



工程力学习题解答

黑龙江科学技术出版社

前 言

本书是劳动人事出版社出版的《工程力学》一书的部分习题解答。

《工程力学习题解答》是按教材体系的顺序解答的，是《工程力学》一书的一个组成部分。读者通过对本书的阅读可加深对《工程力学》基本概念的理解，有助于进一步掌握和运用这些基本概念。

本书可供技工学校、中等专业学校有关专业的师生参考，也可用于职工技术培训和自学练习。

由于我们的水平有限，解答不尽之处，请读者批评指正。

编 者



第一章 静力学基础

思考题

1.1 静力学研究哪些问题？

答：静力学是研究物体机械运动的特殊情况，即物体处于平衡时的力学问题。

1.2 什么叫物体的平衡状态？为什么说物体的平衡是相对的？

答：所谓平衡，是指物体相对于地面保持静止或作匀速直线运动状态。

对于同一物体，由于我们选择不同的参照物来研究它，它的平衡状态的描述就会不同。宇宙间的任何物体都在永恒不停的运动中。静止在地面上的物体似乎是不动的，但是，地球有公转与自转，地面上的物体自然参与地球的运动，对于太阳这个参照物来说，地面上静止的物体也在运动当中。

1.3 如何正确理解“力”这个概念？

答：力是物体间相互的机械作用，这种作用使物体的运动状态发生改变，或者使物体形状发生改变。

力是矢量。力对物体的作用效果，决定于力的三要素，即力的大小、力的方向和力的作用点（线）。

1.4 怎样表示一个完整的力？如何用图来表示力？

答：力的三要素可用带箭头的有向线段（矢线）表示（图1.1），线段的长度（按一定的比例画）表示力的大小，箭头的指向表示力的方向，线段的起点或终点表示力的作用点。通过力的作用点，沿力的方向所画直线，称为力的作用线。一般用黑体字母表示矢量（例如 \mathbf{F} ），手写时也可在字母上方加一横线（如 \overline{F} ）。 F 表示力 F 的大小。

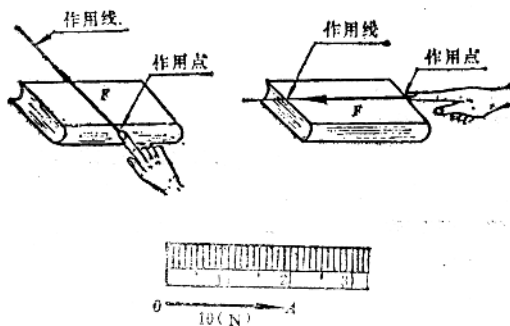


图 1.1

1.5 两个力等效的条件是什么？图1.18所示的两个力矢量 F_1 与 F_2 相等，问这两个力分别作用于刚体上时，对刚体的作用效果是否相等？为什么？

答：力的三要素相等是二力等效的条件。

两个力对刚体的作用效果不相等，因作用点不同。

1.6 二力平衡公理和作用与反作用公理有什么不同？图1.19 a所示的电灯，用电线系于天花板上，试判断受力图1.19 b中，哪两个力是二力平衡问题，哪两个力是作用与反作用关系。

