高等院校力学学习辅导丛书
Exercise Series in Mechanics for Higher Education

力学小问题及全国大学生力学竞赛试题

高云峰 Gao Yunfeng　蒋持平 Jiang Chiping
吴鹤华 Wu Hehua　殷金生 Yin Jinsheng　编

清华大学出版社　Springer

本书是从《力学与实践》“小问题”栏目300多个小问题精选汇集而成的，内容包括：理论力学部分（120题，分为静力学、运动学、动力学、趣味力学问题等4章）；材料力学部分（60题，分为拉压及扭转、弯曲、能量法、超静定、其他等5章）；全国大学生力学竞赛试题（1988年第一届、1992年第二届、1996年第三届、2000年第四届）。可作为理工科院校大学生的参考书，也可以作为准备报考硕士研究生的参考资料，还可作为理论力学、材料力学或工程力学教师的教学参考书。

本书主要特色

- 内容广泛，形式多样，融新颖、灵活、趣味于一体。
- 由各高校有丰富教学经验的教师出题，了解学生易于犯什么样的错误，因此问题更具针对性，解答更具指导性。
- 题型多样化，既有通常的习题、证明题、概念题等，也有生活中的实际问题，还有讨论题、设计题、找错题等，并有利用计算机求解的问题。
- 有助于学生培养兴趣、开阔视野、提高处理问题的能力。
- 汇集了全国大学生力学竞赛的试题和答案（共四届）。

作者简介

高云峰 清华大学工程力学系副教授，现任中国力学学会一般力学专业委员会委员、中国自动化学会空间及运动体控制专业委员会委员、中国空间学会空间机械专业委员会委员，并任《力学与实践》编委，负责《小问题》专栏。主讲课程有“工程力学”、“航天器动力学”、“高等动力学”等。合作编著《理论力学》、《理论力学辅导与习题集》、《现代运动生物力学进展》、《生物力学测量方法》。曾负责第四届全国周培源大学生力学竞赛理论力学试题的出题，多次担任中央电视台1频道《奇思妙想》和10频道《异想天开》栏目嘉宾并提供题目。曾获军队科技进步一等奖。研究领域为航天器轨道动力学、多刚体动力学、运动生物力学等。

蒋持平 北京航空航天大学飞行器设计与应用力学系教授，博士生导师，固体力学研究所副所长。现任《力学与实践》副主编、教育部第四届课程指导小组成员、北京力学学会理事。从事力学教学与科研工作。曾主持第四届全国周培源大学生力学竞赛。研究领域为复合材料力学、断裂与损伤力学、力学在工程中的应用等。在国内外核心期刊发表论文80余篇，大量由Sci、Ei 收录。获国家级教学成果二等奖、北京市教学成果一等奖、国家教委科技进步二等奖各一项。

ISBN 7-302-06993-X

9 787302 069935 >

定价：19.00元

高等院校力学学习辅导丛书
Exercise Series in Mechanics for Higher Education

力学小问题及全国大学生力学竞赛试题

高云峰 Gao Yunfeng
蒋持平 Jiang Chiping
吴鹤华 Wu Hehua
殷金生 Yin Jinsheng
编

清华大学出版社
北京
Springer

内 容 简 介

本书是从《力学与实践》"小问题"栏目300多个小问题中精选汇集而成的，内容包括：理论力学部分(120题，分为静力学、运动学、动力学、趣味力学问题等4章)；材料力学部分(60题，分为拉压及扭转、弯曲、能量法、超静定、其他等5章)；全国大学生力学竞赛试题(1988年第一届、1992年第二届、1996年第三届、2000年第四届)。

这些问题与解答是由近百位编者在二十多年间(1980—2002)陆续编出的，他们绝大部分是各高校有丰富教学经验的教师，了解学生易于犯什么样的错误，因此提出的问题和解答都很有指导性，并且内容广泛，形式多样，融新颖、灵活、趣味于一体。书中除了有通常的习题、证明题、概念题外，还有理论联系实际的问题、解答不惟一的讨论题、设计题，此外还有少量利用计算机求解的问题等。

