

A

北京航空航天大学
2018—2019 学年 第一学期期末

《工程力学》

考 试 A 卷参考答案

班 级 _____ 学 号 _____

姓 名 _____ 成 绩 _____

2019 年 1 月 14 日

班号_____ 学号_____ 姓名_____ 成绩_____

《 工程力学 》 期末考试卷

- 注意事项：1、学生应试时必须携带学生证，以备查对，学生必须按监考教师指定的座位就座；
- 2、除答卷必须用的笔、橡皮及教师指定的考试用具外，不得携带任何书籍、笔记、草稿纸等；
- 3、答卷时不准互借文具(包括计算器)，题纸上如有字迹不清等问题，学生应举手请监考老师解决；
- 4、学生应独立答卷，严禁左顾右盼、交头接耳、抄袭或看别人答卷等作弊行为，如有违反，当场取消考试资格，答卷作废；
- 5、在规定的时间内答卷，不得拖延。交卷时间到，学生须在原座位安静等候监考教师收卷后，方可离场。

题目：

- 一、填空题..... (10 分)
- 二、单选题..... (15 分)
- 三、计算题..... (75 分)

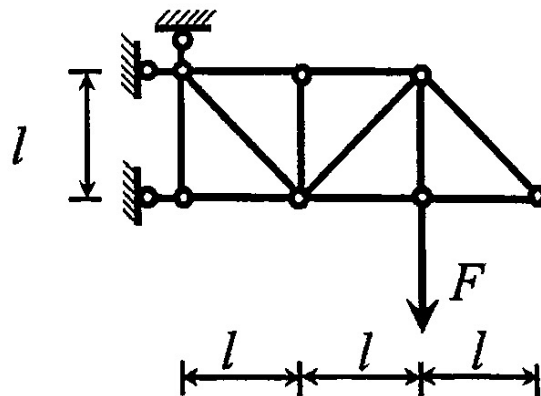
A

一、填空题（每空 1 分，共 10 分）

- 1、低碳钢的拉伸力学性能曲线可以分为线性阶段，屈服阶段，硬化阶段和缩颈阶段。
- 2、作用于刚体上的两个力为平衡力系的充分必要条件是此二力等值、反向、共线。
- 3、构件在外载荷作用下具有抵抗破坏的能力称为构件的强度；具有一定的抵抗变形的能力称为构件的刚度；保持其原有平衡状态的能力称为构件的稳定性。
- 4、广义胡克定律成立的条件是：材料各向同性和处于线弹性范围。
- 5、在观察对称纯弯梁的变形时，根据实验现象，对梁内的变形与受力作了两个假设：1) 变形后，横截面仍保持为平面且仍与纵线正交，称为弯曲平面假设；2) 梁内各纵向“纤维”仅承受轴向拉应力或压应力，称为单向受力假设。

