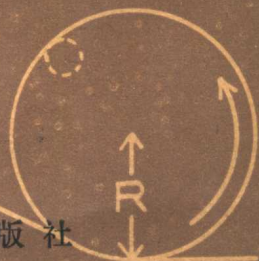
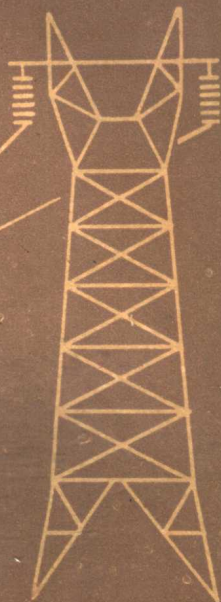
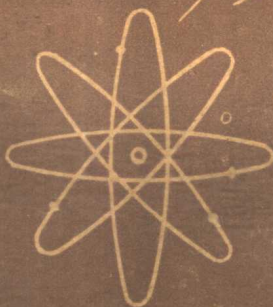
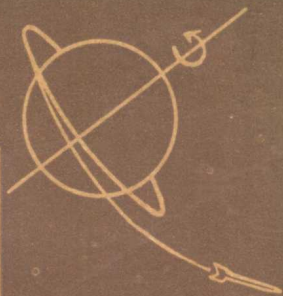


中学物理习题 与例题选讲

(下册)

陈焕仍编 高鼎钧校



A diagram of a lever system. A vertical line is labeled 'H'. A horizontal line is also labeled 'H'. A diagonal line with an arrow pointing downwards and to the right represents the lever arm.
$$H \geq \frac{5}{2} R$$

广东科技出版社

中学物理习题与例题选讲

下 册

陈 焕 仍 编
高 鼎 钧 校

广东科技出版社

中学物理习题与例题选讲

下 册

陈 焕 仍 编

高 鼎 钧 校

*

广东科技出版社出版

广东省新华书店发行

广东新华印刷厂印刷

787×1092毫米32开本 11.5印张 254,000字

1979年11月第1版 1979年11月第1次印刷

印数1—180,400册

书号13182·11 定价0.78元

目 录

第十九章	力和物体的平衡	1
第二十章	变速运动	22
第二十一章	运动定律	41
第二十二章	圆周运动 万有引力	51
✓第二十三章	机械能	62
✓第二十四章	动量	82
✓第二十五章	振动和波	94
第二十六章	气体的性质 气体分子运动论	112
第二十七章	内能 能的转化和守恒定律	127
第二十八章	电 场	133
• 第二十九章	直流电路	154
• 第三十章	磁 场 电磁感应	176
• 第三十一章	交流电 交流电路	199
• 第三十二章	电子技术基础	214
• 第三十三章	电磁振荡和电磁波	221
第三十四章	光的本性和物质波	227
第三十五章	原子结构和原子核	233
	高中物理习题解答	243
附录一	常用物理常数	356
附录二	力学量的单位及其换算关系	358
附录三	电学量的单位及其换算关系	360

第十九章 力和物体的平衡

一、基本概念与规律

1. 力的基本性质。

①力是矢量：力对物体的作用效果是由力的大小、方向和作用点这三个要素来决定的。力的三要素表明力是一个矢量。它可以用一条带箭头的线段来表示。

②力是物体之间的相互作用。物体之间相互作用的力总是成对出现，不存在单方面的作用力。

③牛顿第三运动定律：两个物体间的作用力和反作用力总是大小相等、方向相反，而且在同一直线上，分别作用在两个物体上。

2. 力的合成和分解。

①合力的概念：一个力，如果它产生的效果跟几个力共同产生的效果相同，这个力就叫做那几个力的合力。

几个力，如果它们所产生的效果跟原来一个力所产生的效果相同，这几个力就叫做原来那个力的分力。

求几个力的合力叫做力的合成。求一个力的分力叫做力的分解。

②共点力的合成法则：

(i) 平行四边形法则——两个共点力的合力，可用这两力为邻边所作出的平行四边形的对角线来表示，对角线的长度表示合力的大小，对角线的方向表示合力的方向（两邻边所表示的力叫分力）。

