⅰ-16

草　稿

提示·分析·解答

§1-1　提示:(1) A 匀速运动时,$F=\mu G$,$\mu=0.5$,

木板抬高时 $G\sin30°>\mu G\cos30°$,木块将加速下滑。

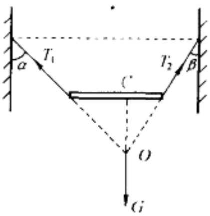
(2) $f=\mu G\cos30°=\frac{\sqrt{3}}{4}G$,方向沿板向下。

§1-2　提示:此题为一般的三力平衡问题,共点于球心 O 点,与重心高低位置无关。

答案:$\frac{\sqrt{3}G}{3}$

§1-3　答案:重心距 B 端 2.2m 处。

提示:棒的受力情况如图ⅠD-1所示。两绳拉力 T_1、T_2 与 G 三力共点于O 点,则重心 C 在过 O 的竖直线上。再由三力平衡求解。



图ⅠD-1

§1-4　答案:$T=\frac{mg}{\mathrm{ctg}\alpha\cos\theta+\sin\theta}$

提示:做出矢量三角形图,用正弦定理求解。

§1-5　答案:6N,8N

提示:利用两分力夹角为$\frac{\pi}{2}$和 π 的两种情况,列出合力与分力的关系式

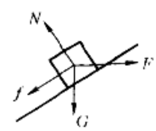
$$\begin{cases}F^2=F_1{}^2+F_2{}^2=10^2\\F'=F_1-F_2=2\end{cases}$$

解方程组可得 $F_1=8\mathrm{N}$,$F_2=6\mathrm{N}$。

§1-6　答案:　(1) $F=\frac{G(h+\mu\sqrt{L^2-h^2})}{\sqrt{L^2-h^2}-\mu h}$

(2) $\frac{h}{L}\geqslant\frac{1}{\sqrt{1+\mu^2}}$

提示:作木块受力如图ⅠD-2。



图ⅠD-2

(1) 建立沿斜面和垂直斜面的坐标系,由受力平衡

有
$$\begin{cases}F\cos\theta=\mu N+G\sin\theta\\N=G\cos\theta+F\sin\theta\end{cases}$$

解出
$$F=\frac{\mu\cos\theta+\sin\theta}{\cos\theta-\mu\sin\theta}G$$

由几何
$$\sin\theta=\frac{h}{L}\quad\cos\theta=\frac{\sqrt{L^2-h^2}}{L}$$

代入下式得
$$F=\frac{G(h+\mu\sqrt{L^2-h^2})}{\sqrt{L^2-h^2}-\mu h}$$

(2) 从 F 的表达式看,$F\to\infty$(或 F 不存在的条件)是$\sqrt{L^2-h^2}-\mu h\leqslant0$

解出$\frac{h}{L} \geqslant \frac{1}{\sqrt{L+\mu^2}}$

§1-7　答案：$F_{\min} = \frac{\mu G}{\sqrt{L+\mu^2}}$

提示：设 F 以某倾角 α（与水平方向夹角）的方向拉动物体，见图 I D-3

由平衡条件

$$\begin{cases} F\cos\theta = \mu N \\ N + F\sin\theta = G \end{cases}$$

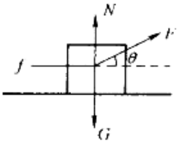


图 I D-3

解出
$$F = \frac{\mu G}{\mu\sin\theta + \cos\theta}$$

对上式做数学变换

$$F = \frac{\mu G}{\sqrt{1+\mu^2}\left(\frac{\mu}{\sqrt{1+\mu^2}}\sin\theta + \frac{1}{\sqrt{1+\mu^2}}\cos\theta\right)} = \frac{\mu G}{\sqrt{1+\mu^2}\sin(\theta+\varphi)}$$

式中
$$\varphi = \mathrm{arctg}\,\frac{1}{\mu}$$

当 $\sin(\theta+\varphi)=1$ 即 $\theta+\varphi=90°$时

$$F_{\min} = \frac{\mu G}{\sqrt{1+\mu^2}}$$

§1-8　答案：　$F = \frac{mg\cos\theta\sqrt{\mathrm{tg}^2\theta+9}}{\mathrm{tg}\theta}$　F 的方向与斜面成 $\mathrm{tg}^{-1}\left(\frac{\mathrm{tg}\theta}{3}\right)$

提示：滑块匀速下滑由平衡条件得

$mg\sin\theta = \mu mg\cos\theta$，故滑块与斜面间的动摩擦因数 $\mu = \mathrm{tg}\theta$ 设推力 F 与斜面夹角为 α 见图 I D-4，则有滑块在沿斜面方向和垂直斜面方向

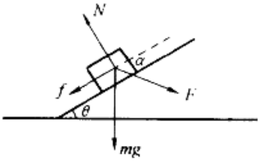


图 I D-4

$$\begin{cases} F\cos\alpha = \mu N + mg\sin\theta \\ F\sin\alpha + mg\cos\theta = N \end{cases}$$

