

高等学校教材

材料力学思维训练题集

李志君 许留旺 编

中国铁道出版社

2000年·北京

内 容 简 介

材料力学课程是工科土木、机械类专业重要的技术基础课,也是其他相关专业的
重要课程。为使 学生掌握这门课程的基础知识、基本理论和方法,在总结多年材料力
学课程教学实践的基础上,编写了本书。本书的内容包括:绪论、轴向拉伸和压缩、扭
转、构件连接的实用计算、弯曲内力、弯曲应力、梁的位移及简单超静定梁、应力状态
分析、强度理论、组合变形、压杆稳定、能量方法、动应力、交变应力、截面的几何性质
等。为便于学习,书末附有习题答案。

本书除可供相关专业的学生学习材料力学之用外,也可作为报考研究生人员的
参考书。

图书在版编目(CIP)数据

材料力学思维训练题集/李志君,许留旺编.—北京:中国铁道出版社,2000.5
ISBN 7 113 03171 4

材... . 李... 许... .材料力学 高等学校 习题 .TB301 44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 17850 号

书 名:材料力学思维训练题集
作 者:李志君 许留旺
出版发行:中国铁道出版社(100054,北京市宣武区右安门西街 8 号)
责任编辑:程东海
封面设计:
印 刷:中国铁道出版社印刷厂
开 本:787×1092 1/16 印张:12.75 字数:316 千
版 本:2000 年 7 月第 1 版 2000 年 7 月第 1 次印刷
印 数:1~5000 册
书 号:ISBN 7 113 03171 4/O·75
定 价:16.50 元

版权所有 盗印必究
凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社发行部调换。

前 言

科学技术和社会经济的发展对高等学校人才的培养,提出了高素质和创造性的要求。为此,我国的高等教育与世界上发达国家的高等教育一样,正进行着极其深刻的变化与改革,尤其以教学改革成为改革的核心。在教学改革逐渐深化的过程中,教师越来越深刻地意识到,随着教学内容的优化和更新,教学时数的减少,按照传统的教学方法和学习方法,是不可能达到新的培养目标的。

材料力学课程是工科土木、机械类专业重要的技术基础课,也是其他相关专业的重要课程,这就面临着如何用更少的时间,使学生掌握这门课程的基础知识、基本理论和方法,达到应有的质量;以及通过该门课程的训练,能够使学生进一步提高逻辑思维的能力,分析和解决问题的能力。遵循着上述改革思路,在近几年的材料力学课程教学实践中,在学时不断减少的情况下,在不断丰富、增删和提炼的基础上,我们编写了供学生使用的材料力学思维训练题。

作为一本对学生进行材料力学思维训练的题集,突破了传统的思考题或基本训练题的范畴。传统的思考题或基本训练题主要是在材料力学的基本概念上进行设题,从而加深学生对基本概念的正确理解。但是,材料力学课程更加强调概念的正确运用以及工程运算的能力,这也就是该门课程长期以来要求学生进行大量计算题和证明题演练的目的。只有严谨认真地做习题,学生才可能掌握该门课程,真正达到基础厚实、运用灵活,这在后续课程的学习以及今后工程应用中都将获益匪浅。因此,足够的、有一定难度的计算题和证明题的练习是必不可少的,但这又与学习时间的减少形成了尖锐的矛盾。在长期的教学实践中,我们发现,一个计算题或证明题,往往有一个或几个难点,解决了这些难点,此题也就迎刃而解。因此,把这些难点抽出来,形成单独的思维训练题,供学生思索、分析之用,既可提高学生分析问题、解决问题的能力,又可极大地缩短解题的时间。从大量的计算题、证明题中,分析、归纳出足够数量的思维训练题,形成了这本题集的主体部分。

