

中山大学

2019 年攻读硕士学位研究生入学考试试题

科目代码: 886

科目名称: 工程力学

考试时间: 2018 年 12 月 23 日下午

考生须知
全部答案一律写在答题纸
上, 答在试题纸上的不计分! 答
题要写清题号, 不必抄题。

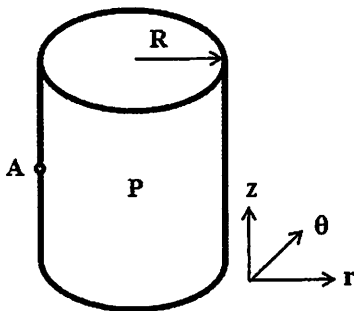
一、概念题 (共 40 分)

- 1、什么是应力和应变? 谈谈如何理解这两个概念? (8 分)
- 2、谈谈如何理解力的平衡和力矩平衡。(8 分)
- 2、画出典型的韧性材料和脆性材料的拉伸应力应变曲线, 两类材料各举一个实例, 说明曲线上的变形特征, 并标出弹性模量、屈服应力和拉伸强度, 说明韧性脆性材料的差异。(16 分)
- 3、谈谈工程力学的梁的变形公式的基本假设。(8 分)

二、(20 分)

核电站的反应堆压力容器可简化为两端封闭的圆筒如下图, 受内压 P 作用, 半径为 R , 壁厚为 t ($t \ll R$)。

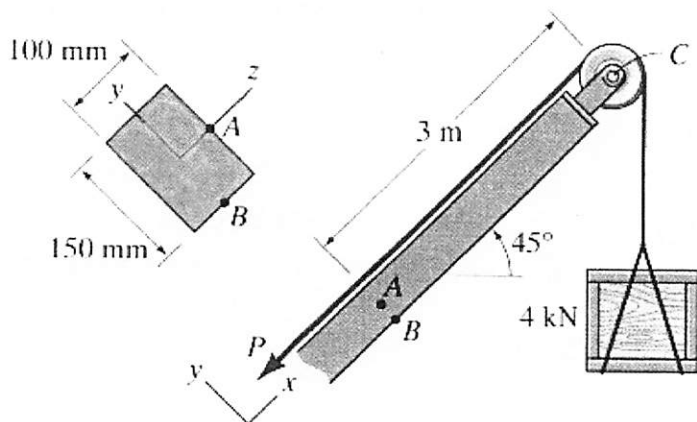
- (1) 写出 A 点处的应力张量矩阵形式 $[\sigma]$, 以 $\sigma_{rr}, \sigma_{\theta\theta}, \sigma_{zz}$ 表示。
- (2) 请根据压力容器的受力特点和内外力平衡写出压力容器的 A 点处微元的应力分量 $\sigma_{rr}, \sigma_{\theta\theta}, \sigma_{zz}$ 具体值, 以 P, R, t 表示。
- (3) 简述工程中对压力容器进行强度分析的注意事项, 说明 Mises 强度准则的意义。



三、(30 分)

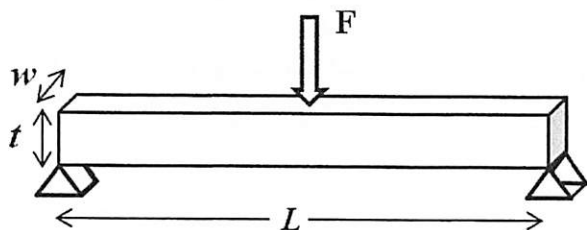
梁的一端 C 处通过一个定滑轮用缆绳将 4kN 的重物吊起，直梁与水平面的夹角为 45 度，并且假设另一端为完全固定端约束。直梁的截面尺寸如图，试求：

- (1) AB 所在截面的轴力、剪力和弯矩；
- (2) AB 所在截面的正应力为轴力和弯矩引起的正应力叠加，给出其表达式；
- (3) 计算 AB 所在截面上最大（绝对值）的正应力值；
- (4) 说明 A 点和 B 点的应力状态特点。



四、(20 分)

有简支梁如下图所示，长度为 L ，高度和宽度分别为 t 和 w 。在中点处施加有集中载荷 F 。



弯曲正应力 $\sigma = My/I$ ，惯性矩 $I = wt^3/12$

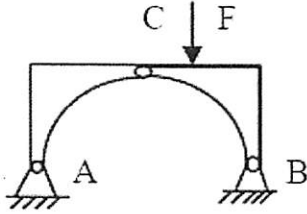
梁的长度 L 和宽度 w 固定不变，高度 t 可根据需求变化。

现要求梁满足强度要求（最大应力低于屈服应力 σ_y ），在判断梁上最大弯矩 M 的基础上计算最大应力 σ_{max} ，并推导在该强度约束条件下，梁的最小质量 m 的表达式。

在此基础上，说明材料性质（密度 ρ ，屈服应力 σ_y ，弹性模量 E ）对梁最小质量 m 的影响。已知合金钢 σ_y 为 800MPa，密度 $7.8g/cm^3$ ，铝合金 σ_y 为 200MPa，密度 $2.7g/cm^3$ ，采用哪种材料满足强度且使得质量更小？

五、(20分)

下图的三铰拱桥的左右拱铰接而成，在 BC 上作用一主动力。忽略各拱的自重，分别画出拱 AC 和 BC 的受力图。



六、(20分)

本题考查柔性杆的失稳问题。

直径为 d ，长为 L 的圆截面直杆，图 (a) 为两端铰支，图 (b) 为一端固支，一端铰支。

柔性杆初始为无应力状态，当温度升高 ΔT 后，会产生热应力 σ ，对应热应变为 $\varepsilon = \alpha \Delta T$ ，其中 α 为热膨胀系数。热应力与热应变之间满足胡克定律，弹性模量为 E 。

假设杆件的失稳为弹性失稳，试写出：

- (1) 杆件的内力 F 和截面上的正应力 σ 与温度变化量 ΔT 之间的关系。
- (2) 由于约束情况不同，导致杆件临界载荷不同，指出 a 和 b 图的杆件能够承受的临界载荷比，失稳温度升高值 ΔT_{cr} 之比。

$$F_{cr} = \frac{\pi^2 EI_{min}}{(\mu L)^2}$$

(注：失稳临界载荷公式 $F_{cr} = \frac{\pi^2 EI_{min}}{(\mu L)^2}$ ， μ 为约束系数， E 为弹性模量， I 为惯性矩， L 为杆长)