由于以上特点，经常有一些高校的同学向"小问题"栏目的编委索要有关资料，所以现在把《力学与实践》中的"小问题"精选汇集出版，并增加了历届全国周培源大学生力学竞赛的试题和答案，相信会使更多的读者受益。

本书可作为理工科院校大学生的参考书，也可作为硕士研究生应考者的参考资料，还可作为理论力学、材料力学或工程力学教师的教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

力学小问题及全国大学生力学竞赛试题/高云峰等编. —北京：清华大学出版社，2003
(高等院校力学学习辅导丛书)
ISBN 7-302-06993-X

Ⅰ. 力… Ⅱ. 高… Ⅲ. 力学—高等学校—教学参考资料 Ⅳ. O3

中国版本图书馆CIP数据核字(2003)第070825号

出 版 者：清华大学出版社　　**地　　址**：北京清华大学学研大厦
http://www.tup.com.cn　　**邮　　编**：100084
社 总 机：010-62770175　　**客户服务**：010-62776969
组稿编辑：陈朝晖
文稿编辑：杨　倩
印 刷 者：北京国马印刷厂
装 订 者：北京密云京文制本装订厂
发 行 者：新华书店总店北京发行所
开　　本：175×245　**印张**：15　**字数**：272千字
版　　次：2003年11月第1版　2003年11月第1次印刷
书　　号：ISBN 7-302-06993-X/O·315
印　　数：1～6000
定　　价：19.00元

目 录

第 1 篇

理论力学部分

第 1 章 静力学部分

1. 曲杆 DCE 中的 CD、CE 是相互垂直的两段均质杆，每段长为 $2l$，重量均为 P。将此曲杆搁在宽度为 a 的光滑平台上(图 1a)，求平衡时的 φ 角。(姜锐，浙江大学力学系。引自 1991 年浙江大学硕士研究生入学考试试题。原第 250 题，1994，No. 2。)

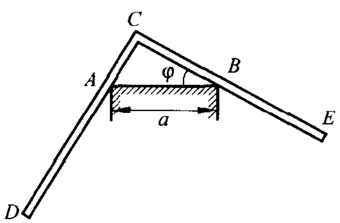

图 1a

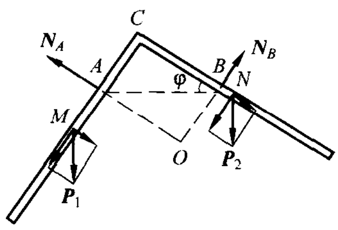

图 1b

解：以曲杆为研究对象(图 1b)，设 M 为 CD 段的中点，N 为 CE 段的中点。由 $\sum m_O(F)=0$，得

$$P_1\cos\varphi\cdot\overline{OA}+P_1\sin\varphi\cdot\overline{AM}-P_2\cos\varphi\cdot\overline{BN}-P_2\sin\varphi\cdot\overline{OB}=0 \tag{1}$$

其中 $P_1=P_2=P$，$\overline{OA}=a\cos\varphi$，$\overline{AM}=l-a\sin\varphi$，$\overline{BN}=l-a\cos\varphi$，故有

$$a\cos^2\varphi+\sin\varphi(l-a\sin\varphi)-\cos\varphi(l-a\cos\varphi)-a\sin^2\varphi=0$$

化简后得

$$(\cos\varphi-\sin\varphi)\left(\cos\varphi+\sin\varphi-\frac{l}{2a}\right)=0 \tag{2}$$

由

$$\cos\varphi-\sin\varphi=0$$

得到

$$\varphi=\frac{\pi}{4} \tag{3}$$

由

$$\cos\varphi+\sin\varphi-\frac{l}{2a}=0$$

解得

$$\varphi=\frac{\pi}{4}\pm\arccos\left(\frac{l}{2\sqrt{2}a}\right) \tag{4}$$

式(4)存在的条件为

$$\frac{l}{2\sqrt{2}a}\leqslant 1 \quad 且 \quad \arccos\left(\frac{l}{2\sqrt{2}a}\right)\leqslant\frac{\pi}{4}$$