该思维训练题集涵盖了材料力学课程的基本内容、基本理论和方法,在近几年的教学中,深受广大教师和同学的欢迎,对稳定和提高材料力学课程的教学质量,起到了显著的作用。

通过使用本书进行考研复习,将有效地掌握材料力学课程的基本概念、理论和方法,掌握问题的难点和重点,以及在一定程度上熟悉解题的思路和技巧,从而使你获得成功。

本书提供给广大教师、同学和其他读者,希望能对你们的教和学习有所帮助。同时,限于编者水平,疏漏和遗误在所难免,恳请批评指正。

编 者
二〇〇〇年二月

目 录

第一章 绪 论.....	1
第二章 轴向拉伸和压缩.....	2
§ 2 - 1 内力、轴力和轴力图	2
§ 2 - 2 拉(压)杆的应力.....	4
§ 2 - 3 拉(压)杆的变形和位移.....	5
§ 2 - 4 拉(压)杆的应变能	11
§ 2 - 5 材料的力学性能	12
§ 2 - 6 强度计算	14
§ 2 - 7 应力集中	15
§ 2 - 8 拉压超静定问题	17
§ 2 - 9 装配应力 温度应力	25
第三章 扭 转	29
§ 3 - 1 外力偶矩、扭矩和扭矩图.....	29
§ 3 - 2 剪应力互等定理 剪应变	31
§ 3 - 3 圆轴扭转时的应力和变形	32
§ 3 - 4 扭转超静定问题	37
§ 3 - 5 非圆截面杆扭转	39
第四章 构件连接的实用计算	41
第五章 弯曲内力	44
§ 5 - 1 平面弯曲 剪力和弯矩	44
§ 5 - 2 荷载集度、剪力和弯矩间的关系 剪力图和弯矩图.....	47
§ 5 - 3 平面刚架和曲杆的内力图	53
第六章 弯曲应力	55
§ 6 - 1 弯曲正应力	55
§ 6 - 2 弯曲剪应力	63
§ 6 - 3 弯曲中心	71
§ 6 - 4 梁的塑性分析	73
第七章 梁的位移及简单超静定梁	75
§ 7 - 1 梁的挠曲线近似微分方程	75
§ 7 - 2 积分法求梁的位移	76
§ 7 - 3 叠加法求梁的位移	80
§ 7 - 4 梁的刚度	85
§ 7 - 5 简单超静定梁	86
第八章 应力状态分析	91

§ 8 - 1	一点处的应力状态	91
§ 8 - 2	平面应力状态分析	91
§ 8 - 3	三向应力状态分析	99
§ 8 - 4	应力与应变之间的关系	101
§ 8 - 5	三向应力状态的比能	106
§ 8 - 6	关于单元体的概念	107
第九章	强度理论	108
第十章	组合变形	112
§ 10 - 1	组合变形的概念	112
§ 10 - 2	斜 弯 曲	112
§ 10 - 3	偏心拉伸(压缩)	116
§ 10 - 4	截面核心	118
§ 10 - 5	拉伸(压缩)与弯曲	119
§ 10 - 6	弯曲与扭转	121
第十一章	压杆稳定	124
§ 11 - 1	压杆稳定性概念及欧拉公式	124
§ 11 - 2	欧拉公式的适用范围	129
§ 11 - 3	压杆稳定性计算	130
第十二章	能量方法	134
§ 12 - 1	应 变 能	134
§ 12 - 2	卡氏定理	136
§ 12 - 3	超静定问题	140
第十三章	动 应 力	144
§ 13 - 1	动静法的应用	144
§ 13 - 2	冲击荷载	147
第十四章	交变应力	153
附录	截面的几何性质	155
§ - 1	面积矩和形心	155
§ - 2	惯性矩和惯性积	157
§ - 3	平行移轴公式	159
§ - 4	转轴公式	162
答 案		167
主要参考文献		196

第一章 绪 论

1—1 材料力学中对构件的受力和变形等问题可用连续函数来描述;通过试件所测得的材料力学性能,可用于构件内部的任何部位。这是因为对可变形固体采用了()假设。

(A) 连续均匀 (B) 各向同性 (C) 小变形 (D) 平面

1—2 下列材料中,不属于各向同性材料的有()。

(A) 钢材 (B) 塑料 (C) 浇注很好的混凝土 (D) 木材

1—3 材料相同、横截面积相等的两根轴向拉伸的等直杆,一根杆伸长量为 10mm,另一根杆伸长量为 0.1mm。前者为大变形,后者为小变形。该结论是否正确?为什么?

