

— 高等学校教材 —

材料力学习题集

清华大学材料力学教研组编

高 等 教 育 出 版 社

高等学校教材



材料力学习题集

清华大学材料力学教研组编

高等教育出版社

本习题集是以 1962 年 5 月高等工业学校力学课程教材编审委员会材料力学课程教材编审小组审订的高等工业学校五年制机械、土建类(150 学时)各专业适用的“材料力学教学大纲”(试行草案)为依据而编写的,适合于机械类(150 学时)各专业使用。

本习题集包括基本部分习题、专题部分习题和大作业题三部分,书末还附有习题答案及附录。

全部习题共 500 个,其中属于满足基本要求的题目约占 70%,属于满足进一步要求的题目约占 20%,较难的题目约占 10%(以“*”号标明)。大作业题共 6 个。除个别题目外,习题均有答案。

附录包括图表 8 种,单印成册。

本习题集再版时改正了第一版中的错误,并对少数题目作了修改。

材料力学学习题集

清华大学材料力学教研组编

北京市书刊出版业营业许可证出字第 119 号

高等教育出版社出版(北京景山东街)

人民教育印刷厂印装

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

统一书号 K15010·1134 开本 850×1168 $\frac{1}{32}$ 印张 6 $\frac{13}{16}$ (附:附录一册)

字数 191,000 印数 23,500—25,500 定价(7) 0.90

1964 年 3 月第 1 版 1965 年 7 月第 2 版 1965 年 9 月北京第 4 次印刷

序 言

本习题集是受高等工业学校力学课程教材编审委员会材料力学课程教材编审小组的委托而编写的。习题集的内容和要求是以1962年5月高等工业学校力学课程教材编审委员会材料力学课程教材编审小组审订的高等工业学校五年制机械、土建类(150学时)各专业适用的“材料力学教学大纲”(试行草案)为依据,适合于机械类(150学时)各专业使用。

本习题集包括基本部分习题、专题部分习题和大作业题三部分,书末附有答案及附录。

全部习题共500个。在编写时,首先考虑到加强基本概念和基本训练的要求,并力求适应不同教学情况的需要,因此习题中属于满足基本要求的题目较多(约占70%)。此外,习题中还包含一部分属于满足进一步要求的题目(约占20%),以及若干较难的题目(约占10%,以“*”号标明)。

大作业题共六个,其中某些大作业题(如传动轴和曲柄轴)系属于同一章节内容,而在要求上则有所不同,以便于选用。

除个别题目外,习题均有答案,集中附于习题后面。

附录包括图表八种,单印成册。

考虑到本习题集的使用对象是在校学生,而教科书中一般都有例题,在讲课和上习题课时还要演算,因此本习题集中没有列举例题。

本习题集在编写过程中,除参考了国内各兄弟院校所编的习题集外,主要参考资料还有:Н. М. Беляев:“材料力学习题集”,А. А. Уманский:“材料力学习题集”及М. Н. Рудицын:“材料力学计算图解作业”等。

在編写本习题集的过程中，武汉水利电力学院、天津大学、唐山铁道学院等院校兄弟教研組以及杜庆华、孙訓方、方孝淑和陆耀洪等同志提供了不少宝贵意見，最后并由李敏中及楊炳章、官忠信三位同志审閱。

由于編写經驗不足，情况了解不够全面，并限于編写者的水平，习题集中缺点在所难免，希望大家提出意見。

清华大学材料力学教研組

1963年10月

注：1. 图中未加注明的尺寸单位均以 mm 为单位。

2. 題中未給出 E 、 G 、 μ 等数据者，均可查附录表。

目 录

序言	v
----------	---

基本部分

第一章 基本概念	1
第二章 拉伸与压缩	7
I. 应力与变形	7
II. 超静定问题	18
第三章 剪切	25
第四章 扭转	28
第五章 截面图形的几何性质	36
第六章 弯曲	44
I. 内力	44
II. 应力	57
III. 变形	68
第七章 应力状态理论基础	82
第八章 强度理论	89
第九章 复合抗力	94
第十章 局部应力	106
第十一章 变形能法	108
第十二章 超静定系统	119
第十三章 压杆稳定	131
第十四章 动载荷	142
I. 惯性力问题	142
II. 振动	144
III. 冲击	146
第十五章 交变应力	151