即

$$2a\leqslant l\leqslant 2\sqrt{2}a$$

因此，当 $l<2a$，或 $l>2\sqrt{2}a$ 时，曲杆只有一个平衡位置：$\varphi=\frac{\pi}{4}$；当 $2a\leqslant l\leqslant 2\sqrt{2}a$ 时，曲杆有三个平衡位置：$\varphi_1=\frac{\pi}{4}-\arccos\left(\frac{l}{2\sqrt{2}a}\right)$，$\varphi_2=\frac{\pi}{4}$，$\varphi_3=\frac{\pi}{4}+\arccos\left(\frac{l}{2\sqrt{2}a}\right)$。

2. 最佳场址选择问题。设 A、B、C 三个村子里的学生人数分别为 n_1，n_2，n_3，在选择校址时，为了使全体学生所走的路程之和最少，可用如下的力学实验测定：根据各村的位置，按比例在光滑平板上开三个小孔。取三个重物 P_1，P_2，P_3，使它们的重量之比满足 $P_1:P_2:P_3=n_1:n_2:n_3$。将三个重物分别用细线系住，依次穿过三个小孔，并在 E 点相连结(见图 2)。设三个小孔是光滑的，则当三物平衡时，E 点的位置即为所求的校址。试证明为什么可以这样做?(梁法库，黑龙江克山师专物理系。原第 169 题，1989，No. 5。)

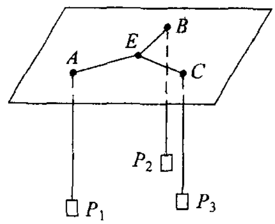

图　2

解：设每个重物的挂线长度均为 a，$\overline{EA}=l_1$，$\overline{EB}=l_2$，$\overline{EC}=l_3$，平衡时系统的势能应取极小值，即

$$V=-\sum_{i=1}^{3}P_i(a-l_i)=-a\sum_{i=1}^{3}P_i+\sum_{i=1}^{3}P_il_i \tag{1}$$

其中

$$V_1=\sum_{i=1}^{3}P_il_i \tag{2}$$

应取极小值。设 S 为全体学生所走的总路程，则有

$$S=\sum_{i=1}^{3}n_i l_i \tag{3}$$

利用

$$P_1:P_2:P_3=n_1:n_2:n_3 \tag{4}$$

则式(2)取极小值时，式(3)也取极小值。即：物体平衡时的位置等价于在该位置建校全体学生所走的总路程最短。此问题及处理方法可推广至 N 个村的情形。

3. 罗培伐秤由两杠杆和两秤盘铰接而成，如图 3 所示。求平衡时 P 和 Q 的比值以及支座 A、B 处的反力。(朱照宣，北京大学力学系。原第 69 题，1984，No. 3。)

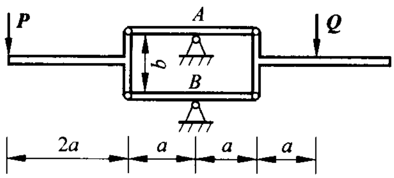

图 3

解：利用虚位移原理，当两杠杆有虚位移时，两秤盘保持水平。则容易证明平衡时有

$$P=Q$$

然后，利用受力图(不再用虚位移原理)，分别对 A 点、B 点取矩，可以求出 A、B 处反力的水平分量为

$$\frac{Pa}{b}$$

其中 A 处反力方向向右，B 处反力方向向左。竖直分量不定，如不计秤的自重，两者合计为 $2P$(向上)。

罗培伐(G. P. Roberval，1602—1675，法国数学家)。这个问题见 1636 年默森(M. Mersenne，1588—1648)的《普遍和谐》一书。1803 年潘索(L. Poinsot，1777—1859，静力学奠基人之一)在其《静力学原理》中才给出正确解释。