1—4 研究构件或其一部分的平衡问题时,采用构件变形前的原始尺寸进行计算,这是因为采用了()。

(A) 平面假设 (B) 连续均匀假设 (C) 小变形假设 (D) 各向同性假设

第二章 轴向拉伸和压缩

§ 2 - 1 内力、轴力和轴力图

- 2—1 材料力学中的内力是指()。
- (A) 构件内部的力 (B) 构件内部各质点间固有的相互作用力
- (C) 构件内部一部分与另一部分之间的相互作用力
- (D) 因外力作用,而引起构件内部一部分对另一部分作用力的改变量
- 2—2 图示各杆 BC 段为轴向拉伸(压缩)的是()。

题 2—2 图

题 2—3 图

- 2—3 若将图(a)中的 P 力由 D 截面移到 C 截面(图 b),则有()。
- (A) 整个杆的轴力都不变化 (B) AB 段的轴力不变, BC 段、 CD 段的轴力变为零
- (C) AB 、 BC 段轴力不变, CD 段轴力变为零 (D) A 端的约束反力发生变化
- 2—4 若将图(a)中 BC 段内均匀分布的外力用其合力代替,并作用于 C 截面处,如图(b)所示,则轴力发生改变的为()。

题 2—4 图

(A) AB 段 (B) BC 段 (C) CD 段 (D) 三段均发生改变

2—5 在下列各杆中, $n - n$ 横截面面积均为 A 。 $n - n$ 横截面上各点正应力均匀分布, 且为 $\sigma = \frac{P}{A}$ 的是()。

题 2—5 图

题 2—6 图

2—6 受轴向外力作用的等直杆如图所示, 其 $m - m$ 横截面上的轴力为()。

(A) P (B) $-P$ (C) $2P$ (D) $3P$

2—7 等直杆受力如图所示, 其轴力图应是()。

题 2—7 图

2—8 横截面面积为 A , 长度为 l , 材料比重为 γ 的立柱受力如图所示。若考虑材料的自重, 则立柱的轴力图是()。

题 2—8 图

2—9 杆的受力图及轴力图分别如图(*a*)、(*b*)所示,正确的轴力表达式是()。

- (*A*) $N_B = 9\text{kN}$ (*B*) $N_B = 4\text{kN}$
 (*C*) $N_B = -5\text{kN}$ (*D*) $N_{B\text{左}} = 4\text{kN}, N_{B\text{右}} = -5\text{kN}$

题 2—9 图

§ 2 - 2 拉(压)杆的应力

2—10 受轴向拉伸的平板如图所示。设受力前在板的表面画上互相平行的 *AB* 线段与 *CD* 线段,且两线与轴线夹角为 α ($\alpha < 90^\circ$),则受力变形后有()。

- (*A*) *AB* $\perp$ *CD*, α 角减小 (*B*) *AB* $\parallel$ *CD*, α 角不变
 (*C*) *AB* $\parallel$ *CD*, α 角增大 (*D*) *AB* 不再平行 *CD*

题 2—10 图

题 2—11 图

2—11 等直杆两端受轴向载荷作用,其横截面面积为 *A*,则 *n* - *n* 斜截面上的正应力和剪应力为()。

- (*A*) $\sigma = \frac{P}{A} \cos^2 30^\circ, \tau = \frac{P}{2A} \sin 60^\circ$ (*B*) $\sigma = \frac{P}{A} \cos^2 (-30^\circ), \tau = \frac{P}{2A} \sin(-60^\circ)$

$$(C) \sigma = \frac{P}{A} \cos^2 60^\circ, \tau = \frac{P}{2A} \sin 120^\circ \quad (D) \sigma = \frac{P}{A} \cos^2 (-60^\circ), \tau = \frac{P}{2A} \sin (-120^\circ)$$