二、选择题（每题 3 分，共 15 分）

- 1、如下图所示桁架，零力杆一共有C。

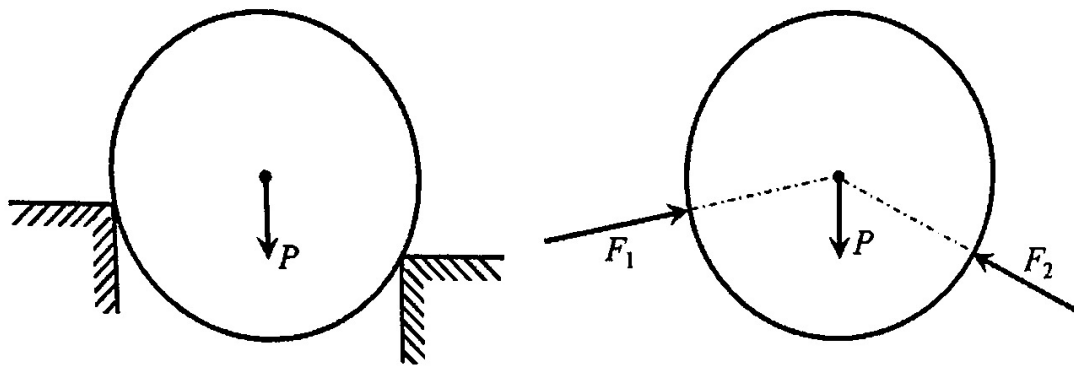


- A. 3 个 B. 4 个 C. 5 个 D. 6 个

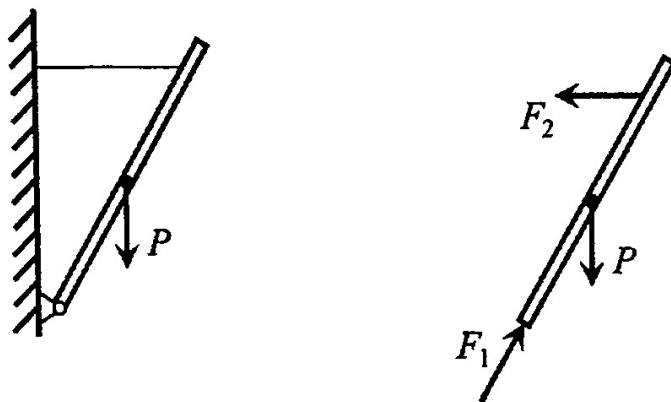
- 2、下列各系统受力分析错误的是B。

A.

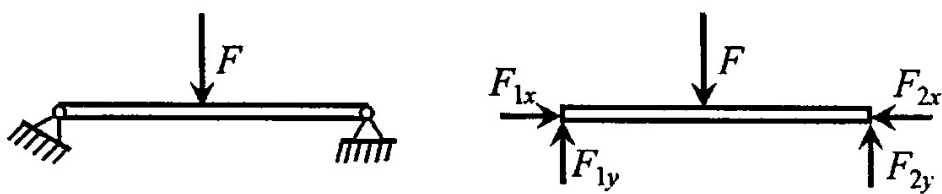
A



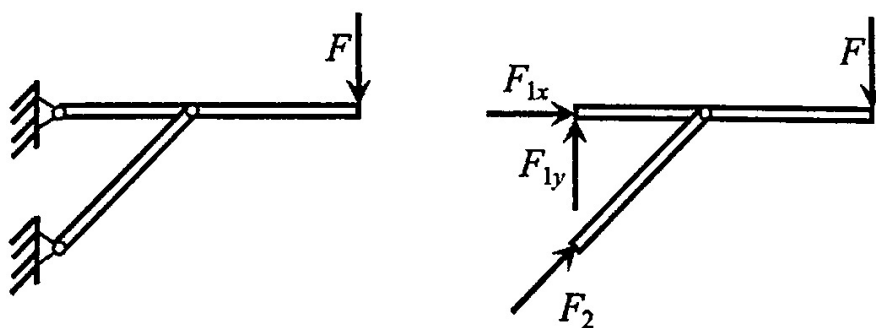
B.



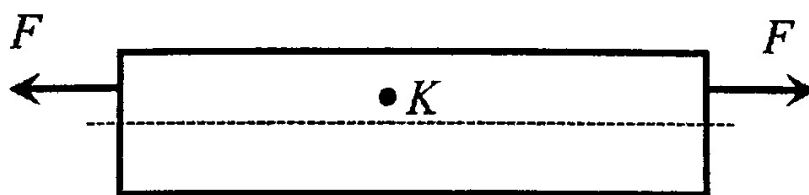
C.