答：二力平衡公理，它阐明了作用在一个物体上的最简单的力系的平衡条件；作用与反作用公理，它阐明了力是两个物体之间的相互作用，确定了力在物体之间的传递关系。

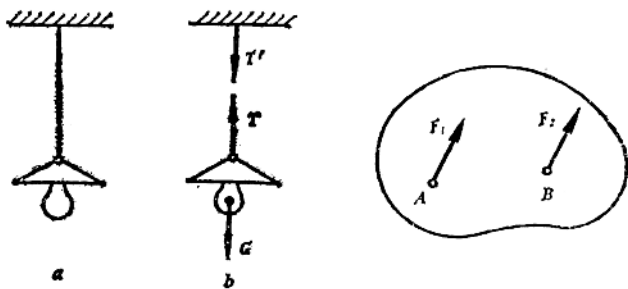


图 1.19 图 1.18

T' 与 T 是（分别作用于天花板上和电线上的）作用与反作用力； T 和 G 是二力平衡问题。

1.7 有人说：“用手向上匀速举起重量为 G 的物体，手向上举物体的力大于物体的重力 G ，因而才能将物体举起。”这种说法对不对？试述其理由。

答：不对。因向上匀速是平衡状态，向上举物体的力和物体的重力相等。

1.8 什么是“必要条件”？什么是“充分条件”？一物体在两个力作用下平衡，问平衡的必要条件和充分条件是什么？

答：充分条件—有此即可。必要条件—无此不可。

两个力的大小相等是充分条件。方向相反，且作用在同一直线上是必要条件。

1.9 一物体在不平行的三力作用下平衡，问平衡的必要条件是什么？充分条件是什么？

答：必要条件是三个力的作用线必在同一平面内且汇交于一点。

充分条件是合力为零（作用刚体上）。

1.10 下面两种说法是否正确？（a）同一平面内作用线不汇交于一点的三个力一定不平衡。（b）同一平面内作用线汇交于一点的三个力一定平衡。

答：（a）正确；（b）不一定。

1.11 试在图1.20所示曲杆上A、B两点各加一个力，而使曲杆处于平衡（杆自重不计）。

答：A、B两点加的力如图所示。



图 1.20

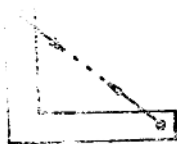


图 1.20平衡受力图

1.12 图1.21中，在A点作用一已知力F，如果在B点加一个力，能否使物体平衡？为什么？



图 1.21

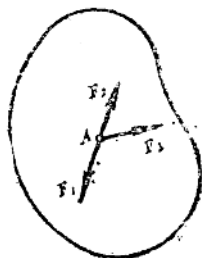


图 1.22

答：否，因二力不能共线。

1.13 图1.22中，三个力 F_1 、 F_2 和 F_3 的大小都不等于零，其中 F_1 与 F_2 沿同一作用线，问这三个力能否互相平衡？为什么？

答：否，因合力不能为零（合成二力不能共线）。

1.14 试区别 $\vec{R} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$ 和 $R = F_1 + F_2$ 两个等式代表的意义。

答：前者为矢量和，后者为代数和。

1.15 为什么二力平衡公理、加减平衡力系公理和力的可传性原理都只能适用刚体？

答：因为非刚体在力的作用下产生形变。

1.16 汇交于一点的两个力的合力，其大小和方向如何确定？

答：合力的大小和方向，用这两个力为邻边所构成的平行四边形的对角线确定。

1.17 如何作图求图1.23中 a、b所示两种受力情况下 F_1 与 F_2 的合力？

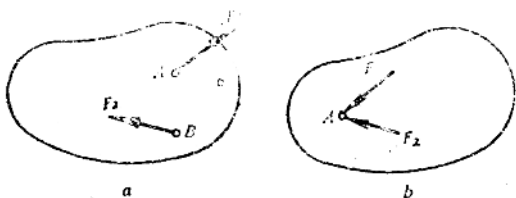


图 1.23

答：根据力的可传性，力沿作用线汇交于一点再合成，

受力图的合力如下：

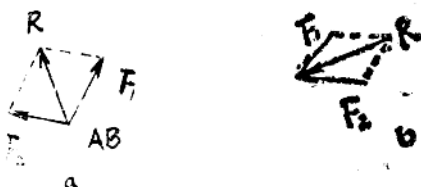


图 1.23合力图

1.18 什么是自由体？什么是非自由体？试各举一例。

答：如果物体在空间沿任何方向的运动都不受限制，这种物体称为自由体，例如飞行中的飞机。

如果物体受到其它物体的限制，而使此物体在某些方向的运动成为不可能，则这种运动受到限制的物体称为非自由体。例如火车等。

1.19 什么是约束？工程上常见的约束有哪几种类型？确定约束反力的原则是什么？

答：限制非自由体某些运动的周围物体称为约束。

工程中常见的约束有柔性约束，光滑面约束和铰链约束三类。

约束反力的方向与该约束所能阻碍的运动方向相反；约束反力的大小利用平衡条件确定。

1.20 柔性约束的约束反力沿什么方向？作用点在何处？

答：柔性约束只能承受拉力，不能承受压力，其约束反力作用于联接点，方向沿着绳索而背离物体。

1.21 光滑约束的约束反力如何确定？

答：光滑面约束的反作用力通过接触点，方向总是沿接

触表面的公法线而指向受力物体,使物体受一法向压力作用。

1.22 铰链约束有什么特点? 固定铰链支座和活动铰链支座的约束反力各沿什么方向?

