

河北工业大学 2012 年攻读硕士学位研究生入学考试试题 [A] 卷

科目名称 流体力学 (II)

科目代码 853 共 1 页

适用专业、领域 化工过程机械

注：所有试题答案一律写在答题纸上，答案写在试卷、草稿纸上无效。

一、简要回答下列问题：(共 40 分，每小题 4 分)

1、流体的连续介质模型。2、为什么每个相似准则都要用惯性力来表征？3、动量损失厚度。4、湍流粘度。5、量纲分析的作用。6、不可压缩流体的连续性方程及其物理意义。7、流线和迹线的区别与联系。8、流函数。9、控制体。10、无旋流动。

二、(20 分) 已知平面不可压缩流体流动的流速为 $v_x = x^2 + 2x - 4y$, $v_y = -2xy - 2y$

1. 该流动是否为连续流动；(5 分)
2. 该流动是否有旋；(5 分)
3. 求流场驻点的位置；(5 分)
4. 求流函数。(5 分)

三、(20 分) 试推求直角坐标系下的流体平衡微分方程式 (即欧拉平衡方程式)，并说明该方程式的物理意义。

四、(20 分) 已知流场的流函数 $\psi = ax^2 - ay^2$ (其中 a 为常数)，(1) 证明此流动是无旋流动。(2) 求出相应的速度势函数。(3) 证明流线与等势线正交。

五、(20 分) 影响粘性流体流经竖置的长直圆柱体时绕流阻力的因素包括圆柱体的直径 D , 流体密度 ρ , 粘度 μ , 以及流速 U , 试用瑞利量纲分析法确定粘性流体绕流过单位长度长直圆柱体时阻力 F_D 表达式。

六、(30 分) 利用 N-S 方程推求不可压缩的牛顿流体在水平放置的圆管内稳态层流流动时，沿半径方向速度的变化规律，并求出该流体的平均速度与最大速度之间的关系，以及水头损失 h_f 的计算公式。

注： $h_f = \frac{\Delta p}{\rho g}$, 柱坐标系下 N-S 方程为：

$$\begin{aligned} \rho \left(\frac{\partial v_r}{\partial t} + v_r \frac{\partial v_r}{\partial r} + \frac{v_\theta}{r} \frac{\partial v_r}{\partial \theta} - \frac{v_\theta^2}{r} + v_z \frac{\partial v_r}{\partial z} \right) &= \rho f_r - \frac{\partial p}{\partial r} + \mu \left[\frac{\partial}{\partial r} \left(\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} (r v_r) \right) + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 v_r}{\partial \theta^2} - \frac{2}{r^2} \frac{\partial v_\theta}{\partial \theta} + \frac{\partial^2 v_r}{\partial z^2} \right] \\ \rho \left(\frac{\partial v_\theta}{\partial t} + v_r \frac{\partial v_\theta}{\partial r} + \frac{v_\theta}{r} \frac{\partial v_\theta}{\partial \theta} + \frac{v_r v_\theta}{r} + v_z \frac{\partial v_\theta}{\partial z} \right) &= \rho f_\theta - \frac{1}{r} \frac{\partial p}{\partial \theta} + \mu \left[\frac{\partial}{\partial r} \left(\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} (r v_\theta) \right) + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 v_\theta}{\partial \theta^2} + \frac{2}{r^2} \frac{\partial v_r}{\partial \theta} + \frac{\partial^2 v_\theta}{\partial z^2} \right] \\ \rho \left(\frac{\partial v_z}{\partial t} + v_r \frac{\partial v_z}{\partial r} + \frac{v_\theta}{r} \frac{\partial v_z}{\partial \theta} + v_z \frac{\partial v_z}{\partial z} \right) &= \rho f_z - \frac{\partial p}{\partial z} + \mu \left[\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \frac{\partial v_z}{\partial r} \right) + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 v_z}{\partial \theta^2} + \frac{\partial^2 v_z}{\partial z^2} \right] \end{aligned}$$