4. 图 4a 所示结构中，不计各处摩擦，滑块 B 可沿 OC 杆滑动，滑块 E 可在水平方向运动。已知在 AB 杆上作用一水平力 Q，$\overline{OD}=\overline{DB}=l$，$ED\perp DC$，求该机构平衡时作用于滑块 E 上的力 P 大小。(徐德才，江西农业大学农业工程系。原第 209 题，1991，No. 5。)

解：系统各点的虚位移(图 4b)之间有如下关系：

$$\delta r_A=\delta r_B,\quad \delta r_{Be}=\delta r_B\sin\varphi$$

$$\delta r_{Be}=2\delta r_D,\quad \delta r_D=\delta r_E\sin\varphi$$

由虚位移原理，有

$$Q\delta r_A-P\delta r_E=0$$

所以

$$Q\delta r_B=\frac{P\delta r_D}{\sin\varphi}=\frac{P\delta r_{Be}}{2\sin\varphi}=\frac{1}{2}P\delta r_B$$

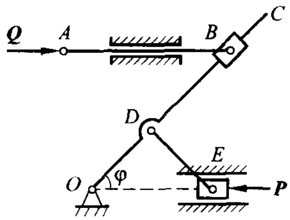

图　4a

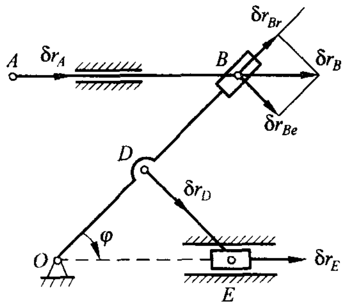

图　4b

因此有

$$P=2Q$$

5. 不计组合梁(图 5a)的自重，已知 $P=1\text{kN}, M=0.6\text{kN}\cdot\text{m}, l_1=2\text{m}, l_2=3\text{m}$，$H$、$B$、$G$、$D$、$E$ 为铰链，试用虚位移原理求固定端 A 处的反力偶。(林敬圣，浙江农业大学工程技术学院。原第 257 题，1994，No. 4。)

解：解除 A 处固定端约束而以铰链约束代替，补充一个约束反力偶 M_A，组合梁变成一个自由度系统。选 φ 为广义坐标，其虚位移关系如图 5b 所示。类似于速度投影定理，各点的虚位移有如下关系：

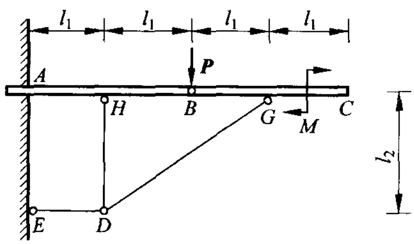

图　5a

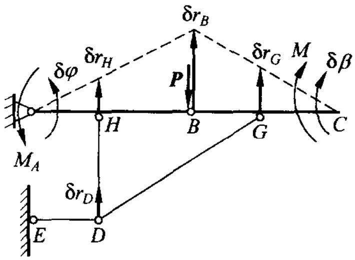

图　5b

$$\delta r_B=2l_1\delta\varphi, \quad \delta r_H=\delta r_D=\delta r_G=l_1\delta\varphi$$

从而 BC 梁的虚转角为

$$\delta\beta=\frac{\delta r_B-\delta r_G}{l_1}=\delta\varphi$$

应用虚位移原理，有

$$M_A\delta\varphi-P\delta r_B+M\delta\beta=0$$

代入 δr_B、$\delta\beta$，解得

$$M_A=2Pl_1-M=3.4\text{kN}\cdot\text{m}$$

6. 钳形工具的尺寸如图 6a 所示，$\angle AOB=120^{\circ}$，$\angle OAC=\angle OBC=90^{\circ}$。不计其自重，靠 D 和 E 处的摩擦力将重物提起。问 D、E 处的摩擦系数至少应为多少时才能将重物提起？（史希陶，山东工业大学理论力学教研室。原第 97 题，1985，No. 4。）