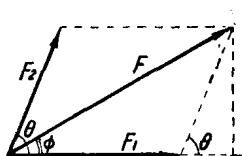


图19—1(a)

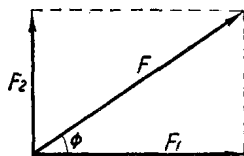


图19—1(b)

力的平行四边形的计算：根据余弦定理可求出合力的大小 F ：

$$F^2 = F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2\cos\theta$$

(当 $\theta = 90^\circ$, $F^2 = F_1^2 + F_2^2$)

合力的方向可以用合力 F 跟力 F_1 的夹角 ϕ 表示。

$$\operatorname{tg}\phi = \frac{F_2\sin\theta}{F_1 + F_2\cos\theta}$$

力的分解是力的合成的逆运算，它们服从同一法则——力的平行四边形法则。但一个力分解成怎样的两个分力，要根据这个力所产生的实际效果来确定。

(ii) 多边形法则——几个共点力的合力，可用表示这几个力的矢量首尾相接所构成的折线的封闭边来表示。合力的方向就是从第一个力的起点指向最后一个力的终点，如图 19—2 所示。

③ 用正交分解法求多个共点力的合力。

正交分解法的依据：

合力在任一轴上的投影等于它所有分力在同一轴上投影

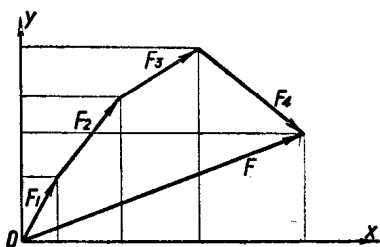


图19—2

的代数和。如各个分力 $F_1(x_1, y_1)$, $F_2(x_2, y_2)$, $\dots, F_n(x_n, y_n)$ 在坐标轴上的投影为已知，则合力 F 在 x 轴及 y 轴上的投影分别为：

$$\left. \begin{aligned} F_x &= x_1 + x_2 + \dots + x_n = \Sigma x \\ F_y &= y_1 + y_2 + \dots + y_n = \Sigma y \end{aligned} \right\}$$

求几个共点力的合力：把不同方向的几个力，先向两个正交轴上投影（正交分解），然后分别求每个坐标轴上的所有投影的代数和。当 F_x 和 F_y 求得之后，则合力的大小和方向可由下列式子决定：

大小： $F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$

方向： $\operatorname{tg}\theta = \frac{F_y}{F_x} = \frac{\Sigma y}{\Sigma x}$

θ 为合力 F 与 x 轴正向间的夹角。

3. 在共点力作用下物体的平衡条件。

在共点力作用下的物体，当合力为零时，则物体处于平衡状态。合力为零这一平衡条件可用两种形式表示：

①平衡条件的图解形式：几个共点力所组成的力多边形

是自行闭合的，则表示这几个力的合力为零，即这几个力平衡。

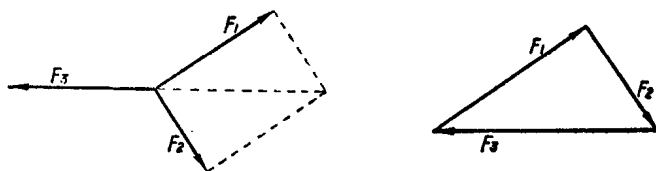


图19—3 平面共点诸力平衡时，力多边形闭合

②平衡条件的分析形式：几个共点力的平衡条件是合力为零，即

$$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = 0$$

由此可得平衡方程式：

$$\left. \begin{aligned} F_x &= \sum x = 0 \\ F_y &= \sum y = 0 \end{aligned} \right\}$$

几个力在任一轴上的投影之和分别为零，则这几个力平衡。

4. 力矩和力矩的平衡。

①力矩的概念：

我们把转动轴到力的作用线的距离叫做这个力的力臂，而把力的大小与力臂的乘积叫做这个力对于该转轴的力矩。在平面问题中，力矩是代数量（注意：力臂 L 不是转动轴到力的作用点的距离）。

$$M = FL$$

力矩决定了力使物体绕轴转动的效果。各个力矩的不同，不仅在于它们的大小，还在于它们使物体转动的方向不同。一般规定：使物体向顺时针方向转动的力矩为负力矩，使物体向逆时针方向转动的力矩为正力矩（在实际计算中，可按不同的转动方向，自行决定正、负号，其结果是一样的）。