§ 2 - 3 拉(压)杆的变形和位移

2—12 图示等直杆各段的抗拉(压)刚度相同,则变形量最大的为()。

(A) AB 段 (B) BC 段 (C) CD 段 (D) 三段变形量相等

2—13 图示杆件的横截面面积为 A , 弹性模量为 E , 则 AB、BC 段的变形分别为 $\Delta l_{AB} =$ _____, $\Delta l_{BC} =$ _____。A、B 截面的位移分别为 $\delta_A =$ _____, $\delta_B =$ _____。

2—14 图 a、b 所示两杆的材料、横截面面积和受力分别相同,长度 $l_1 > l_2$ 。下列各量中相同的有(),不相同的有()。

题 2—12 图

(A) 正应力 (B) 纵向变形 (C) 纵向线应变
(D) 横向线应变 (E) 横截面上 ab 线段的横向变形

题 2—13 图

题 2—14 图

2—15 阶梯形杆的横截面面积分别为 $A_1 = 2A$, $A_2 = A$, 材料的弹性模量为 E 。杆件受轴向拉力 P 作用时,最大的伸长线应变是()。

$$(A) \varepsilon = \frac{Pl}{EA_1} + \frac{Pl}{2EA_2} = \frac{Pl}{EA}$$

$$(B) \varepsilon = \frac{P}{EA_1} + \frac{P}{EA_2} = \frac{3P}{2EA}$$

$$(C) \varepsilon = \frac{P}{EA_1} = \frac{P}{2EA} \quad (D) \varepsilon = \frac{P}{EA_2} = \frac{P}{EA}$$

题 2—15 图

2—16 变截面钢杆受力如图所示。已知 $P_1 = 20\text{kN}$, $P_2 = 40\text{kN}$, $l_1 = 300\text{mm}$, $l_2 = 500\text{mm}$, 横截面面积 $A_1 = 100\text{mm}^2$, $A_2 = 200\text{mm}^2$, 弹性模量 $E = 200\text{GPa}$ 。

(1) 杆件的总变形量是()。

$$(A) \Delta l = \frac{P_1 l_1}{EA_1} + \frac{P_2 l_2}{EA_2} = \frac{20 \times 10^3 \times 300}{200 \times 10^3 \times 100} + \frac{40 \times 10^3 \times 500}{200 \times 10^3 \times 200} = 0.8\text{mm}(\text{伸长})$$

$$(B) \Delta l = \frac{P_1 l_1}{EA_1} - \frac{P_2 l_2}{EA_2} = \frac{20 \times 10^3 \times 300}{200 \times 10^3 \times 100} - \frac{40 \times 10^3 \times 500}{200 \times 10^3 \times 200} = -0.2\text{mm}(\text{缩短})$$

$$(C) \Delta l = \frac{P_1 l_1}{EA_1} - \frac{(P_2 - P_1) l_2}{EA_2} = \frac{20 \times 10^3 \times 300}{200 \times 10^3 \times 100} - \frac{20 \times 10^3 \times 500}{200 \times 10^3 \times 200} = 0.05 \text{mm} (\text{伸长})$$

$$(D) \Delta l = \frac{P_1 l_1}{EA_1} + \frac{(P_2 - P_1) l_2}{EA_2} = \frac{20 \times 10^3 \times 300}{200 \times 10^3 \times 100} + \frac{20 \times 10^3 \times 500}{200 \times 10^3 \times 200} = 0.55 \text{mm} (\text{伸长})$$

(2) 由上面解题过程知 AB 段的缩短变形 $\Delta l_2 = -0.25 \text{mm}$, BC 段的伸长变形 $\Delta l_1 = 0.3 \text{mm}$, 则 C 截面相对 B 截面的位移是()。

$$(A) \delta_{BC} = \Delta l_1 + |\Delta l_2| = 0.55 \text{mm} \quad (B) \delta_{BC} = \Delta l_1 = 0.3 \text{mm} (\leftarrow \rightarrow)$$

$$(C) \delta_{BC} = \Delta l_1 + \Delta l_2 = 0.05 \text{mm} \quad (D) \delta_{BC} = 0$$