联立以上两式可得

$$F(\cos\alpha - \mu\sin\alpha) = mg(\sin\theta + \mu\cos\theta)$$

将 $\mu=\mathrm{tg}\theta$ 代入有

$$F(\cos\alpha - \sin\alpha\,\mathrm{tg}\theta) = 2mg\sin\theta \qquad ①$$

对滑块和斜面体整个系统，在水平方向有

$$F\cos(\alpha-\theta) = f = 4mg\cdot\cos\theta\cdot\sin\theta$$

展开上式

$$F\cos\alpha\cos\theta + F\sin\alpha\sin\theta = 4mg\cos\theta\sin\theta$$

即
$$F\cos\alpha + F\sin\alpha\,\mathrm{tg}\theta = 4mg\sin\theta \qquad ②$$

联立①、②可得

$$F\cos\alpha = 3mg\sin\theta \qquad ③$$

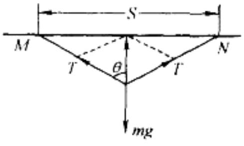
$$F\sin\alpha = mg\cos\theta \quad ④$$

联立③、④可得 $$\mathrm{tg}\alpha = \frac{\mathrm{tg}\theta}{3} \quad ⑤$$

④、⑤联立解出 $$F = \frac{mg\cos\theta\sqrt{\mathrm{tg}^2\theta + 9}}{\mathrm{tg}\theta}$$

§1-9 答案：$L = \dfrac{TS}{\sqrt{4T^2 - (mg)^2}}$

提示：重物在三力作用下平衡，由于两绳等长，故两绳对重物拉力始终相等。绳越短，两绳张开的角度越大，两绳的拉力就越大，故拉力最大时，两绳最短，设为 L，且此时绳与竖直方向的夹角为 θ，重物受力如图ⅠD-5，由平衡条件得



图ⅠD-5

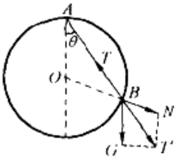
$$2T\cos\theta = mg$$

又由几何关系得 $\cos\theta = \dfrac{\sqrt{L^2 - \left(\dfrac{S}{2}\right)^2}}{L}$，

由上述两式解得 $L = \dfrac{TS}{\sqrt{4T^2 - (mg)^2}}$

§1-10 答案：$\theta = \arccos\dfrac{KL}{2(KR - G)}$

提示：小环受力情况如图ⅠD-6，由平衡条件得到 G、N 的合力 $T' = -T$，由几何可知 $\dfrac{G}{\sin\theta} = \dfrac{T}{\sin 2\theta}$，$2G\cos\theta = T$ ①



图ⅠD-6

橡皮绳的伸长量 $\Delta L = 2R\cos\theta - L$

而 $$T = K\Delta L = K(2R\cos\theta - L) \quad ②$$

联立①、②解得 $\cos\theta = \dfrac{KL}{2(KR - G)}$

即 $$\theta = \arccos\theta\frac{KL}{2(KR - G)}$$

第二章

直线运动

例题 1	（2001 年北大附中）
一物体做匀加速直线运动，在第 3s 内物体的位移为 8m，在第 7s 内物体的位移为 16m，求此物体运动的初速度和加速度。	

进入

物体做匀变速运动，已知两个相等时间间隔（不相邻）内的位移。

攻击

［思路一］ 相邻的相等时间间隔内的位移差有：$\Delta S = aT^2$

［思路二］ 利用加速度的定义式求解

［思路三］ 利用 v-t 图线求解

解答

（1）利用规律 $\Delta S = aT^2$

$$S_7 - S_3 = 4aT^2 \quad T = 1\text{s}, \qquad 得\ a = 2\text{m/s}^2$$

由 $aT^2 = 2\text{m}$，可推出 1-7 秒内每一秒发生的位移依次为 4、6、8、10、12、14、16(m)，

所以 $S_{总} = 4 + 6 + \cdots + 16 = 70\text{m}$，

又 $S_{总} = v_0 \cdot 7 - \frac{1}{2}a \cdot 7^2$ 解出 $v_0 = 3\text{m/s}$.

（2）做匀变速直线运动的物体在某段时间内的平均速度，等于它在这段时间的中间时刻的即时速度。

第 3s 内的平均速度 $\overline{v}_3 = v_{2.5}$(2.5s 时刻的即时速度) $= 8\text{m/s}$

同理 $\overline{v}_7 = v_{6.5} = 16\text{m/s}$

由加速度的定义式 $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_{6.5} - v_{2.5}}{4} = 2\text{m/s}^2$

$v_{2.5} = v_0 + a \cdot 2.5$ 　　得 　$v_0 = 3\text{m/s}$.

（3）作 v-t 图，见图Ⅱ-1