②绕固定轴转动的物体的平衡条件:

如果作用在该物体上的逆时针转向的力矩之和等于顺时针转向的力矩之和, $M_{\text{逆}} = M_{\text{顺}}$, 则此物体处于平衡状态。也就是说, 作用在该物体上所有力的力矩之代数和为零。

即
$$\Sigma M_0 = 0$$

这个式子叫做力矩平衡方程式。

5. 同向平行力的合成法则。

两个同向平行力的合力, 大小等于这两个分力之和; 方向跟这两个力的方向相同; 合力的作用点到这两个分力的作用线的距离跟这两个分力的大小成反比:

$$F = F_1 + F_2$$

$$F_1 L_1 = F_2 L_2$$

换句话说, 合力作用点是: 当以这一点为转动中心, 各分力所产生的力矩的代数和刚好为零。

6. 平行力的平衡条件。

对于在平行力作用下的物体来说, 它的平衡条件就是所受各个力的合力等于零, 同时这些力对任何转轴的力矩的代数和都等于零。即

$$\left. \begin{aligned} \Sigma F &= 0 \\ \Sigma M_0 &= 0 \end{aligned} \right\}$$

7. 物体的一般平衡条件。

作用在物体上所有力的合力等于零; 所有力对任意一根转轴的力矩的代数和等于零。合力为零的平衡条件也可用正交分解法来表述:

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

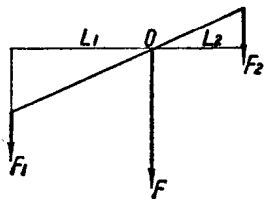


图19-4

即各力在两根坐标轴上投影的代数和分别等于零。它们的物理意义就是：使物体沿两坐标轴正、负方向移动的效果处于均势；使物体绕垂直于平面内任意点的转轴沿逆时针方向和顺时针方向转动的效果也处于均势。

二、解 题 要 点

1. 作用力和反作用力是分别作用在相互作用的两个物体上的。这是正确地进行物体受力分析的基础。

在利用共点力平衡条件解题时，要根据题意确定受力点，要仔细分析受力点的受力情况，找出作用在这个点上的所有外力，画出它的受力图；再应用平衡条件来求未知量。

2. 共点力和平行力的平衡条件不同，因此正确地分析物体的受力情况，弄清这些作用力是什么样的力，才能正确地应用物体的平衡条件。

3. 要正确掌握力矩这个概念，就要正确地确定力臂。不能把力臂误以为是转动轴跟力的作用点的连线。力矩正负的规定，在同一个问题中，必须统一，不能随便变换。应用力矩平衡方程求解多于一个的未知量时，转动轴应取在一个未知的力的作用线上，以使计算简化。

4. 用正交分解法求几个共点力的合力时，应先选定坐标系，一般任选一力的方向为 x 轴，再作垂直于 x 轴的 y 轴，要尽量避免解联立方程式。用正交分解法求合力，是先“分”后“合”，即先将几个力各自向 x 轴和 y 轴上投影，每个力得到两个分量，然后分别求各力在 x 轴、 y 轴上的分量之和 F_x 、

F_y ，最后求合力： $F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$ ， $\text{tg}\theta = \frac{F_y}{F_x}$ 。

5. 静摩擦力的最大值 F_{\max} 与正压力 N 成正比。即 $F_{\max} = \mu N$ ，式中 μ 为静摩擦系数， N 为正压力。正压力是指垂直作用于接触面的力，它是一种弹力。正压力不一定是由物体的重量产生的，不能片面地认为只有物体的重量才对接触面产生压力，例如车刀对工作物的正压力，就不是由于车刀的重量所引起的。只有物体的重量作用在水平面上时，正压力才等于物体的重量， $N = mg$ ；如果物体的重量作用在跟水平面成 α 角的斜面上，则 $N = mg \cos \alpha$ 。计算时要注意避免把正压力跟物体重量二者混同起来。见练习题19—4。