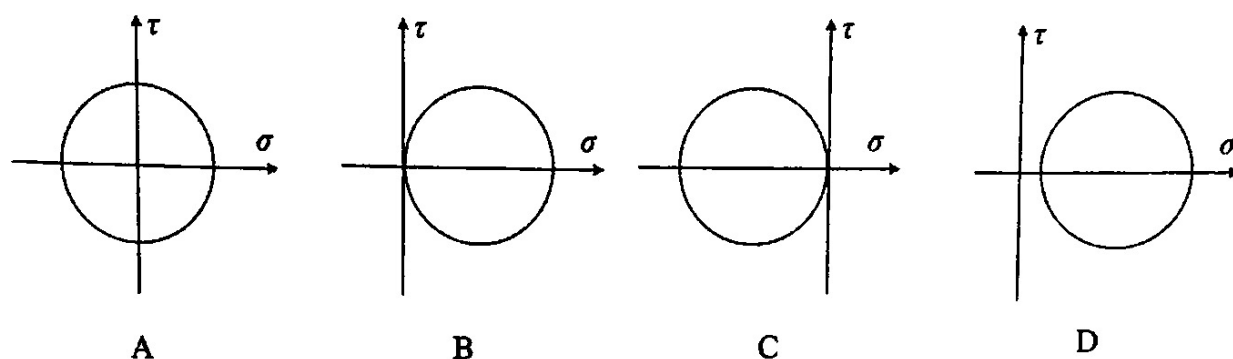
D.



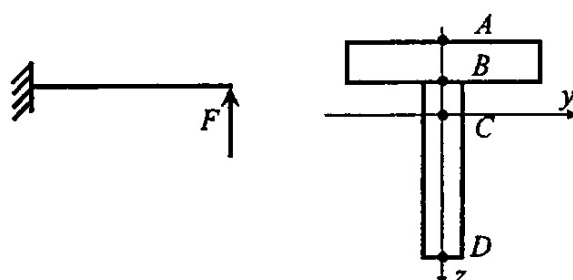
3、处于下图所示的受力状态的矩形截面梁，梁内 K 点的应力状态所对应的应力圆为 B。



A



4、图示铸铁 T 字形截面悬臂梁，自由端承受集中力 F ，危险截面的危险点有 A、B、C、D 四点，其中 C 为截面形心。B、D 两点的强度分别适宜于用 D 强度理论校核。



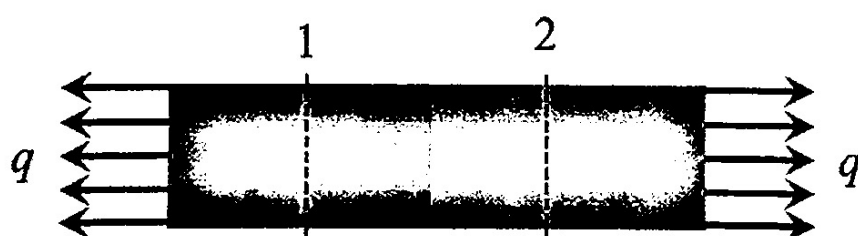
A. 第一，第一

B. 第二，第二

C. 第一，第二

D. 第二，第一

5、如下图所示等截面梁，左右两部分分别由两种不同材料构成，左边材料弹性模量大于右边，则在截面 1 和截面 2 处的应力应变关系是 D。



A. 截面 1 应力大于截面 2，截面 1 应变大于截面 2

B. 截面 1 应力等于截面 2，截面 1 应变等于截面 2

C. 截面 1 应力小于截面 2，截面 1 应变大于截面 2

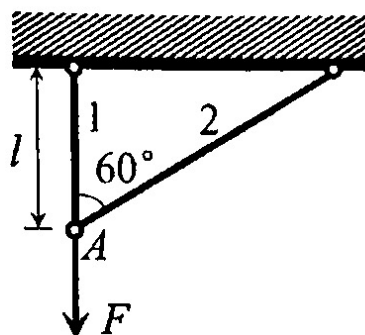
D. 截面 1 应力等于截面 2，截面 1 应变小于截面 2

三、计算题（共 5 题，每小题 15 分，共 75 分）

1、如下图所示两杆组成的桁架，杆 1 竖直放置，长度为 l ，两杆夹角为 60° ，节点 A 受竖直向下载荷 F 作用。已知两杆材料相同，许用应力为 $[\sigma]$ ，弹性模量为 E ，截面积均为 A 。试求：

