二○二○—二○二一 学年 第二学期《材料力学Ⅰ》试卷

考试日期：2021年7月5日 试卷类型：B

班号 学号 姓名

题号	一	二	三	四	五	六	七				总分
分数	10	15	15	15	15	15	15				
得分											

得 分	10
阅 卷	

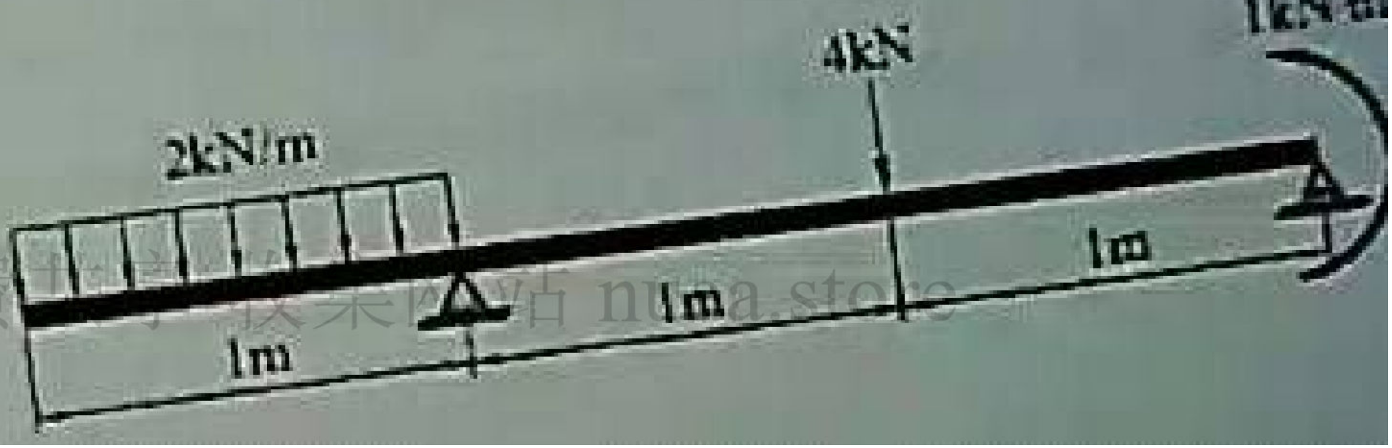
一、概念题

1、阐述圣维南原理。

2、用能量法计算杆件受冲击时的应力和变形时，采用了哪些基本假设？

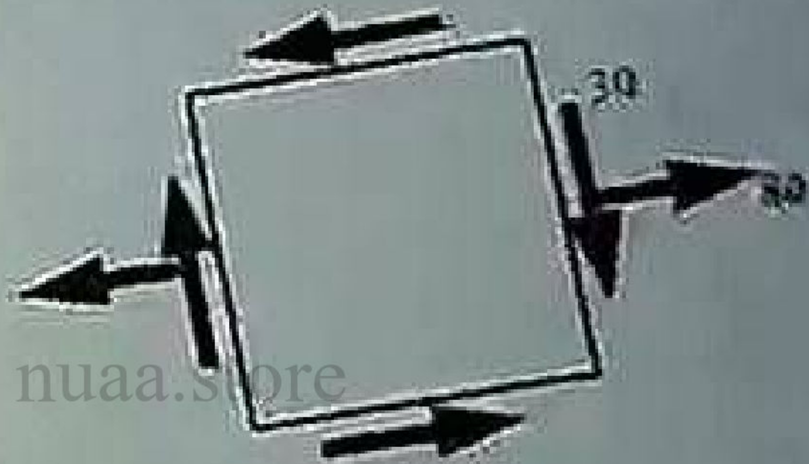
本题分数	15
得　分	

二、试作图示梁的剪力图和弯矩图。



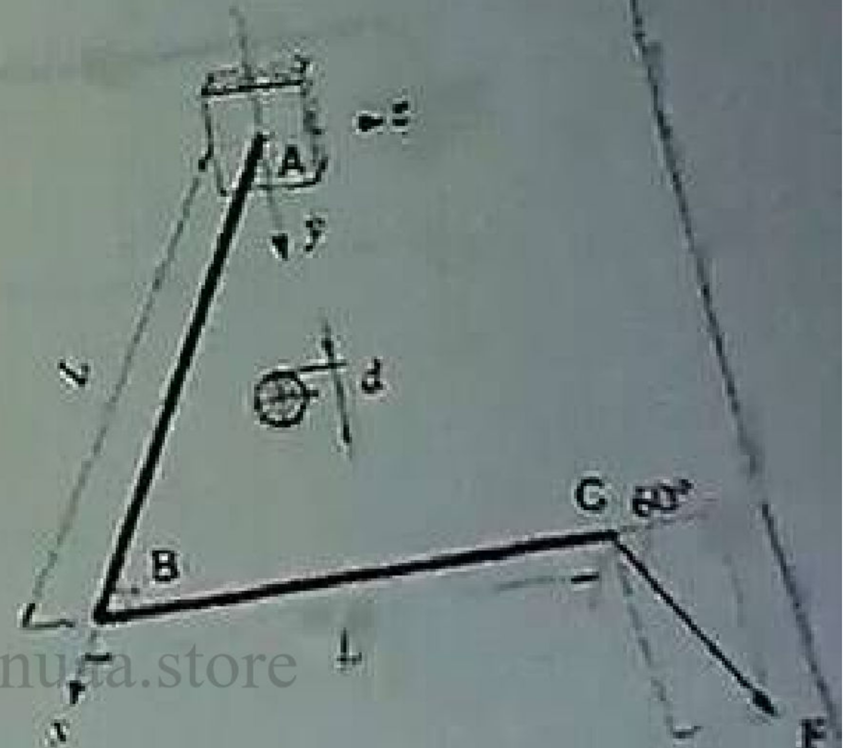
本题分数	15
得　分	

三、已知某构件内一点为平面应力状态，应力单位为MPa，材料的弹性模量$E=200\text{GPa}$，泊松比$\mu=0.25$，试求：（1）主应力；（2）最大切应力；（3）该点的最大线应变；（4）按第三强度理论计算相当应力。