6. 如果知道了物体中几个组成部分的重量和重心，要求整个物体的重心，实质上就是归结为用同向平行力的合成法则来求合力的作用点的问题。如练习题19—26和19—27。

三、解题示例

〔例〕有一台汽车起重机所提起的货物的重量 $G = 2$ 吨，钢索 OA 和水平方向的夹角是 30° ，撑杆 OB 和水平方向的夹角是 60° ，求钢索对货物的拉力和撑杆对货物的支持力各为多少？

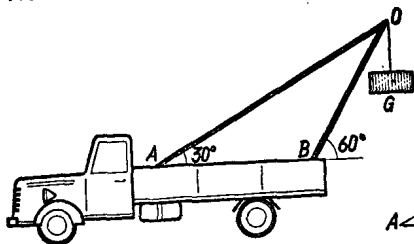


图19—5

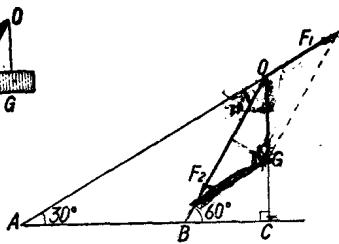


图19—6 分解法

〔解法一〕 利用分解法来解。分解法就是分析一个力

产生了哪几个效果。重力 G 产生两个效果，一是在 AO 方向拉紧钢索，另一是压缩撑杆。重力 G 分解成沿 AO 和 OB 方向的两个分力 F_1 和 F_2 ，钢索的拉力和撑杆的支持力分别是 F_1 和 F_2 的反作用力。

在 $\triangle OF_2G$ 中， $\angle F_2OG = 30^\circ$ ，且

$$\angle OF_2G = \angle AOB = 30^\circ \text{ (内错角)}$$

也就是在 $\triangle OF_2G$ 中， $OG = F_2G$ ，即

$$F_1 = G = 2 \text{ 吨} = 2000 \text{ 千克}$$

由 G 点作辅助线垂直于 BO ，则

$$F_2 = 2G \cos 30^\circ = 2 \times 2 \times \frac{\sqrt{3}}{2} \text{ 吨} = 3464 \text{ 千克}$$

答：钢索所受拉力是 2000 千克，撑杆的支持力是 3464 千克。

〔解法二〕利用平衡法来解。平衡法就是选定一个处于平衡状态的受力点，分析它受到哪些力的作用，而作用在受力点上所有力的合力为零。

把结点 O 作为受力点，作用在 O 点上有三个力：钢索的拉力 F_1 、撑杆的支持力 F_2 和货物的重量 G 。 O 点处在平衡状态，这三个力的合力必等于零。所以， F_1 和 F_2 的合力 F 必跟 G 大小相等，方向相反而且在 A

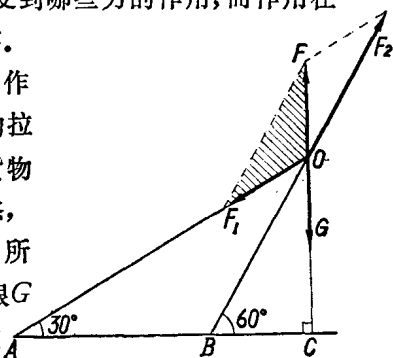


图19-7 平衡法

$$\angle FF_1O = \angle AOB = 30^\circ \text{ (内错角)}$$

$$\angle F_1FO = \angle FOF_2 = 30^\circ \text{ (内错角)}$$

所以， $F_1 = F = G = 2 \text{ 吨} = 2000 \text{ 千克}$

根据正弦定理 $\frac{F_2}{\sin 120^\circ} = \frac{F}{\sin 30^\circ}$

$$F_2 = F \frac{\sin 120^\circ}{\sin 30^\circ} = 2\sqrt{3} \text{ 吨} = 3464 \text{ 千克}$$