(3) C 截面的位移是()。

$$(A) \delta_C = \Delta l_1 = 0.3 \text{mm} \quad (B) \delta_C = \Delta l_1 - \Delta l_2 = 0.55 \text{mm} (\rightarrow)$$

$$(C) \delta_C = \Delta l_1 + \Delta l_2 = 0.05 \text{mm} (\rightarrow) \quad (D) \delta_C = 0$$

题 2—16 图

题 2—17 图

2—17 1、2 两杆材料的弹性模量为 E , 横截面面积为 A , 受力如图所示。若使节点 C 没有竖直方向的位移, 则集中力 P_1 和 P_2 应满足的条件是()。

$$(A) P_1 = 0 \quad (B) P_1 = P_2 \quad (C) P_1 = 0.75 P_2 \quad (D) P_1 = \frac{3}{2} P_2$$

2—18 图示结构中, AB、AC 两杆的长度均为 l , 抗拉(压)刚度均为 EA , AC 杆位于水平位置。若在力 P 作用下, 节点 A 不产生水平位移, 则 $\alpha =$ _____。在此情况下, 设 $\beta = 60^\circ$, 则节点 A 的铅垂位移 $\delta_A =$ _____。

题 2—18 图

题 2—19 图

2—19 图示结构中, 杆 1 的材料是钢, $E_1 = 206 \text{GPa}$; 杆 2 的材料是铝, $E_2 = 70 \text{GPa}$ 。已知两杆的横截面面积相等, 则在 P 力作用下, 节点 A ()。

$$(A) \text{向左下方移动} \quad (B) \text{向右下方移动}$$

$$(C) \text{沿铅垂方向向下移动} \quad (D) \text{水平向右移动}$$

2—20 等直圆管受轴向拉伸, 变形在弹性范围内。

(1) 外径和内径的变化为()。

(A) 外径和内径都增大

(B) 外径增大,内径减小

(C) 外径减小,内径增大

(D) 外径和内径都减小

(2) 此时,圆管的壁厚_____。

2—21 正方形等截面直杆受轴向拉伸时,其横截面边长 AB 和对角线 AC 的横向变形的关系是 $\Delta l_{AB}/\Delta l_{AC} =$ _____, 横向线应变的关系是

$\varepsilon'_{AB}/\varepsilon'_{AC} =$ _____。

题 2—21 图

2—22 图示桁架,1、2 两杆的 EA 相同,节点 A 的竖向位移 $\delta_{Ay} =$ _____, 水平位移 $\delta_{Ax} =$ _____。

题 2—22 图

题 2—23 图

2—23 图示桁架中,1、2 两杆的长度为 l ,横截面面积为 A ,弹性模量为 E 。在铅垂力 P 作用下,节点 A 是()。

(A) 向右下位移

(B) 竖直向下位移

(C) 向左下位移

(D) 水平向左位移

2—24 在 2—23 题中,设 1 杆的弹性模量为 E_1 ,2 杆的弹性模量为 E_2 ,且 $E_1 > E_2$,其他条件不变,则点 A 的位移为()。

(A) 向左下方

(B) 向右下方

(C) 竖直向下

(D) 水平向左

2—25 三角托架受力如图所示,设 1、2 两杆的变形分别是 Δl_1 (伸长)和 Δl_2 (缩短),则节点 B 的水平位移 δ_x 和铅垂位移 δ_y 分别为()。

(A) $\delta_x = \Delta l_1$, $\delta_y = \Delta l_2 \sin \alpha$

(B) $\delta_x = \Delta l_1$, $\delta_y = \Delta l_2 / \sin \alpha$

(C) $\delta_x = \Delta l_1$, $\delta_y = \Delta l_1 \cot \alpha + \Delta l_2 / \sin \alpha$