本题分数	15
得　分	

四、图示直角折杆 ABC 置于水平面内，A 端固支；折杆的横截面均为直径为 d 的实心圆；AB 和 BC 段长度均为 L。现于 C 端施加一倾斜力 F，F 平行于 yAz 平面斜向外向下，且与 ABC 水平面成 $60°$ 角。试求：(1) BC 杆段的 B 端横截面上各内力分量；(2) A 端横截面上各内力分量；(3) A 端横截面上危险点的相当应力 σ_{r3}（按照第三强度理论计算，并忽略剪力引起的应力）。



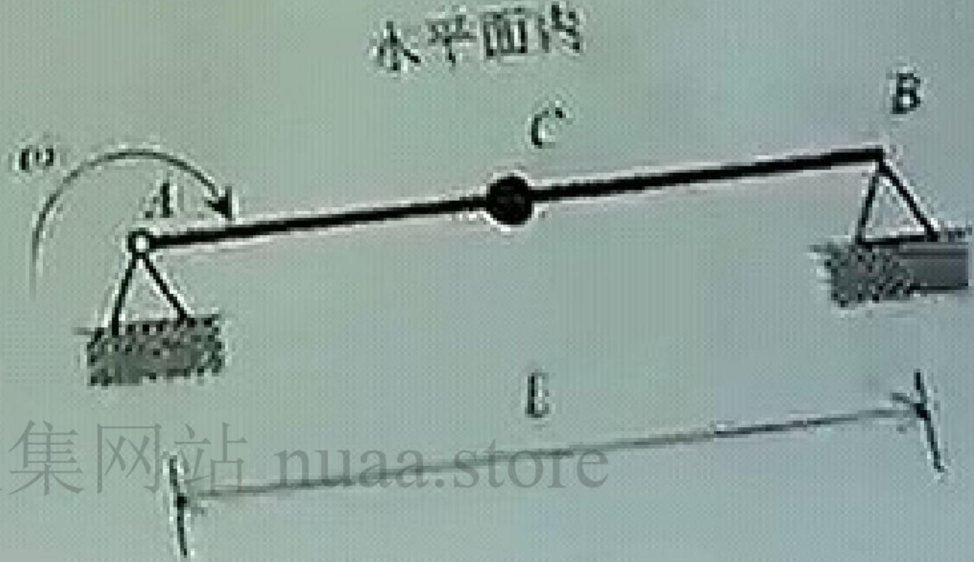
本题分数	15
得　分	

五. 下图所示两端固定的压杆，$L=2.5$ m，横截面为矩形，长60mm，宽40mm，材料为Q235钢，E=200GPa，σ_p=200MPa，σ_s=235MPa，稳定安全因数为8，最大承载压力F=60kN，试校核压杆的稳定性（直线经验公式中a=304MPa，b=1.12 MPa）。