答: 这种约束是采用圆柱销 C 插入构件 A 和 B 的孔圆内而构成 (图 1.9 a、b)。其接触面是光滑的。这种约束使构件 A 和 B 相互限制了彼此的相对移动, 而只能绕圆柱销 C 自由转动。铰链约束简图

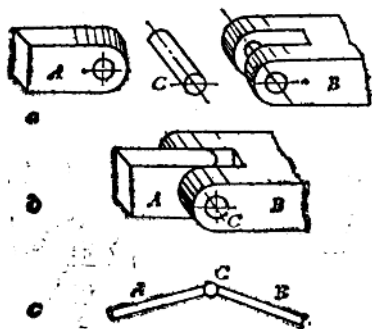


图 1.9

自由转动。铰链约束简图如图 1.9 C 所示。固定铰链支座其约束反力作用线必定通过圆柱销的中心, 但其大小及方向 α 均为未知 (图 1.11 b), 需根据构件受力情况才能确定。在画图和计算时, 这个方向待定的支座约束反力, 常用相互垂直的两个分力 R_x 和 R_y 来代替, 如图 1.11 C 所示。

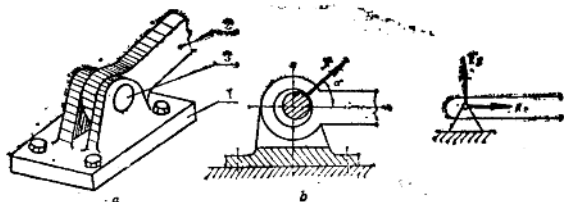


图 1.11

活动铰链支座的约束反力 R 的方向必垂直于支承面，且通过铰链中心。如图1.12所示。

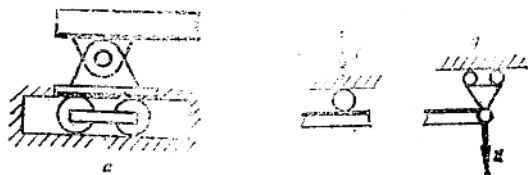


图 1.12

1.23 什么是受力图？试述作受力图的方法和步骤。

答：为了清楚地表示物体的受力情况，需要把所研究的物体（称为研究对象）从周围的物体中分离出来，单独画出它的简图，并画出作用在研究对象上的全部外力（包括主动力和约束反力），这种表示物体受力的简图称为受力图。