解：以 BCD 为研究对象，由对称性，C 点的作用力为水平方向。由三力平衡条件，三力汇交于 O_1 点。设 H 为 DE 的中点（图 6b），所以有

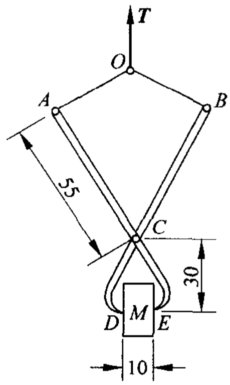

图　6a

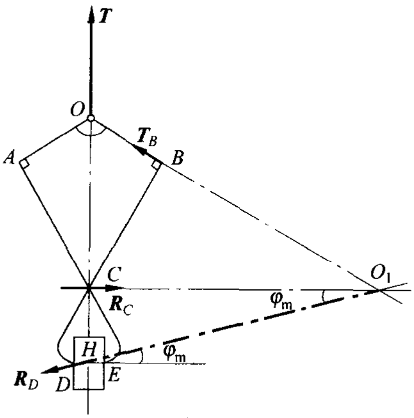

图　6b

$$\mu=\tan\varphi_m=\frac{\overline{HC}}{\overline{O_1C}+\overline{HD}}=\frac{30}{110+5}\approx 0.26$$

7. 机构如图 7 所示。杆 AF 和 BD 在 C 处用铰链联接，$\overline{AF}=\overline{BD}=30\text{cm}$，$\overline{AC}=\overline{BC}=10\text{cm}$，$A$ 处为一套筒，D、F 在同一水平面上，B 处作用一铅垂力 P。当 $\theta=0$ 时，弹簧无变形，其弹性系数 $k=18\text{N/cm}$，不计自重和各处摩擦，求 P 值在什么范围内，$\theta=0$ 为系统的稳定平衡位置？（叶柏年，太原工业大学理论力学教研室。原第 88 题，1985，No. 1。）

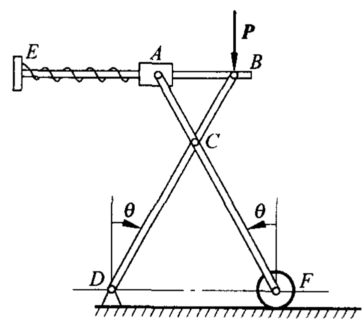

图　7

解：以 $\theta=0$ 时为系统的零势能位置，则系统的势能为

$$V=-30P(1-\cos\theta)+\frac{1}{2}k(20\sin\theta)^2$$

代入 k 值，得

$$V=-30P(1-\cos\theta)+3600\sin^2\theta$$

$$\frac{dV}{d\theta}=-30P\sin\theta+7200\sin\theta\cos\theta$$

$$\frac{d^2V}{d\theta^2}=-30P\cos\theta+7200(\cos^2\theta-\sin^2\theta)$$

当 $\theta=0$ 时，$\frac{dV}{d\theta}=0$，因此 $\theta=0$ 是系统的平衡位置。若系统要保持稳定，将 $\theta=0$ 代入二阶导数中，应使

$$\frac{d^2V}{d\theta^2}=-30P+7200>0$$

从而求出

$$P<240\text{N}$$

即 $P<240\text{N}$ 时，$\theta=0$ 是系统的稳定平衡位置。

8. 质量为 M 的尖劈放在倾角为 30°的斜面上（图 8a），已知所有接触处的摩擦系数均为 $\mu=\tan\varphi$，为使质量为 m 的重物匀速上升，求必须对尖劈施加多大的水平力 P?（张伟东，石家庄市拖拉机厂教育中心。引自上海力学学会智力竞赛题。原第 101 题，1985，No. 5。）