专题部分

第十六章 厚壁圆筒	156
-----------------	-----

第十七章 薄壁容器	158
-----------------	-----

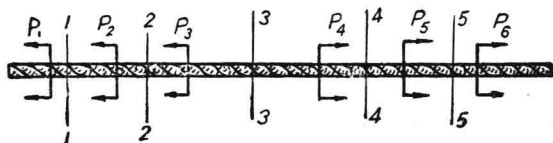
大作业

大作业(一) 截面图形的几何性质	160
大作业(二) 弯曲内力	163
大作业(三) 梁的强度和刚度计算	168
大作业(四) 变截面轴的变形计算	171
大作业(五) 传动轴的强度计算	173
大作业(六) 曲柄轴强度计算	176
答案	179
附录(单印成册)	

基本部分

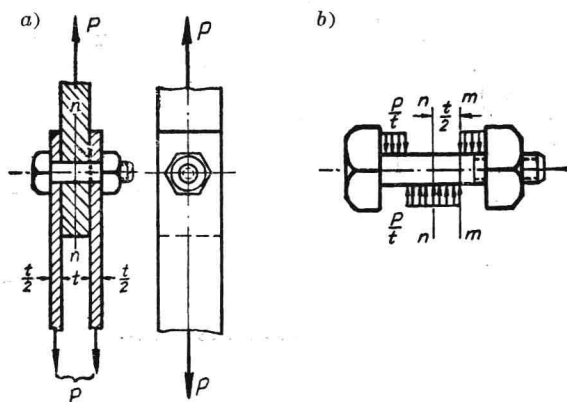
第一章 基本概念

1.1 拔河时，绳子受力如图所示。已知 $P_1=40\text{ kg}$, $P_2=30\text{ kg}$, $P_3=35\text{ kg}$, $P_4=35\text{ kg}$, $P_5=25\text{ kg}$, $P_6=45\text{ kg}$ (各 P 表示双手的合力)。试求 1-1、2-2、3-3、4-4 及 5-5 各截面上的内力素。



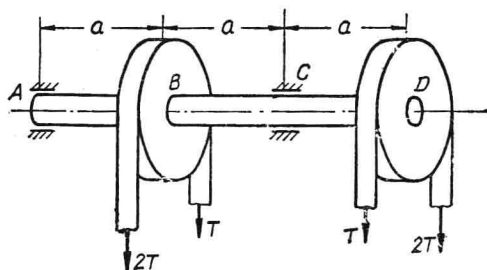
题 1.1 图

1.2 一螺栓连接三块平板，受力如图 a 所示。试求螺栓上 $m-m$ 及 $n-n$ 截面上的剪力。设螺栓上的载荷为均匀分布 (图 b)。



题 1.2 图

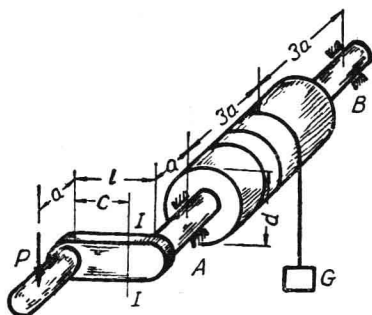
1.3 如图所示,圆轴在皮带力作用下等速转动,两皮带轮直径均为 d 。试说明圆轴将发生何种变形,并求 B 轮左侧截面和右侧截面上的内力素。



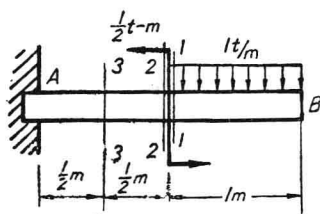
题 1.3 图

1.4 绞车如图所示。已知重物 $G=20\text{ kg}$, $a=15\text{ cm}$, $l=40\text{ cm}$, $c=30\text{ cm}$, $d=40\text{ cm}$ 。试求:

- 1) 使 G 等速上升所需之 P ;
- 2) 支座反力(支座 A, B 可视为铰支);
- 3) $I-I$ 截面上的内力素。



题 1.4 图



题 1.5 图

1.5 图示 AB 杆之左端固定在墙内。试求:

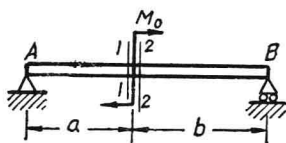
- 1) 支座反力;
- 2) $1-1$ 、 $2-2$ 及 $3-3$ 各横截面上的内力素($1-1$ 、 $2-2$ 是无限接近集

中力偶的截面)。

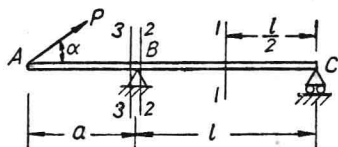
1.6 两端铰支的梁, 中间承受一力偶 M_0 。试求:

1) 支座反力;

2) 1-1、2-2 横截面上的内力素(1-1、2-2 是无限接近力偶 M_0 的截面)。



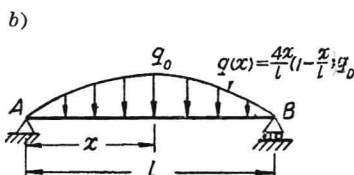
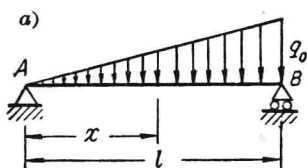
题 1.6 图



题 1.7 图

1.7 直杆 ABC 如图所示, $\alpha = 30^\circ$ 。试求 1-1、2-2 及 3-3 各横截面上的内力素(2-2、3-3 是无限接近支座 B 的截面)。

1.8 试求图示各梁的支座反力及中间截面($x = \frac{l}{2}$)上的内力素。

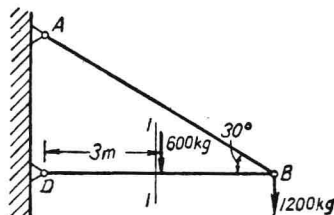


题 1.8 图

1.9 杆系结构如图所示。已知 $P = 600 \text{ kg}$, $q = 400 \text{ kg/m}$ (各杆自重均不计)。试求:

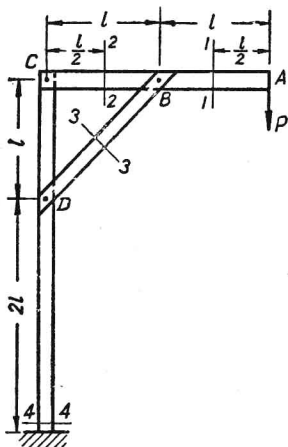
1) AB 杆横截面上的内力素;