(1) 许用载荷 $[F]$ ；

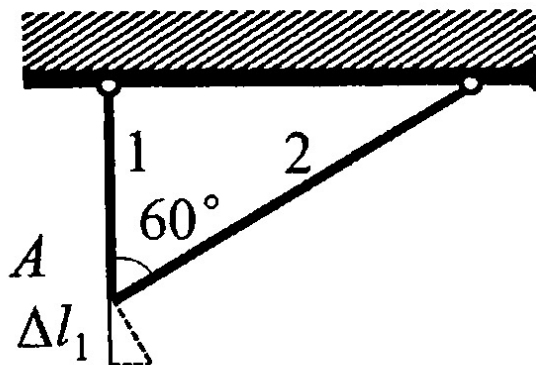
(2) 在载荷 F 作用下，节点 A 的水平与铅垂位移。



解：(1) 杆 2 为零力杆

$$[F] = [\sigma]A$$

(2) 杆 1 的垂直位移为 $\Delta l_1 = \frac{Fl}{EA}$

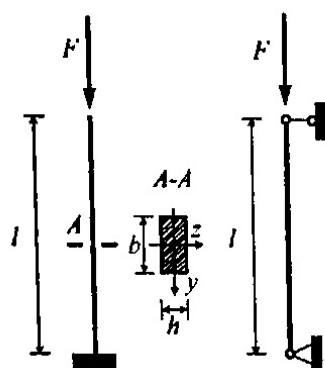


所以，A 点铅垂位移 $\Delta y = \Delta l_1 = \frac{Fl}{EA}$

$$\text{水平位移 } \Delta x = \Delta l_1 \tan 30^\circ = \frac{\sqrt{3}Fl}{3EA}$$

A

2、图示矩形截面压杆，有两种支持方式。杆长 $l=300\text{ mm}$ ，截面宽度 $b=20\text{ mm}$ ，高度 $h=12\text{ mm}$ ，弹性模量 $E=70\text{ GPa}$ ， $\lambda_p=50$ ，试计算上述两种压杆的临界载荷。



解：惯性半径：
$$i = \sqrt{\frac{I}{A}} = \sqrt{\frac{bh^3/12}{bh}} = \frac{h}{\sqrt{12}} = 3.464\text{ mm}$$

柔度 $\lambda = \frac{\mu l}{i}$

对于左图， $\mu=2$ ， $\lambda = \frac{\mu l}{i} = \frac{2 \times 300}{3.464} = 173 > \lambda_p$ ，是大柔度杆

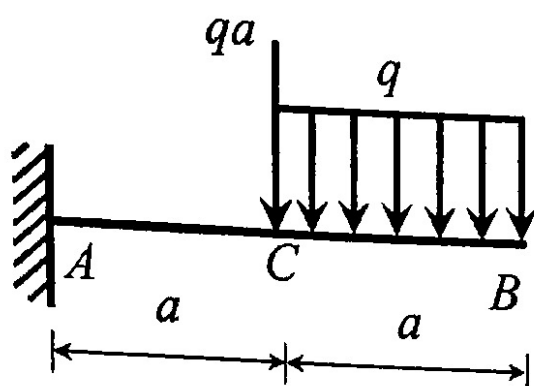
则临界载荷
$$F_{cr} = \frac{\pi^2 EA}{\lambda^2} = \frac{\pi^2 \times 70 \times 10^9 \times 20 \times 12 \times 10^{-6}}{173^2} = 5.5\text{ kN}$$

对于右图， $\mu=1$ ， $\lambda = \frac{\mu l}{i} = \frac{300}{3.464} = 86.6 > \lambda_p$ ，是大柔度杆

