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。

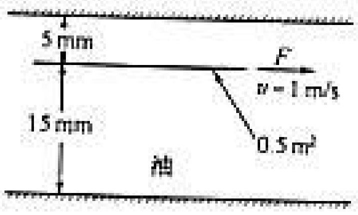
求：（1）质点 A 的迹线方程；

（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（N·s）/m² 的油，如果以 1m/s 速度拉动距上平板 5mm，面积为 0.5m² 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。

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

$$\rho(\frac{\partial \upsilon_r}{\partial t}+\upsilon_r\frac{\partial \upsilon_r}{\partial r}+\frac{\upsilon_\theta}{r}\frac{\partial \upsilon_r}{\partial \theta}-\frac{{\upsilon_\theta}^2}{r}+\upsilon_z\frac{\partial \upsilon_r}{\partial z})=\rho f_r-\frac{\partial p}{\partial r}+\mu[\frac{\partial}{\partial r}(\frac{1}{r}\frac{\partial}{\partial r}(r\upsilon_r))+\frac{1}{r^2}\frac{\partial^2 \upsilon_r}{\partial \theta^2}-\frac{2}{r^2}\frac{\partial \upsilon_\theta}{\partial \theta}+\frac{\partial^2 \upsilon_r}{\partial z^2}]$$

$$\rho(\frac{\partial \upsilon_\theta}{\partial t}+\upsilon_r\frac{\partial \upsilon_\theta}{\partial r}+\frac{\upsilon_\theta}{r}\frac{\partial \upsilon_\theta}{\partial \theta}+\frac{\upsilon_r\upsilon_\theta}{r}+\upsilon_z\frac{\partial \upsilon_\theta}{\partial z})=\rho f_\theta-\frac{1}{r}\frac{\partial p}{\partial \theta}+\mu[\frac{\partial}{\partial r}(\frac{1}{r}\frac{\partial}{\partial r}(r\upsilon_\theta))+\frac{1}{r^2}\frac{\partial^2 \upsilon_\theta}{\partial \theta^2}+\frac{2}{r^2}\frac{\partial \upsilon_r}{\partial \theta}+\frac{\partial^2 \upsilon_\theta}{\partial z^2}]$$

$$\rho(\frac{\partial \upsilon_z}{\partial t}+\upsilon_r\frac{\partial \upsilon_z}{\partial r}+\frac{\upsilon_\theta}{r}\frac{\partial \upsilon_z}{\partial \theta}+\upsilon_z\frac{\partial \upsilon_z}{\partial z})=\rho f_z-\frac{\partial p}{\partial z}+\mu[\frac{1}{r}\frac{\partial}{\partial r}(r\frac{\partial \upsilon_z}{\partial r})+\frac{1}{r^2}\frac{\partial^2 \upsilon_z}{\partial \theta^2}+\frac{\partial^2 \upsilon_z}{\partial z^2}]$$