解：取坐标系如图 8b，分别对尖劈和重物进行受力分析，可得如下方程组

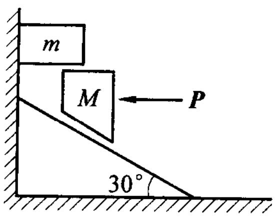

图 8a

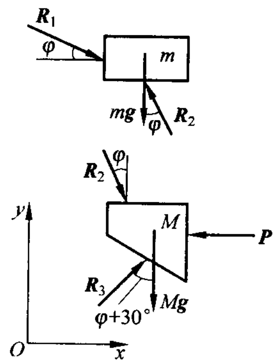

图 8b

$$R_1\cos\varphi-R_2\sin\varphi=0$$

$$-R_1\sin\varphi+R_2\cos\varphi-mg=0$$

$$R_2\sin\varphi+R_3\sin(\varphi+30°)-P=0$$

$$-R_2\cos\varphi+R_3\cos(\varphi+30°)-Mg=0$$

由此可解得

$$P=mg[\sin\varphi+\cos\varphi\tan(\varphi+30°)]\frac{\cos\varphi}{\cos2\varphi}+Mg\tan(\varphi+30°)$$

9. 抛物线形状的铁丝（图 9a），其方程为 $cz=x^2$，z 为铅垂轴。小环 A 串在铁丝

上，它们之间的摩擦系数为 μ。求平衡时小环离 x 轴的最大距离。(徐蕾，务川汞矿教育中心理化组。原第 109 题，1986，No. 1。)

解：设小环重量为 G，小环处于临界状态时，铁丝与小环接触处的斜率为

$$\tan\theta=\frac{\mathrm{d}z}{\mathrm{d}x}=\frac{2x}{c}$$

法向力为 N，摩擦力为 $F=\mu N$，如图 9b 所示，由力三角形立即可得

$$F=\mu N=N\tan\theta=N\frac{2x}{c}$$

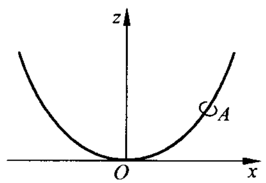

图 9a

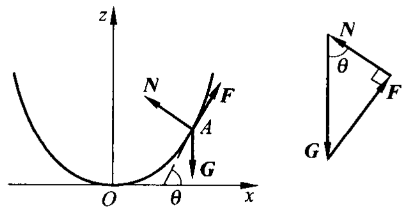

图 9b

所以

$$x=\frac{c}{2}\mu$$

即平衡时小环离 x 轴的最大距离为

$$z_{\max}=\frac{\mu^2 c}{4}$$

10. 均质矩形物体 $ABCD$ 重为 P，置于斜面上，与跨过滑轮的细绳相连，细绳另一端与重为 W 的物体相连。设物体 $ABCD$ 的宽 $\overline{AB}=a$，高 $\overline{BC}=4a$，与斜面间的摩擦系数为 $\mu=0.4$，斜面斜率为 3/4，细绳的 AE 段保持水平(见图 10a)。不计滑轮摩擦，求使物体 $ABCD$ 保持平衡的 W 的取值范围。(梁艳春，吉林大学数学系力学教研组。原第 125 题，1986，No. 5。)

解：物体 $ABCD$ 的受力如图 10b 所示，对其建立平衡方程

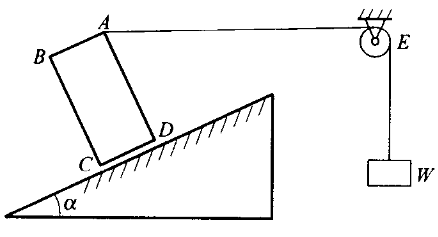

图 10a

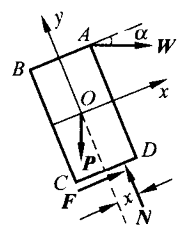

图 10b

$$\left.\begin{aligned}&F+W\cos\alpha-P\sin\alpha=0\\&N-W\sin\alpha-P\cos\alpha=0\\&2aF-2aW\cos\alpha-0.5aW\sin\alpha+Nx=0\end{aligned}\right\}\qquad(1)$$