作受力图的方法和步骤如下：

（1）首先确定研究对象，并分析哪些物体（约束）对它有力的作用。

（2）画出作用在研究对象上的全部力，包括主动力和约束反力。画约束反力时，应取消约束，而用约束反力来代替它的作用。

（3）研究对象对约束的作用力或其他物体上受的力，在受力图中不应画出。

1.24 如图1.24所示，重量为 G 的球，用绳 AC 悬挂，当绳 AC 正好处于铅直位置时，球与墙的接触点 B 是否有约束反力？为什么？

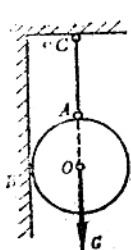


图 1.24

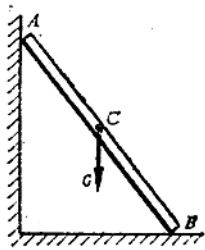


图 1.25

答：没有约束反力。
因球受二力平衡，无侧向分力。

1.25 如图 1.25 所示，重量为 G 的楼梯，支靠于光滑的地面与墙面之间，问楼梯是否能平衡？为什么？

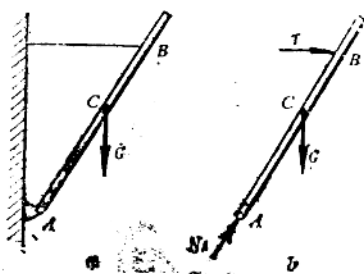


图 1.26

答：不能平衡，因三个力不能汇交于一点。

1.26 指出并改正图 1.26、图 1.27、图 1.28 和图 1.29 所示各构件受力图中的错误（设所有接触面都是光滑的）。

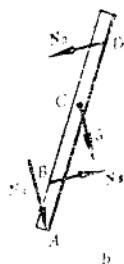
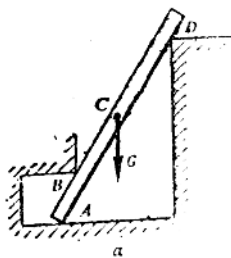


图 1.27

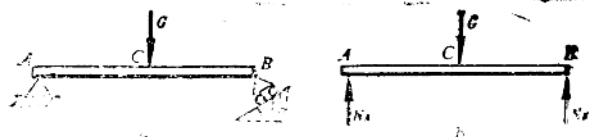
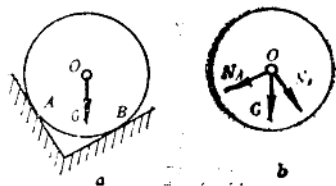


图 1.28



改正如下:

图 1.29



图 1.26 受力图

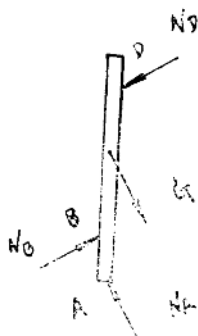


图 1.27 受力图

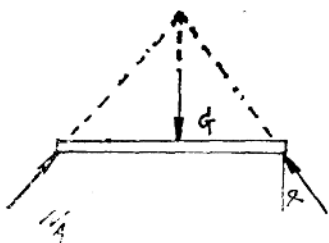


图 1.28 受力图

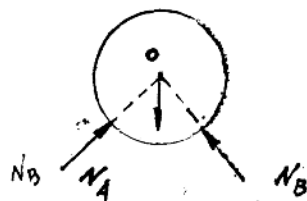


图 1.29 受力图

习 题

1.1 电灯重 G ，用细绳与灯上的电线联接于 A 点，试分别画出电灯 B 与联接点 A 的受力图。

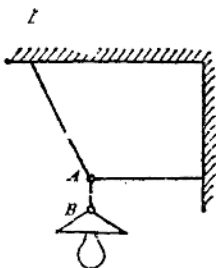


图 1.1

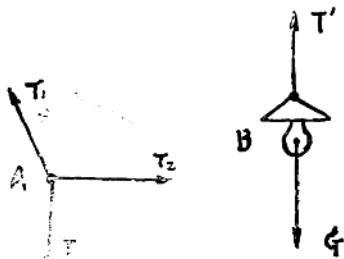
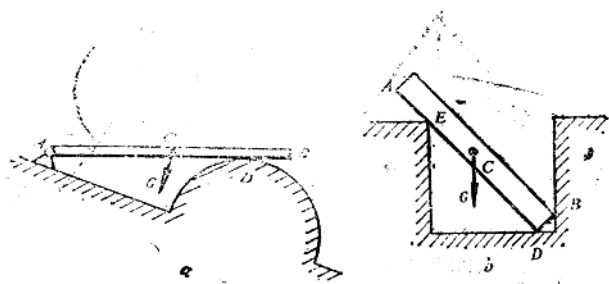


图 1.1 受力图

1.2 画出杆 AB 的受力图 (设杆自重 G ，各接触面均为光滑面)。



题 1.2图

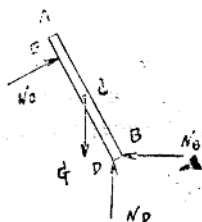
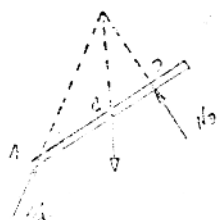