2) BD 梁 1-1 截面上的内力素。

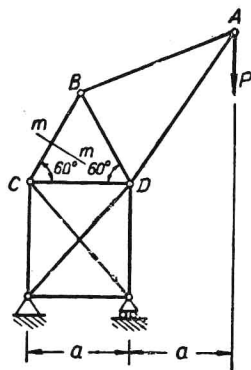


题 1.9 图

1.10 托架如图所示。試求 1-1、2-2、3-3 及 4-4 各橫截面上的內力素(B 、 C 、 D 处均为銷釘)。



題 1.10 图

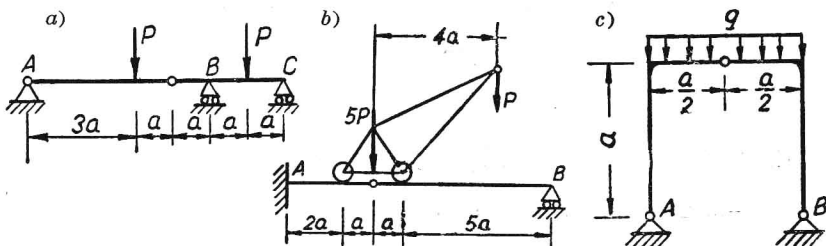


題 1.11 图

1.11 試求图示桁架中 $m-m$ 截面上的內力素。

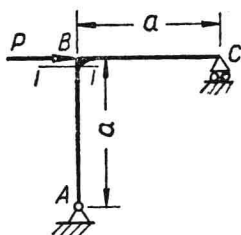
1.12 結構如图所示。試求：

- 1) 支座反力；
- 2) 中間鉸兩側截面上的內力素。

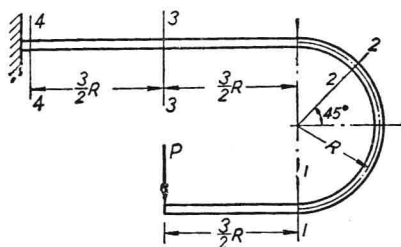


題 1.12 图

1.13 剛架 ABC 受力如图所示。試求支座反力及 1-1 截面上的內力素(1-1 截面垂直于軸綫 AB 且无限接近于剛节点 B)。



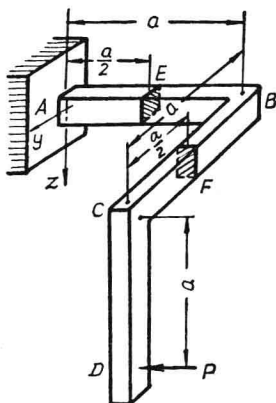
题 1.13 图



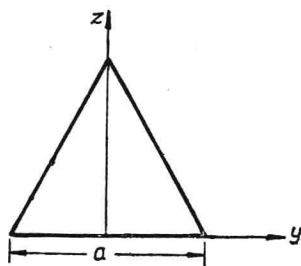
题 1.14 图

1.14 图示为一端固定的圆弧形杆。试求 1-1、2-2、3-3 及 4-4 各横截面上的内力素。

1.15 空间直角折杆 $ABCD$ 如图所示。试求支座反力及 E 、 F 截面上的内力素。



题 1.15 图

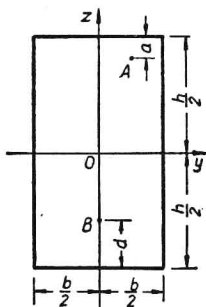


题 1.16 图

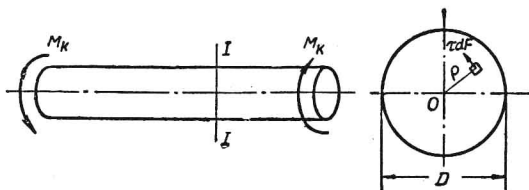
1.16 杆的横截面为等边三角形, 已知该截面上的正应力 σ_0 为均匀分布。试求截面上的内力素及合力的作用点。

1.17 梁的横截面为矩形, $h=10\text{ cm}$, $b=5\text{ cm}$, 已知该截面上的应力分布规律为 $\sigma = C \frac{z}{bh^3}$, 其中 $C=1 \times 10^5\text{ kg-cm}$, $a=1\text{ cm}$, $d=2\text{ cm}$ 。

- 1) 試作正应力沿截面高度(z 方向)变化的分布图, 并求最大拉应力及最大压应力;
- 2) 求該截面上的內力素;
- 3) 求 A 、 B 两点的正应力。



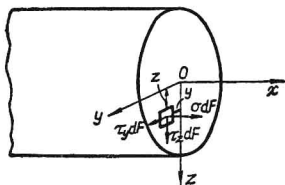
題 1.17 图



題 1.18 图

1.18 直径为 D 的圓杆承受扭轉力偶如图所示。I-I 截面上任一点处有剪应力 $\tau = C\rho$, C 为常数, 且 τ 的方向与 ρ 垂直, ρ 为該点到圓心的距离。試求 C 。