〔解法三〕 利用平衡条件，用正交分解法来求解。先作出处于平衡状态的受力点 O 上的三个力，接着作直角坐标系 xoy （以受力点 O 为坐标原点，以竖直方向为 y 轴，水平方向为 x 轴）再计算各力沿正交坐标轴上的投影，列出共点力平衡方程

$$\Sigma x = 0 \quad \text{和} \quad \Sigma y = 0$$

来求未知量。

对于 x 轴， $F_2 \cos 30^\circ - F_1 \cos 30^\circ = 0$

$$\therefore F_2 = \sqrt{3} F_1 \quad (1)$$

对于 y 轴 $F_2 \cos 30^\circ - F_1 \cos 30^\circ - G = 0$

将(1)式代入上式

$$\sqrt{3} F_1 \times \frac{\sqrt{3}}{2} - F_1 \times \frac{1}{2} - 2 = 0 \quad (2)$$

$$\therefore F_1 = 2 \text{ 吨} = 2000 \text{ 千克}$$

将 F_1 之值代入(1)式得：

$$F_2 = 2\sqrt{3} \text{ 吨} = 3464 \text{ 千克}$$

力的分解法只适于用来解较简单的问题，遇到比较复杂的问题，用正交分解法要方便得多。

〔解法四〕 也可以利用有固定转动轴的物体的平衡条件来解。如图19—9， O 点受到货物的重量 G 、钢索的

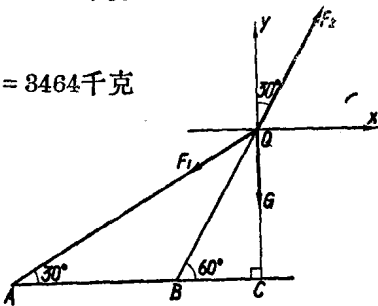


图19—8 正交分解法

平衡条件来解。如图19—9， O 点受到货物的重量 G 、钢索的

拉力 F_1 和撑杆的支持力 F_2 的作用而处于平衡状态,由于作用线通过转轴的力的力矩为零,因而转动轴应取在一个未知的力的作用线上,以使计算简化:

设 A 为转动轴心

G 的力矩为 $G \times AC = G \times AO \times \cos 30^\circ$ (负力矩),

F_2 的力矩为 $F_2 \times AO \times \sin 30^\circ$ (正力矩),

根据力矩平衡条件

$$G \times AO \times \cos 30^\circ = F_2 \times AO \sin 30^\circ$$

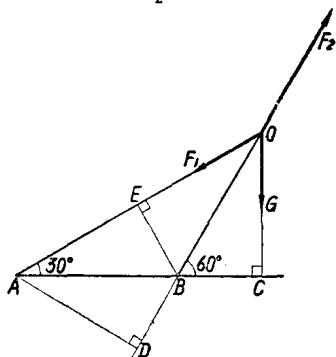


图19—9

所以,

$$F_2 = G \frac{\cos 30^\circ}{\sin 30^\circ} = 2\sqrt{3} \text{ 吨} = 3.464 \text{ 吨} = 3464 \text{ 千克}$$

同样,取 B 为转动轴心,根据力矩平衡条件,可求得 $F_1 = 2000$ 千克.

四、复习思考题

1. 矢量和标量有什么区别?在已学过的物理量中,哪些是矢量?哪些是标量?

2. 牛顿第三运动定律的主要内容是什么?应用这个定律时,应当注意哪些要点?

3. 两个同学各握住一个测力计的一端用力向相反方向拉,这时测力计静止,而它的指针指着5千克。问他俩各用多少千克的力在拉着?

4. 桌面上放着一个重物,这个重物和桌子各受到哪些力的作用?

5. 一个重量为30千克的物体,放在地面上,有一个人用10千克的力竖直向上提这个物体。这个物体受到哪几个力的作用?它们的大小和方向怎样?

6. 人推车时车也推人,为什么结果车向前进,而人不向后退?试分析一下人和车各受哪些力作用?

