

河北工业大学 2010 年攻读硕士学位研究生入学考试试题 [B] 卷

科目名称 流体力学 (II)

科目代码 851 共 2 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、草稿纸上一律无效。

一、简要回答下列问题: (共 40 分, 每小题 4 分)

1、连续介质模型。2、动力粘性系数 μ 的物理意义。3、描述流体流动的欧拉法的基本思想。4、雷诺准数的物理意义。5、势函数的意义和作用。6、对不可压缩流体静止的必要条件 $\nabla \times \vec{f} = 0$ 做出分析。7、流线。8、等压面。9、写出湍流时均速度轴向分量 \bar{u} 的定义式, 指出式中各符号的含义。10、有旋流动。

二、(15 分) 下列速度场可能是不可压缩流体的一种流场: $v_x = kx^2$, $v_y = -2kxy$, 其中 k 为常数。试判断:

(1) 此速度场是否连续; (2) 此流场是否有旋; (3) 试写出流函数方程。

三、(20 分) 设一盛有液体的圆柱型容器以等角速度 ω 绕其中心轴旋转, 处于相对平衡状态, 液面上方的气相压力为 P_0 , 求其压力的分布规律以及等压面的形状。

四、(10 分) 给定速度场: $\vec{v} = 10\vec{i} + (x^2 + y^2)\vec{j} - 2xy\vec{k}$, 试求流体质点在位置 (3, 1, 0) 处的加速度。

五、(15 分) 已知: 设速度场为 $u = t+1, v = 1$, $t=0$ 时刻流体质点 A 位于原点。

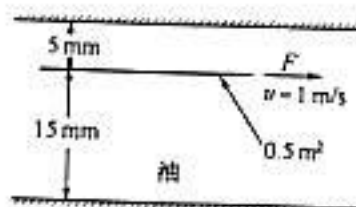
求: (1) 质点 A 的迹线方程;

(2) $t=0$ 时刻过原点的流线方程;

(3) $t=1$ 时刻质点 A 的运动方向。

六、(15 分) 试推求流线微分方程式。

七、(10 分) 如下图, 在两块相距 20mm 的平板间充满动力粘度为 $0.065 \text{ (N} \cdot \text{s) / m}^2$ 的油, 如果以 1m/s 速度拉动距上平板 5mm, 面积为 0.5 m^2 的薄板 (不计厚度), 求需要的拉力。



八、(25 分) 利用 N-S 方程, 求出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, 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。

Δp

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

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

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