本题分数	15
得　分	

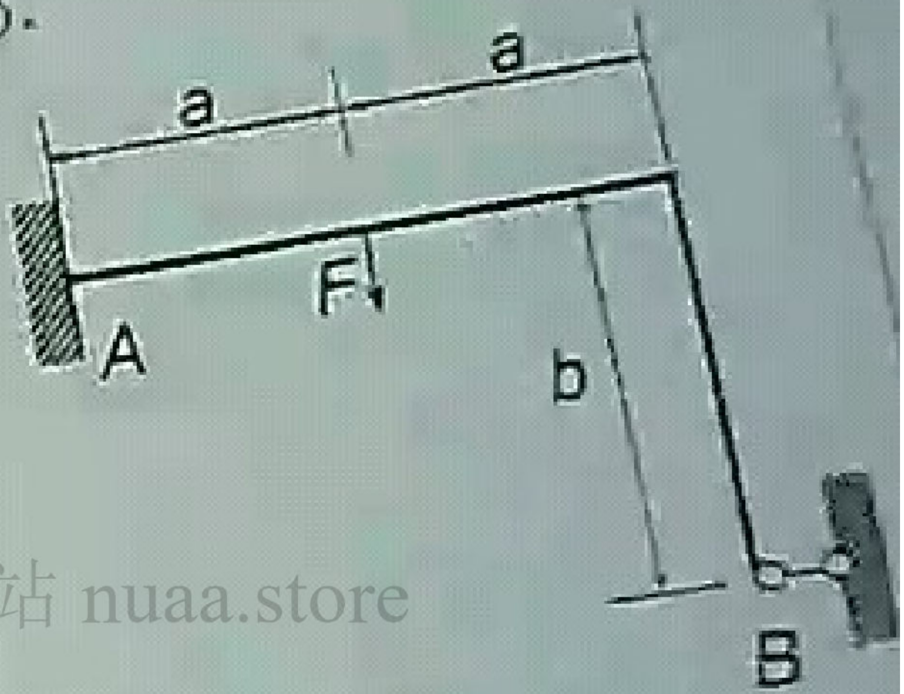
六、长度 L 的杆在水平面内以均角速度 ω 绕着 A 点转动，杆中点处固定一质量 m 的小球。当杆到达图示位置时杆的右端 B 点撞击在固定支座上，杆卡住并停止转动。已知：杆弹性模量 E、横截面惯性矩 I、抗弯截面系数 W。杆不计质量，求杆中最大弯曲正应力。

解：



本题分数	15
得分	

七、已知所有杆件的抗弯刚度均为 EI，试求图示超静定刚架 B 端的约束力（使用力法正则方程求解）。



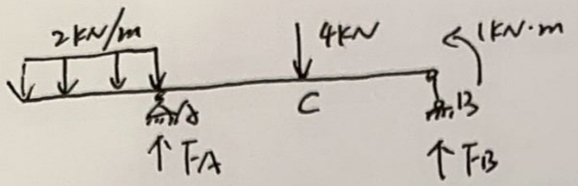
“如果作用在弹性体一小块表面上的力被作用于同一块表面上的静力等效力系替代，这种替换仅使局部表面产生显著的应力变化，而在比应力变化表面的线性尺寸更远的地方，其影响可忽略不计。” —1

[redacted]中,假定:(1) 不计冲击物的变形,且冲击物与被冲击物接触后无回弹;(2) 被冲击物的质量与冲击物相比很小可略去不计,而冲击应力瞬时传遍被冲击物,且材料服从胡克定律;(3) 在冲击过程中,声、热等能量损耗很小,可略去不计。于是,就可应用机械能守恒定律,来计算冲击荷载作用下被冲击物的最大动位移 Δ_d,及其冲击应力 σ_d。