摩擦力满足的条件为

$$|F|\leqslant\mu N\qquad(2)$$

根据方程(1)和式(2),得

$$\frac{3-4\mu}{4+3\mu}P\leqslant W\leqslant\frac{3+4\mu}{4-3\mu}P$$

即

$$0.27P\leqslant W\leqslant 1.64P$$

为保证物体不翻倒,必须满足

$$-\frac{a}{2}\leqslant x\leqslant\frac{a}{2}\qquad(3)$$

根据方程(1)和式(3),得

$$0.21P\leqslant W\leqslant 0.5P$$

综上,故 W 的取值范围是

$$0.27P\leqslant W\leqslant 0.5P$$

11. 如图 11a 所示,一均质长方体放在水平面上,接触面间摩擦系数为 μ,长方体重量为 G。试证明:(1)长方体顶部加一水平力 P,长方体高和宽比值最小为$\frac{1}{2\mu}$时,长方体才有可能翻倒。(2)若长方体高和宽比值小于$\frac{1}{2\mu}$时,如果想翻动长方体,作用于长方体顶部的推力与水平夹角至少为 $\alpha=\arctan\left(\frac{1}{\mu}-\frac{2h}{b}\right)$,并且此力大小至少应等于$\frac{Gb}{2(b\sin\alpha+h\cos\alpha)}$。(杨贺田,地矿部张家口技工学校力学教研室。原 314 题,1998,No. 3。)

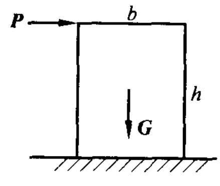

图　11a

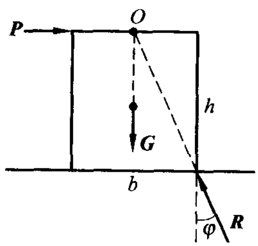

图　11b

解:(1) 首先研究在长方体顶部作用水平力 P 且刚好翻动的情况,如图 11b 所示。图中 R 为长方体所受的最大全反力。根据三力平衡汇交原理,设三力交于 O 点。因此,具有最小高宽比的长方体顶部必定过 O 点。由几何关系,有

$$\frac{b/2}{h}=\tan\varphi=\mu$$

即

$$\frac{b}{h}=2\mu \quad 或 \quad \frac{h}{b}=\frac{1}{2\mu}$$

由此可见,当均质长方体高和宽比值小于$\frac{1}{2\mu}$时,不管作用于长方体顶部的水平力和长方体重量有多大,都不可能将长方体翻动,此时长方体只有滑动可能。

(2) 再研究长方体高和宽比值小于$\frac{1}{2\mu}$时,在临界平衡情况下,由三力平衡汇交原理,三力交点 O 一定在长方体顶部的上方(见图 11c)。由几何关系,有

$$\tan\alpha=\frac{x}{b/2}=\frac{2x}{b} \tag{1}$$

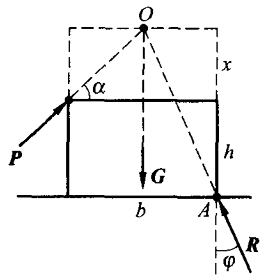

图 11c

因为 $\tan\varphi=\frac{b/2}{x+h}=\mu$,即 $x=\frac{b}{2\mu}-h$,将其代入式(1),则有

$$\tan\alpha=\frac{2\left(\frac{b}{2\mu}-h\right)}{b}=\frac{1}{\mu}-\frac{2h}{b}$$

即

$$\alpha=\arctan\left(\frac{1}{\mu}-\frac{2h}{b}\right)$$

至于所求力 P 的大小,则可由以下平衡方程求得

$$\sum m_A(\boldsymbol{F})=0$$

$$-G\cdot\frac{b}{2}+P\cos\alpha\cdot h+P\sin\alpha\cdot b=0$$

因此

$$P=\frac{Gb}{2(b\sin\alpha+h\cos\alpha)}$$

12. 跳板 AB 长为 l,不计其重量,水平置于直角槽内(图 12a)。A、B 两端的摩擦角均为 φ。试求重量为 P 的人站在跳板上且保持平衡的范围。(任贵斌,辽河油田职工大学力学教研室,选自中央电大《理论力学教学参考》。原第 137 题,1987,No. 2。)