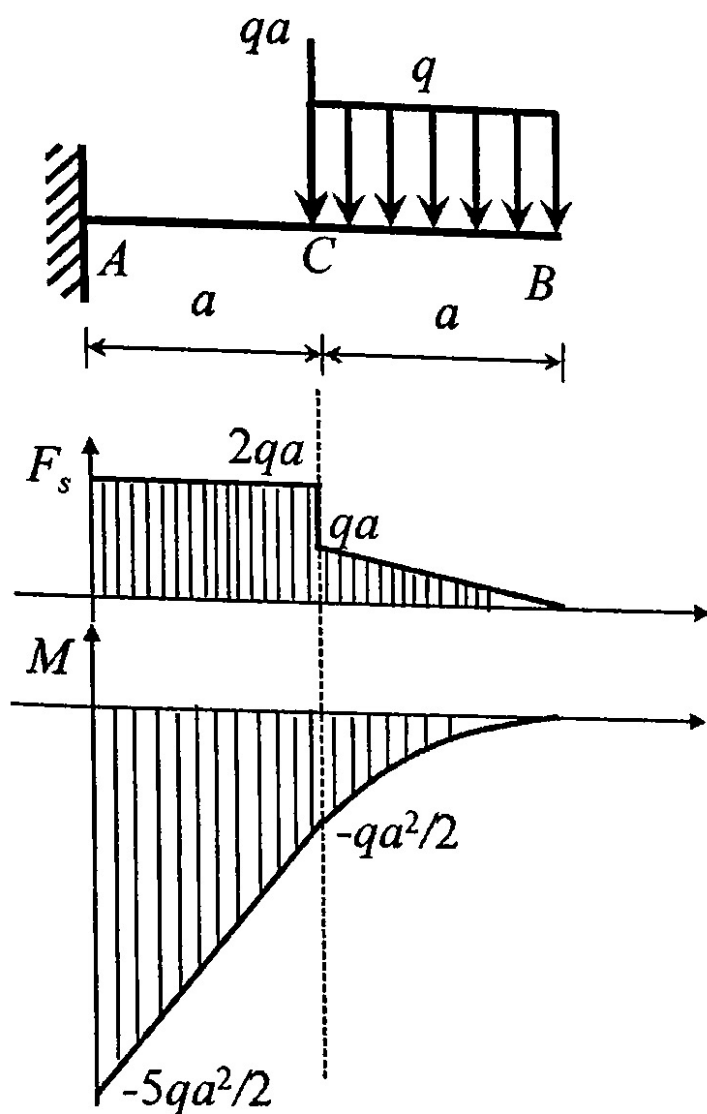
则临界载荷
$$F_{cr} = \frac{\pi^2 EA}{\lambda^2} = \frac{\pi^2 \times 70 \times 10^9 \times 20 \times 12 \times 10^{-6}}{86.6^2} = 22\text{ kN}$$

A

3、如图所示悬臂梁 AB，BD 段承受均布载荷 q ，梁 AB 中点 C 处承受集中载荷 qa ，其承受载荷情况如图所示，试画出剪力、弯矩图。

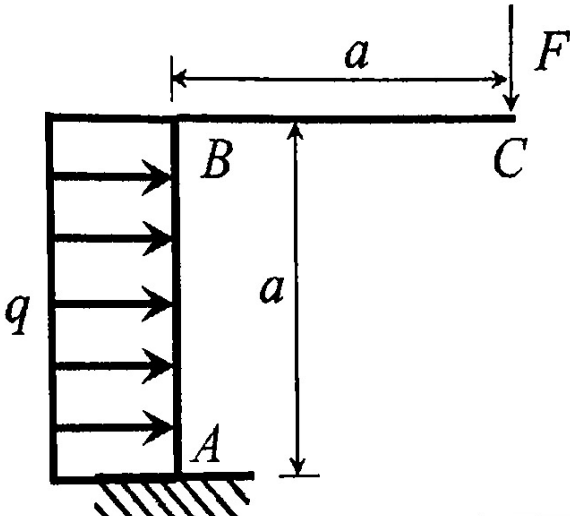


解：



A

4、如图所示钢架，承受均布载荷 q 和集中载荷 F 的作用，且 $F=qa$ ，弯曲刚度 EI 为常数，试求自由端形心 C 点的水平和铅垂位移。



	$w_B = -\frac{Fl^3}{3EI}$ $\theta_B = -\frac{Fl^2}{2EI}$		$w_B = -\frac{ql^4}{8EI}$ $\theta_B = -\frac{ql^3}{6EI}$
	$w_B = -\frac{Ml^2}{2EI}$ $\theta_B = -\frac{Ml}{EI}$		