(D) $\delta_x = 0$, $\delta_y = \Delta l_1 \cot \alpha + \Delta l_2 / \cos \alpha$

题 2—25 图

题 2—26 图

2—26 图示结构在受力前, AB 为水平放置的刚性杆,1、2、3 杆的 EA 相同。

(1)画出受力后的变形图。

(2) 节点 A、B 和 C 点的水平位移、竖直位移分别为:

$$\delta_{Ax} = \underline{\hspace{2cm}}, \quad \delta_{Ay} = \underline{\hspace{2cm}}, \quad \delta_{Bx} = \underline{\hspace{2cm}}, \quad \delta_{By} = \underline{\hspace{2cm}},$$

$$\delta_{Cx} = \underline{\hspace{2cm}}, \quad \delta_{Cy} = \underline{\hspace{2cm}}。$$

2—27 图(a)所示两杆桁架在载荷 P 作用时, 两杆的伸长量分别为 Δl_1 和 Δl_2 , 并设 $\Delta l_1 > \Delta l_2$, 则 B 节点的铅垂位移是()。

(A) $\delta_y = \Delta l_1 \cos \alpha + \Delta l_2 \cos \beta$

(B) 用平行四边形法则求得 BB' 后, $\delta_y = BB' \cos \gamma$ (图 b)

(C) 如图(c)所示, 作出对应垂线的交点 B'' 后, $\delta_y = BB'' \cos \gamma$

(D) $\delta_y = \frac{\Delta l_1}{\cos \alpha} + \frac{\Delta l_2}{\cos \beta}$

题 2—27 图

2—28 五根抗拉刚度 EA 相同的直杆, 铰接成边长为 a 的正方形结构, 受力如图所示。A、B 两点的相对位移为 $\delta_{AB} = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

2—29 图示正方形结构中, AB 、 BC 、 CD 和 DA 四根杆均为刚性杆; BD 杆为弹性杆, 其抗压刚度为 EA 。由节点 C、B 的平衡条件已求出 $N_{BC} = P$ (拉), $N_{BD} = 2P$ (压), $N_{AB} = P$ (拉)。

(1) 试画出结构的变形图。

(2) 节点 B 的位移 δ_B 为()。

(A) $\delta_B = \frac{\Delta l_{BD}}{\cos 45^\circ} = \frac{2 \cdot 2Pa}{EA} \quad (\downarrow)$

题 2—28 图

(B) $\delta_B = \Delta l_{BD} \cos 45^\circ = \frac{2Pa}{EA} \quad (\downarrow)$

(C) $\delta_B = \Delta l_{BD} \tan 45^\circ = \frac{2Pa}{EA} \quad (\downarrow)$

(D) $\delta_B = \Delta l_{BD} \times 2 = \frac{4Pa}{EA} \quad (\downarrow)$

2—30 图示结构中, AB 杆为水平刚性杆; CD 杆为弹性杆, 其伸长量为 Δl 。

(1) 试画出结构的变形图。

(2) B 点的位移 δ_B 为()

(A) $\delta_B = 2\Delta l \cos \alpha \quad (\downarrow)$

(B) $\delta_B = 2\Delta l \sin \alpha \quad (\downarrow)$

(C) $\delta_B = 2\Delta l \sin \alpha \quad (\downarrow)$

(D) $\delta_B = 2\Delta l \cos \alpha \quad (\downarrow)$

题 2—29 图

题 2—30 图

2—31 图示结构中, AB 为刚性梁, 1、2 两杆的材料相同, 长度如图所示, 横截面面积分别为 A_1 和 A_2 。若在载荷 P 作用下, 使 AB 横梁平行下移, 则两杆横截面面积为()。