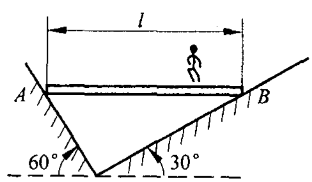

图 12a

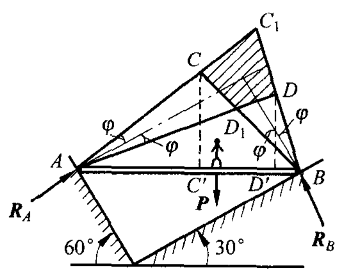

图 12b

解：分别作 A、B 两点处的摩擦角如图 12b 所示，可得区域 CC_1DD_1（图中阴影部分）。设过 C,D 两点的铅垂线与 AB 的交点为 C',D'。板 AB 受到 R_A,R_B 和 P 三力作用而平衡，其作用线必交于一点，且交点在区域 CC_1DD_1 内。因此，人安全活动的范围在 $C'D'$ 内（否则力作用线不可能汇交于一点）。通过几何关系，可以计算出 AC' 和 AD' 的长度：

$$\overline{AC'}=\frac{l(\sqrt{3}-\tan\varphi)^2}{4(1+\tan^2\varphi)}$$

$$\overline{AD'}=\frac{l(\sqrt{3}+\tan\varphi)^2}{4(1+\tan^2\varphi)}$$

13. 如图 13a 所示，长为 L 的梯子 AB，B 端放在与水平面成 α 角的支撑面上，A 端靠在竖直的支撑面上，梯子与竖直方向的夹角为 θ，梯子两端与支撑面间的摩擦系数均为 μ，梯子重为 Q。有一重量为 W 的人，从下往上爬梯。试求出保持梯子不滑动时，此人可沿梯子上爬的最高位置。（杨贺田，地矿部张家口技工学校力学教研组。原第 281 题，1996，No. 1。）

解：设 M 点为所求人爬梯的最高位置，分别作 A、B 点的摩擦角 φ_A 和 φ_B，有

$$\varphi_A=\varphi_B=\arctan\mu$$

设两摩擦角的交点为 O，AF 为墙面过 A 点的法线；作 OF 垂直于 AF；作 AC 垂直于 BO；作两重力 W、Q 的延长线与 AF 交于点 D、E。几何关系如图 13b 所示，且有

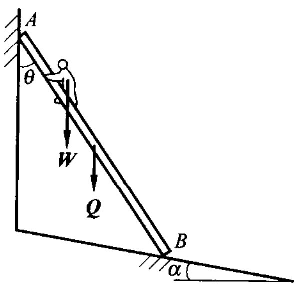

图　13a

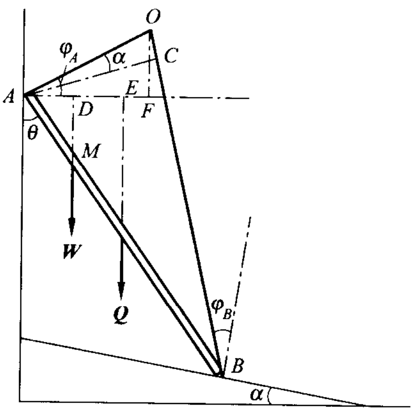

图　13b

$$\overline{AF}=\overline{AO}\cos\varphi_A=\overline{AC}\frac{1}{\cos\alpha}\cos\varphi_A=L\sin(\theta-\varphi_B+\alpha)\frac{\cos\varphi_A}{\cos\alpha} \tag{1}$$

$$\overline{EF}=\overline{AF}-\overline{AE}=\overline{AF}-\frac{L}{2}\sin\theta=L\sin(\theta-\varphi_B+\alpha)\frac{\cos\varphi_A}{\cos\alpha}-\frac{L}{2}\sin\theta \tag{2}$$

$$\overline{DF}=\overline{AF}-\overline{AD}=L\sin(\theta-\varphi_B+\alpha)\frac{\cos\varphi_A}{\cos\alpha}-\overline{AM}\sin\theta \tag{3}$$