

试题编号: 522

考试日期: 2000 年 / 月 24 日 上午

大 连 理 工 大 学

第 1 页

二〇〇〇 年硕士生入学考试 流体力学 (含压缩流体力学) 试题

共 4 页

一、回答下列问题 (30分)

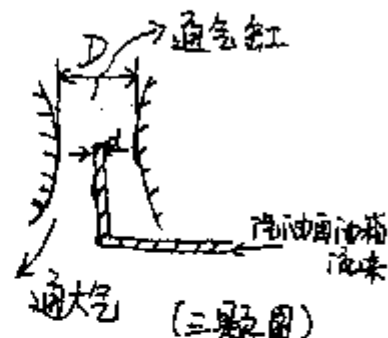
1. 势流. (3分)
2. 在什么情况下可以把流线看作物体的壁面? (3分)
3. 写出不可压缩粘性流体的 Navier-Stokes 方程, 并分析各项的物理意义. (8分)
4. 在流体内部取一微小体积的流体, 它所受的表力在以下两种情况下会有何不同? (6分)
 - ① 流体为理想流体
 - ② 流体为粘性流体
5. 圆管中流体的流动状态主要由哪些因素决定? 决定流动状态发生改变的根本原因是什么? (6分)
6. 汤姆逊定理说明旋涡具有什么性质? (4分)

二、已知流线为同心圆族, 其速度分布为

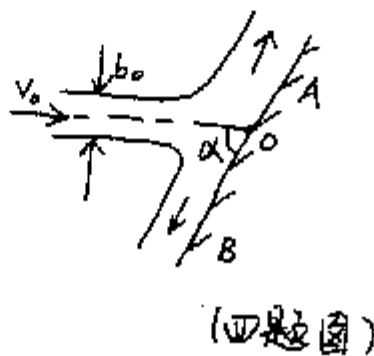
$$\left. \begin{aligned} v_x &= -\frac{5}{5} y \\ v_y &= \frac{5}{5} x \end{aligned} \right\} r \leq 5 \quad ; \quad \left. \begin{aligned} v_x &= -\frac{5y}{x^2+y^2} \\ v_y &= \frac{5x}{x^2+y^2} \end{aligned} \right\} r > 5$$

若圆的半径分别取 (1) $r=3$; (2) $r=5$; (3) $r=10$ 求沿 $x^2+y^2=r^2$ 的速度环流. (10分)

- 三、汽化器的构造如下图所示，为一个截面先收缩然后打大的管子。由于气缸活塞的抽吸作用将空气吸入，有一细管将汽油自油箱引来，细管的一端，即汽油滴落的喷出口，恰好在汽化器的最狭断面处。已知气缸吸入空气的流量为 Q ，汽化器的最小直径为 D ，汽油喷管外径为 d ，求汽化器的厚度。（5分）
（空气的质量可忽略，其密度为 ρ ）

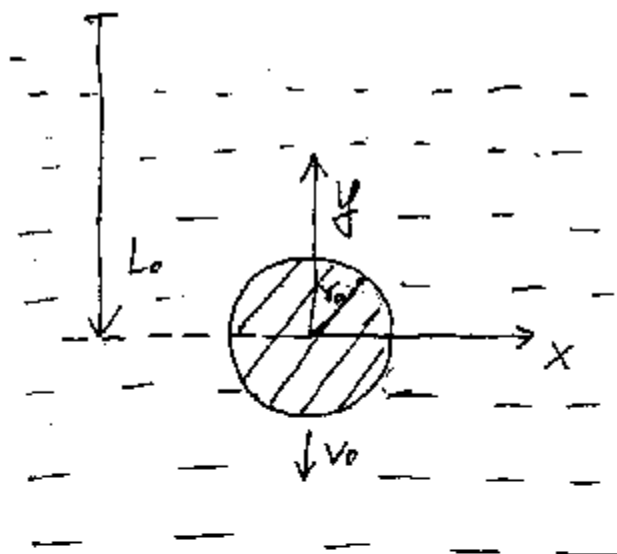


- 四、不可压缩理想流体对平板的斜冲击如图，设宽为 b_0 的二元流束以速度 V_0 向平板AB冲击，流束与平板的夹角为 α 。求理想流体对平板AB的作用力，并求该力作用点距O点的距离。（设除AB面外，流束其它各表面均作用有大气压力 p_0 ，已知流体密度为 ρ ，并近似认为流动在同一水平面内）。（10分）



五、已知一不可压缩平面势流, 流体密度为 ρ , x 轴上的速度分量为 $v_x = y(t-x)$, 且在 $x=y=0$ 处: $v_y=0$, $p=p_0$. 不考虑重力影响, 试求 $t=0$ 时刻流场的压力分布. (15分)

六、在密度为 ρ 的深水中有一水平放置的圆柱体, 其半径为 r_0 , 单位长度质量为 M . 如果垂直向下对单位长度圆柱体的作用力为 F , 设圆柱体的初始位置为 L_0 , 初始速度为 v_0 , 求圆柱体的运动方程. (已知圆柱体沿 x 轴正向运动时单位绝对速度势 $\phi_0 = -\cos \theta \frac{r_0^2}{r}$) (12分)



(六题图)

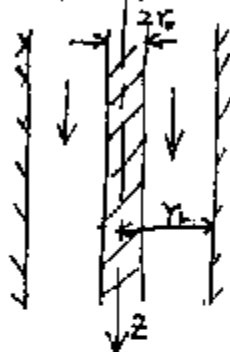
七、粘性不可压缩流体沿垂直圆筒表面以稳定的层流流下, 流动定常, 如图所示. 该流体的密度为 ρ , 动力粘性系数为 μ , 圆筒内径为 r_0 , 外径为 r_L . 试写出该流动的速度分布. (10分)

柱坐标系下连续方程: $\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} (r \rho V_r) + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial \theta} (\rho V_\theta) + \frac{\partial}{\partial z} (\rho V_z) = 0$

柱坐标系下沿 z 方向的 N-S 方程为:

$$\rho \left(V_r \frac{\partial V_z}{\partial r} + \frac{V_\theta}{r} \cdot \frac{\partial V_z}{\partial \theta} + V_z \frac{\partial V_z}{\partial z} + \frac{\partial V_z}{\partial t} \right) = \rho g - \frac{\partial p}{\partial z} + \mu \left[\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \frac{\partial V_z}{\partial r} \right) + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 V_z}{\partial \theta^2} + \frac{\partial^2 V_z}{\partial z^2} \right]$$

并设流动过程中 $\frac{\partial p}{\partial z} = \text{常数}$ (单位长管壁摩擦阻力为常数)



(七题图)

八、已知复势为: (1) $W = \ln z + z$ (2) $W = \ln z + z^2$
求在复平面内 $z = 4 + 3i$ 处的速度. (8分)