—2

二、

解：



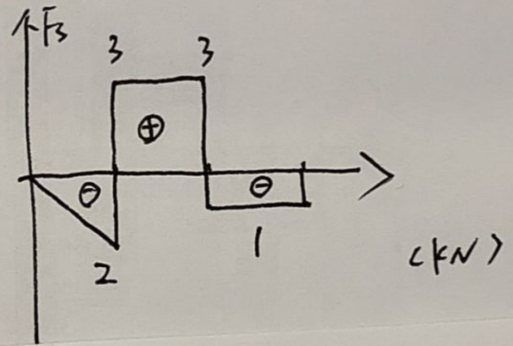
$\because \sum M_A = 0 \Rightarrow \quad 2\times1\times0.5 + 2F_B + 1 = 4\times1$

$\Rightarrow \quad F_B = 1\,kN\,(\uparrow)$

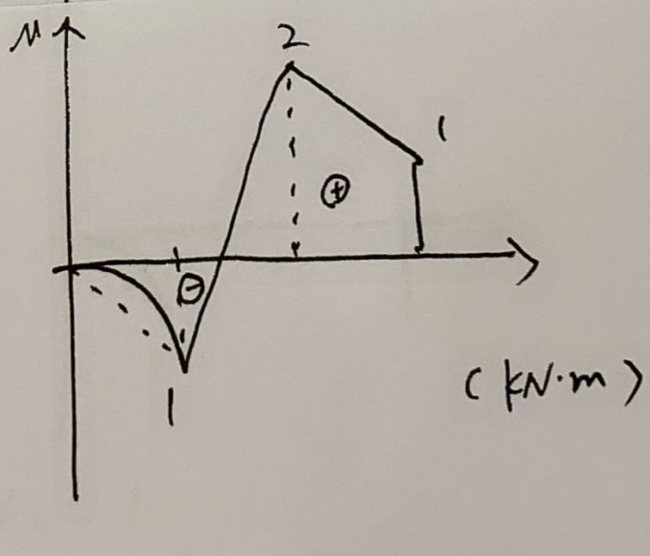
$\sum F_y = 0 \Rightarrow \quad F_A + 1 = 4 + 2\times1$

$\Rightarrow \quad F_A = 5\,kN\,(\uparrow)$

$\therefore$ F_s图



M图



$M_C = 1 + 1\times1 = 2\,kN\cdot m$

三

解：(1) $\sigma_x = 80\,\text{mpa}$ $\quad \sigma_y = 0\,\text{mpa}$

$\tau_{xy} = 30\,\text{mpa}$

$\therefore \sigma_1 = \frac{1}{2}(\sigma_x + \sigma_y) + \frac{1}{2}\cdot\sqrt{(\sigma_x - \sigma_y)^2 + 4\tau_{xy}^2}$

$= \frac{1}{2}\times 80 + \frac{1}{2}\times\sqrt{80^2 + 4\times 30^2}$

$= 90\,\text{mpa}$

$\therefore \sigma_2 = 0\,\text{mpa}$

$\therefore \sigma_3 = \frac{1}{2}\times 80 - \frac{1}{2}\times\sqrt{80^2 + 4\times 30^2}$

$= -10\,\text{mpa}$

(2) $\because \tau_{max} = \frac{1}{2}(\sigma_1 - \sigma_3)$

$= \frac{1}{2}\times(90 + 10)$

$= 50\,\text{mpa}$

(3) $\varepsilon_{max} = \varepsilon_1 = \frac{1}{E}\cdot[\sigma_1 - \mu(\sigma_2 + \sigma_3)]$

$= \frac{1}{200\times 10^9}\times(90\times 10^6 + 0.25\times 10\times 10^6)$

$= 4.625\times 10^{-4}$

(4) $\sigma_{r3} = \sigma_1 - \sigma_3$

$= 90 + 10$

$= 100\,\text{mpa}$

四.

解：(1) $\because F_N = F \cdot \cos 60^\circ = \frac{1}{2}F$

$M_B = F \cdot \sin 60^\circ \cdot L = \frac{\sqrt{3}}{2}FL$

(2) $M_{Ay} = \frac{1}{2}F \cdot L$

$M_{Az} = \frac{\sqrt{3}}{2}F \cdot L$

$T_A = \frac{\sqrt{3}}{2}F \cdot L$

(3) $\because M_{合} = \sqrt{M_z^2 + M_y^2}$

$= \sqrt{(\frac{1}{2})^2 + (\frac{\sqrt{3}}{2})^2} \cdot FL$

$= FL$

$\because \sigma_{r3} = \frac{\sqrt{M^2+T^2}}{W_z}$, $W_z = \frac{\pi}{32}d^3$

$\therefore \sigma_{r3} = \frac{\sqrt{(FL)^2 + (\frac{\sqrt{3}}{2}FL)^2}}{\frac{\pi}{32}d^3}$

$= \frac{\frac{\sqrt{7}}{2}FL}{\frac{\pi}{32}d^3}$

$= \frac{16\sqrt{7}FL}{\pi d^3}$

五.