解：钢化梁 AB， $\Delta_{C,y,F} = \frac{Fl^3}{3EI} = \frac{qa^4}{3EI}$ ， $\Delta_{C,x,l} = 0$

钢化梁 BC 段， $\Delta_{B,x,M} = \frac{Ml^2}{2EI} = \frac{qa^4}{2EI}$ ， $\Delta_{B,\theta,M} = \frac{Ml}{EI} = \frac{qa^3}{EI}$

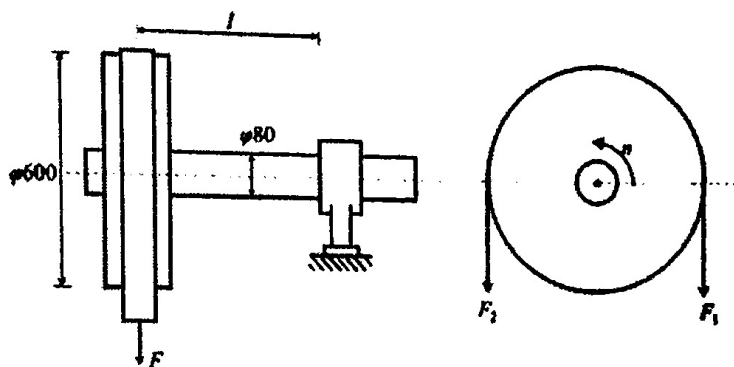
$\Delta_{B,x,q} = \frac{qa^4}{8EI}$ ， $\Delta_{B,\theta,q} = \frac{qa^3}{6EI}$

所以，C 点的水平位移是 $\Delta_{C,x} = \Delta_{B,x,M} + \Delta_{B,x,q} = \frac{qa^4}{2EI} + \frac{qa^4}{8EI} = \frac{5qa^4}{8EI}$ (→)

C 点的铅垂位移是 $\Delta_{C,y} = \Delta_{C,y,F} + a \cdot \Delta_{B,\theta,M} + a \cdot \Delta_{B,\theta,q} = \frac{qa^4}{3EI} + a \cdot \frac{qa^3}{EI} + a \cdot \frac{qa^3}{6EI} = \frac{3qa^4}{2EI}$

(↓)

5、图示传动轴，转速 $n=100\text{r/min}$ ，传递功率 $P=11\text{kW}$ ，胶带的紧边张力为松边张力的 3 倍。若许用应力 $[\sigma]=70\text{MPa}$ ，试用第四强度理论确定该传动轴外伸段的许可长度 l 。



$$\{M\}_{\text{N.m}} = 9549 \frac{\{P\}_{\text{kW}}}{\{n\}_{\text{r/min}}}$$

解：扭矩 $T = 9549 \times \frac{P}{n} = 9549 \times \frac{11}{100} = 1050 \text{ N.m}$

由 $(3F - F) \cdot \varphi / 2 = T$ 得，松边张力 $F = 1.75 \text{ kN}$

则紧边张力 $F_1 = 3F = 5.25 \text{ kN}$

$$\text{扭转切应力 } \tau = \frac{T}{W_p} = \frac{T}{\pi d^3 / 16} = \frac{16 \times 1050}{\pi \times 80^3 \times 10^{-9}} = 10.4 \text{ MPa}$$

最大弯矩 $M = 4Fl$

$$\sigma = \frac{4Fl}{W_z} = \frac{4 \times 1.75 \times 10^3 \times l}{\pi \times 80^3 \times 10^{-9} / 32} = 139l \text{ MPa}$$

$$\sigma_{r4} = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} = \sqrt{(139l)^2 + 3(10.4)^2} < [\sigma] = 70 \text{ MPa}$$

则，外伸长度 $l < \frac{\sqrt{70^2 - 3 \times (10.4)^2}}{139} = 0.487 \text{ m}$