***1.19** 試写出橫截面上各內力素与該截面上应力分布規律 $\sigma(y, z)$ 、 $\tau_y(y, z)$ 及 $\tau_z(y, z)$ 間的关系。



題 1.19 图

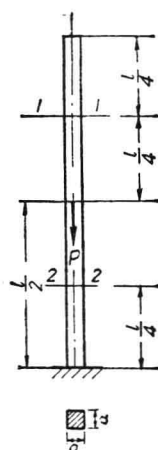
第二章 拉伸与压缩

I. 应力与变形

2.1 試求图示各杆 1-1、2-2 及 3-3 截面上的軸力。



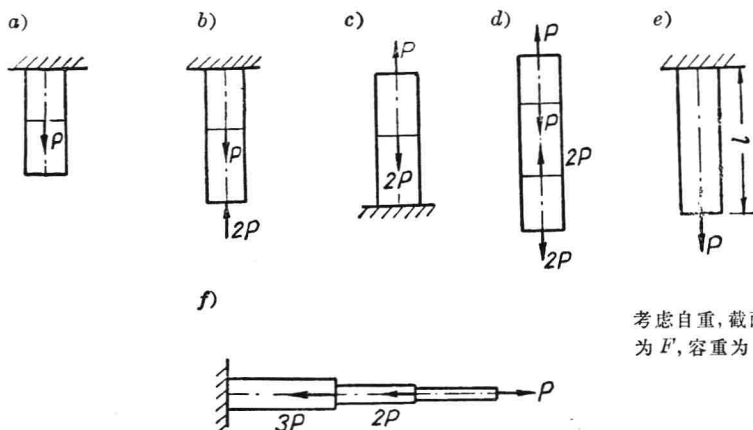
題 2.1 图



題 2.2 图

2.2 图示直杆截面为正方形，边长 $a=20\text{ cm}$ ，杆长 $l=4\text{ m}$ ， $P=1\text{ t}$ ，容重 $\gamma=2\text{ t/m}^3$ 。在考虑杆本身自重时求 1-1 和 2-2 截面上的軸力。

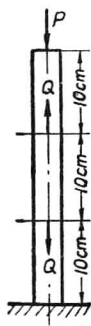
2.3 試作图示各杆的軸力图。



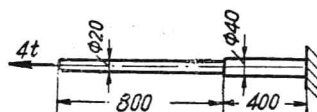
考虑自重，截面积为 F ，容重为 γ 。

題 2.3 图

- 2.4 横截面为 10 cm^2 的鋼杆如图所示, 已知 $P=2t$, $Q=2t$, 試作軸力图并求杆的总伸长及杆下端横截面上的正应力。



题 2.4 图

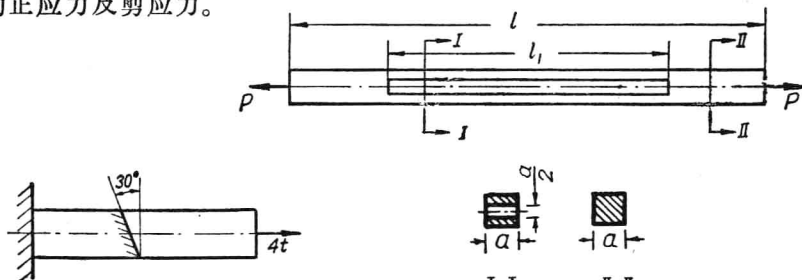


题 2.5 图

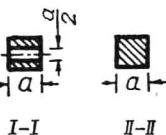
- 2.5 圓截面鋼杆如图所示, 試求:

- 1) 杆的最大正应力及杆的总伸长;
- 2) 杆的最大剪应力。

- 2.6 横截面面积 $F=10\text{ cm}^2$ 的鋼杆如图所示, 試求指定斜截面上的正应力及剪应力。

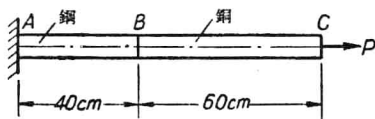


题 2.6 图



题 2.7 图

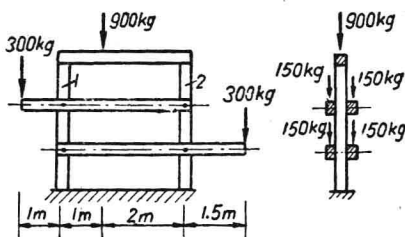
- 2.7 鋼质正方形截面杆上有一切槽如图所示, 已知 $P=1500\text{ kg}$, $a=2\text{ cm}$, $l=40\text{ cm}$, $l_1=25\text{ cm}$, 試求杆内最大正应力及杆的总伸长。



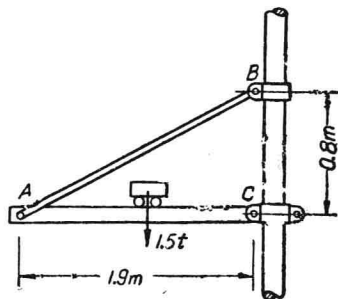
题 2.8 图

- 2.8 图示由两种材料組成的圓杆, 直徑 $d=40\text{ mm}$, 杆的总伸长 $\Delta l=1.26 \times 10^{-2}\text{ cm}$. 試求載荷 P 及在 P 力作用下杆内的最大正应力。