7. 有一长为0.2米的均匀金属棒,质量为0.075千克,密度为7.5千克/分米³,把它的一端悬挂在一个弹簧秤上。在一个磅秤上放着一个溢杯,当溢杯装满了水之后重量为2千克,让金属棒慢慢下降并浸入溢杯的水中,求下列两种情况,磅秤的读数。

(a) 棒的一半体积浸入水中;

(b) 棒全部浸入水中。

8. 力的平行四边形法则和力的多边形法则之间有何联系?试比较图19—11两个力三角形所代表的意义是否相同?

9. 两个力的合力,它的大小是不是一定比分力大?为什么?

10. 为什么要引入力在坐标轴上投影的概念?力在正交

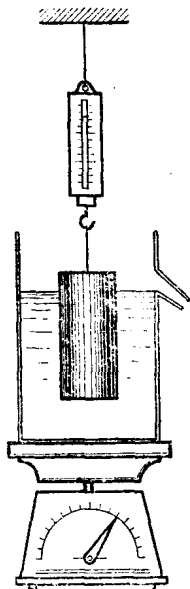


图19—10

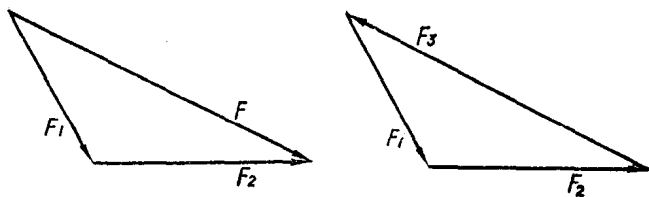


图19—11

坐标轴上的投影与该力沿坐标轴方向的分力有什么联系？又有什么区别？

11. 海员装卸货物时，采用两根吊货杆联合作业（如图19—12所示），要避免两根吊货钢绳的张角过大。试说明原因。

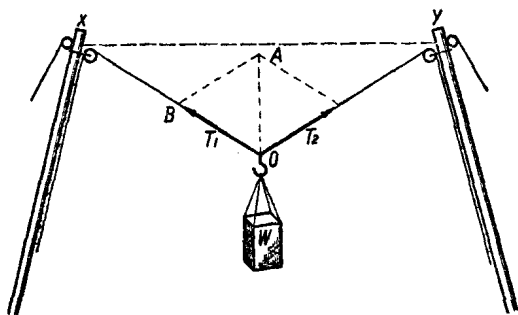


图19—12

12. 如图19—13所示，我们把两个电动机用绳子连结在一起，挂在吊钩上，再吊运到各处。如果吊运马达时所用的绳子太短了，绳子为什么容易断呢？

13. 为什么说力矩是衡量力的转动效果的物理量？试举出生产和生活中利用力矩的例子各两个。

14. ①如图19—14所示，加在自行车脚踏板上竖直向下

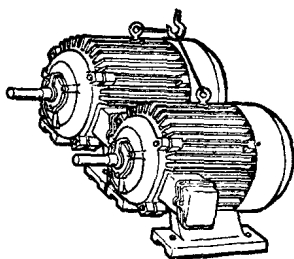


图19—13

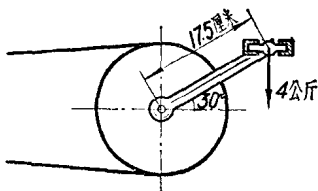


图19—14

的力是4公斤，求这个力的力矩。

②把脚踏板蹬到什么位置时，力矩最大？蹬到什么位置时，力矩最小？

15. 有固定转动轴的物体的平衡条件是什么？

16. 怎样求物体的重心？一个均匀圆环的重心在哪里？重心是否一定处在物体内部？

17. 把一根均匀的直铁丝 AB 从它的中点 O 处弯折成直角，问它的重心位置会不会改变？

18. 安装高压电线的铁塔的支面和安装照相机、某些测量仪器的三角架的支面面积都相当大，为什么？

19. 一辆汽车同时装运一批钢锭和铝锭，怎样装运才能使汽车的稳度较大？

20. 用等长的两根绳子把一支日光灯悬挂起来，设灯重0.6千克。如图19—15所示的二种方法中，哪一种方法使绳子所受的拉力较小？

21. 一把均匀的梯子重为 G 千克，斜靠在光滑的墙上，那么，梯子受到哪些力的作用？