解: $\because \mu = 0.5 \qquad L = 2.5m$

矩形截面, 取弱轴分析.

$\therefore i = \frac{b}{2\sqrt{3}} = \frac{40}{2\sqrt{3}} mm.$

$\therefore \lambda = \frac{\mu l}{i} = \frac{0.5 \times 2.5}{\frac{40}{2\sqrt{3}} \times 10^{-3}} = 108.3$

$\because \lambda_p = \sqrt{\frac{\pi^2 E}{\sigma_p}} = \sqrt{\frac{\pi^2 \times 200 \times 10^9}{200 \times 10^6}} = 99.3$

$\therefore \lambda > \lambda_p$

$\therefore F_{cr} = \sigma_{cr} \cdot A = \frac{\pi^2 \times 200 \times 10^9}{108.3^2} \times 0.06 \times 0.04$

$= 403.5kN$

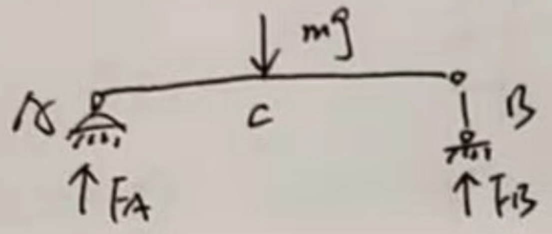
$\therefore F = 60kN > \frac{F_{cr}}{n_{st}} = \frac{403.5}{8} kN$

$\therefore$ 不安全.

六、

解：$\because a = w^2 r = w^2 \cdot \frac{1}{2}L$

$\because$



$\therefore F_A = F_B = \frac{1}{2}mg\ (\uparrow)$

$\therefore M_{max} = M_C = F_B \cdot \frac{1}{2}L = \frac{1}{2}mg \cdot \frac{1}{2}L$

$= \frac{1}{4}mgL$

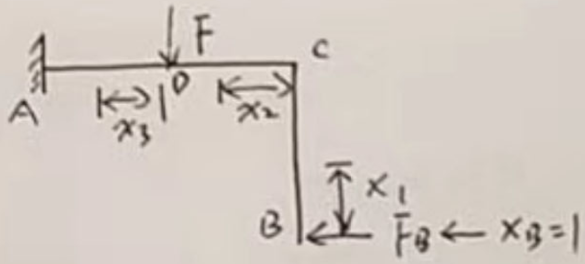
$\therefore \sigma_{max} = \frac{M_{max}}{W} = \frac{mgL}{4W}$

$\therefore \sigma_{d,max} = a \cdot \sigma_{max} = \frac{mgL}{4W} \cdot \frac{1}{2}w^2 L$

$= \frac{mgw^2L^2}{8W}$

七.

解：



去除B处约束，代以反力F_B.

在B处虚设外力$X_B=1$

$\therefore$ BC段： $\overline{M}(x_1) = -x_1$

$M(x_1) = -F_B x_1$

CD段： $\overline{M}(x_2) = -b$

$M(x_2) = -F_B \cdot b$

AD段： $\overline{M}(x_3) = -b$

$M(x_3) = -F_B b - F x_3$

$$\therefore \Delta_{Bx} = 0 = \frac{1}{EI}\cdot\left[\int_0^b F_B x_1^2 dx_1 + \int_0^a F_B b^2 dx_2 + \int_0^a (F_B b^2 + F b x_3) dx_3\right]$$

$$\Rightarrow \frac{1}{3}F_B b^3 + F_B b^2 \cdot a + F_B b^2 \cdot a + \frac{1}{2} F b \cdot a^2 = 0$$

$$\Rightarrow F_B = \frac{-\frac{1}{2}Fa^2 b}{\left(\frac{1}{3}b^3 + ab^2 + ab^2\right)}$$

$$= -\frac{3Fa^2}{2b^2 + 12ab}.$$