2.9 木架受力如图, 已知 1、2 两杆截面均为 10×10 cm 的正方形。试作 1、2 两杆的轴力图, 并求 1 杆各段横截面上的正应力(各连接处均为销钉, 且水平反力忽略不计)。



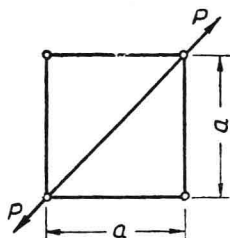
题 2.9 图



题 2.10 图

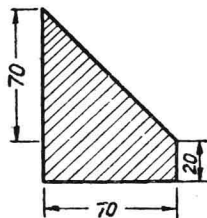
2.10 吊車在图示托架的 AC 梁上移动, 斜杆 AB 的截面为圆形, 直径为 20 mm, 试求斜杆 AB 的最大正应力。

2.11 正方形结构如图所示, 已知各杆 EF 都相同, 若各杆均为小变形, 试求各杆的伸长。

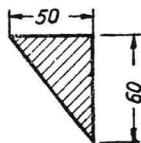


题 2.11 图

a)



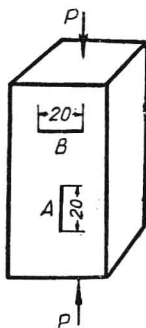
b)



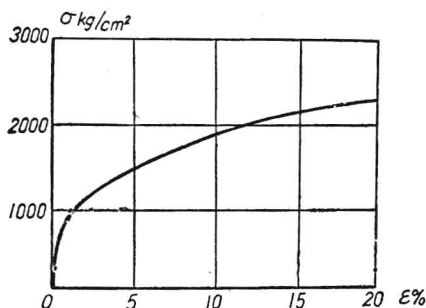
题 2.12 图

2.12 直杆横截面形状如图所示, 杆之两端受到平行于轴线的拉力 P 的作用, 试问当 P 力通过截面上哪一点时才能使横截面上正应力为均匀分布? 又若 $P = 1$ t, 试求此时各截面上正应力的大小。

2.13 在作軸向壓縮試驗時，在試件的 A 及 B 處分別安裝兩個杠杆變形儀，其放大倍数各為 $K_A=1200$, $K_B=1000$, 標距均為 $s=20\text{mm}$ 。受壓後杠杆儀的讀數增量為 $\Delta n_A=-36\text{ mm}$, $\Delta n_B=10\text{ mm}$ 。試求此材料的橫向變形系數 μ 。



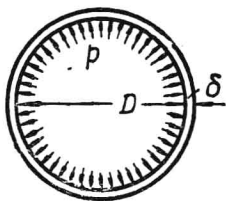
題 2.13 圖



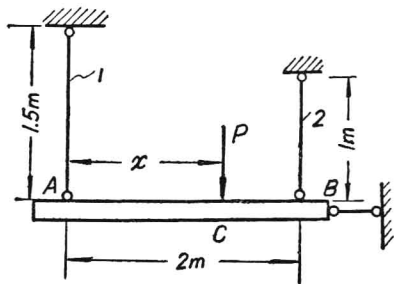
題 2.14 圖

2.14 銅絲直徑 $d=2\text{ mm}$, 杆長 $l=500\text{ mm}$ 。材料的拉伸曲線如圖所示，彈性模量 $E=1.0\times 10^6\text{ kg/cm}^2$ 。如欲使杆的伸長為 30 mm ，則 P 力大約需加多大。

2.15 飛機發動機氣缸內的氣體壓強 $p=30\text{ kg/cm}^2$ ，壁厚 $\delta=3\text{ mm}$ ，內徑 $D=150\text{ mm}$, $E=2.1\times 10^6\text{ kg/cm}^2$ 。試求氣缸的周向拉應力及周長的改變。



題 2.15 圖



題 2.16 圖

2.16 圖示結構中 AB 梁的變形及重量可忽略不計。杆 1 為鋼質