图 #1.2 受力图

1.3 画出球的受力图（设球自重 Q ，各接触面均为光滑面）。

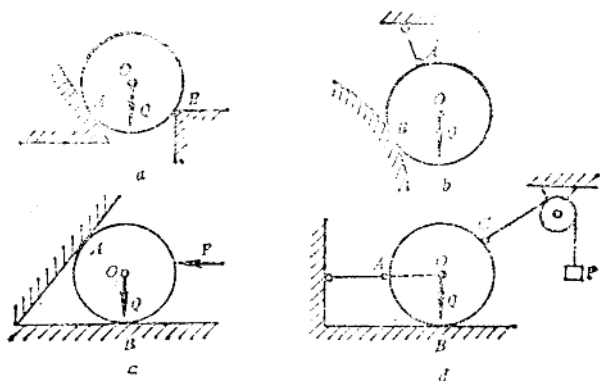
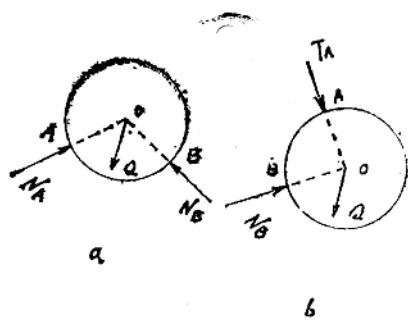


图 1.3



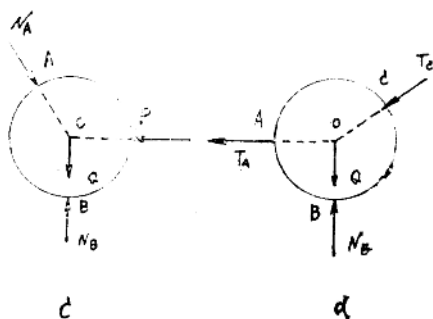


图 1.3 受力图

1.4 杆 A B 受力 P 作用，试画受力图（杆自重不计）。

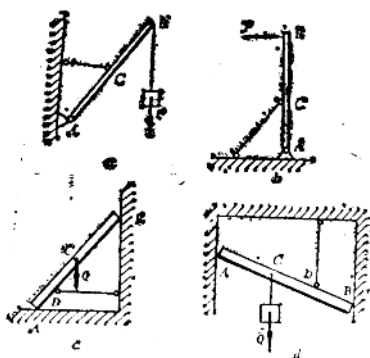


图 1.4

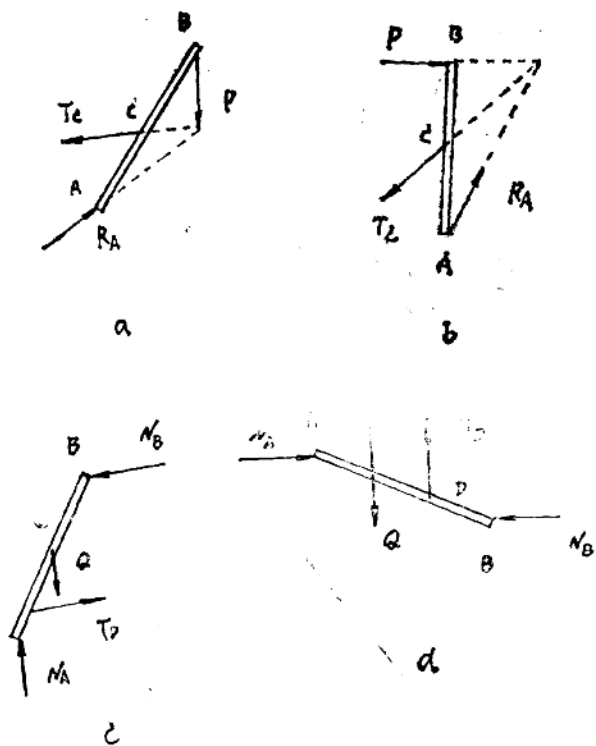


图 1.4 受力图

1.5 重量为 G 的小车用绳系住，绳绕过光滑的滑轮，一端受力 P 作用，使小车沿斜面匀速上升，试分别画小车和滑轮的受力图。