- (A) $2 A_1 = A_2$ (B) $A_1 = 2 A_2$
(C) $A_1 = 4 A_2$ (D) $3 A_1 = A_2$

题 2—31 图

题 2—32 图

2—32 图示结构中, BCD 为刚性杆, AB 杆的抗拉刚度为 EA 。未受力时 CD 杆是水平的, 在 P 力作用下 D 点的铅垂位移 $\delta_D =$ _____。

2—33 图示结构中, 杆 AB 、 BC 的抗拉刚度均为 EA , 其伸长量分别为 Δl_1 和 Δl_2 。(1) 画出结构的变形图;(2) 节点 B 的水平位移 $\delta_{Bx} =$ _____, 铅垂位移 $\delta_{By} =$ _____。

题 2—33 图

题 2—34 图

2—34 图(a)所示结构中, AB 为水平放置的刚性杆, 1、2、3 杆的抗拉(压)刚度均为 EA , 已求出三杆的变形分别为 Δl_1 (缩短)、 Δl_2 (伸长)、 $\Delta l_3 = 0$ 。变形图如图(b)所示, A 、 E 、 B 三点分别移到 A' 、 E' 、 B' , 图中, $BB_1 = \Delta l_2$, $EE_2 = \Delta l_1$ 。试检查变形图是否正确? A 点的水平位移和铅垂位移分别为 $\delta_{Ax} =$ _____, $\delta_{Ay} =$ _____。

2—35 图示结构中, BD 杆为刚性杆, AB 、 BC 杆的抗拉(压)刚度均为 EA , 则节点 B 的位移方向为()。

- (A) 竖直向下
- (B) 向右下方, 且和竖直方向的夹角为 45°
- (C) 水平向右
- (D) 向左下方, 且和竖直方向的夹角为 45°

2—36 在图(a)所示结构中, AB 和 CD 杆均为刚性杆, AC 和 BC 杆的抗拉(压)刚度为 EA 。 Δl_1 、 Δl_2 分别表示 1 杆的伸长和 2 杆的缩短量。

(1) 检查图(b)所示变形图是否正确? 图中, $CC' = \Delta l_2$, $AA'' = \Delta l_1$, A_1 、 C_1 分别为 A 、 C 变形后位置。

题 2—35 图

(2) 节点 A 的水平位移 $\delta_{Ax} =$ _____, 铅垂位移 $\delta_{Ay} =$ _____。

题 2—36 图

2—37 图(a)所示结构中, AB 、 CD 杆为刚性杆, 1、2 两杆的长度 l 及抗拉(压)刚度 EA 分别相同。以 CD 杆和 AB 杆为研究对象(图 b), 分别建立平衡方程 $\sum M_C = 0$ 和 $\sum M_B = 0$, 求得两杆的轴力为 $N_1 = 2P$ (拉力), $N_2 = -P$ (压力)。变形图如图(c)所示。

(1) F 、 E 两点的竖直位移 δ_F 、 δ_E 和 1 杆的伸长量 Δl_1 的关系为 $\delta_F =$ _____, $\delta_E =$ _____, G 、 D 两点的竖直位移 δ_G 、 δ_D 和 2 杆的缩短量 Δl_2 的关系为 $\delta_G =$ _____, $\delta_D =$ _____。

(2) A 截面的位移 $\delta_A =$ _____。

题 2—37 图

2—38 轴向受拉的等截面直杆, 其横截面分别为 $b \times h$ ($h > b$) 的矩形和长、短半轴分别为 a 和 b 的椭圆形, 如图所示。试问拉杆受力变形后, 矩形截面的长边和短边的比值为 _____, 椭圆形截面的形状变为 _____。

题 2—38 图

2—39 图示结构中, AB 杆为刚性杆; 1、2、3 杆为弹性杆, 其横截面积均为 A , 弹性模量均为 E 。

(1) 三弹性杆的轴力分别为 $N_1 = \underline{\hspace{2cm}}$, $N_2 = \underline{\hspace{2cm}}$, $N_3 = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

(2) 画出结构的变形图。

(3) A 、 B 两节点的水平 and 竖直位移分别为 $\delta_{Ax} = \underline{\hspace{2cm}}$, $\delta_{Ay} = \underline{\hspace{2cm}}$, $\delta_{Bx} = \underline{\hspace{2cm}}$, $\delta_{By} = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

题 2—39 图

题 2—40 图

2—40 图示结构中, AB 为刚性杆, 1、2、3、4 四根杆的抗拉刚度均为 EA 。四根杆的轴力分别为 $N_1 = \underline{\hspace{2cm}}$, $N_2 = \underline{\hspace{2cm}}$, $N_3 = \underline{\hspace{2cm}}$, $N_4 = \underline{\hspace{2cm}}$ 。 A 、 B 点的位移分别为 $\delta_A = \underline{\hspace{2cm}}$, $\delta_B = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

§ 2 - 4 拉(压)杆的应变能

2—41 图示轴向受拉直杆的抗拉刚度为 EA , 其应变能 U 为()。

- (A) $\frac{Pb^2}{2EA} + \frac{Pa^2}{2EA}$ (B) $\frac{P^2(a+b)}{2EA} + \frac{P^2a}{2EA}$
 (C) $\frac{P^2b}{2EA} + \frac{(2P)^2a}{2EA}$ (D) $\frac{P^2a}{2EA} + \frac{(2P)^2b}{2EA}$

题 2—41 图

题 2—42 图

2—42 图示三角架中, 设 1、2 杆的应变能分别为 U_1 和 U_2 。下列求节点 B 铅垂位移的

方程中,正确的为()。

(A) $\frac{1}{2} P\delta_{By} = U_1 + U_2$

(B) $\frac{1}{2} P\delta_{Bx} = U_1 + U_2$

(C) $P\delta_{By} = U_1 + U_2$

(D) $\frac{1}{2} P\delta_{By} = U_1$

§ 2 - 5 材料的力学性能

2—43 低碳钢材料受拉伸经过冷作硬化后,将使材料的()得到提高。

(A) 强度极限 (B) 比例极限

(C) 断面收缩率 (D) 伸长率(延伸率)

2—44 对于没有明显屈服阶段的塑性材料,曾用 $\sigma_{0.2}$ 表示其屈服极限,并称为名义屈服极限。 $\sigma_{0.2}$ 是塑性应变等于_____时的应力值。

2—45 伸长率(延伸率)公式 $\delta = \frac{l_1 - l}{l} \times 100\%$ 中的 l_1 指的是()。

(A) 断裂时试件的长度 (B) 断裂后试件的长度

(C) 断裂时试验段的长度 (D) 断裂后试验段的长度

2—46 低碳钢受拉伸时,当正应力小于_____时,材料在线弹性范围内工作;正应力达到_____,意味着材料发生破坏。铸铁拉伸时,正应力达到_____,材料发生破坏。

2—47 三种材料的应力 - 应变曲线分别如图中 a、b、c 所示。其中材料强度最高的是_____,弹性模量最大的是_____,塑性最好的是_____。

题 2—47 图

题 2—48 图

2—48 低碳钢的应力-应变曲线如图所示。试在图中表示出 f 点的弹性应变 ϵ_e 、塑性应变 ϵ_p 以及材料的伸长率 δ 。

2—49 低碳钢材料在轴向拉伸和压缩时,下列答案中正确的有()。

(A) 比例极限相等 (B) 屈服极限相等

(C) 强度极限相等 (D) 弹性模量相等

2—50 低碳钢和铸铁试件在拉伸和压缩破坏时的情形,如图所示。其中图(a)为_____,图(b)为_____,图(c)为_____,图(d)为_____。

2—51 低碳钢材料作拉伸试验时,若试件表面经过磨削和抛光,当材料屈服时,在试件表面上会看到与轴线大致成 $\pm 45^\circ$ 的条纹(滑移线),这是因为在与轴线成 $\pm 45^\circ$ 方向上的_____应力的绝对值为最大值,材料沿_____面发生滑移。工程上以屈服极限 σ_s 作为屈